

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LESLEI CAROLINE SANTOS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DA FORRAGEM E
FENO DA AVEIA PRETA EMBRAPA 139 PÓS CULTIVO DE CROTALARIA OU
MILHO**

Marechal Cândido Rondon – PR

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

LESLEI CAROLINE SANTOS

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DA FORRAGEM E
FENO DA AVEIA PRETA EMBRAPA 139 PÓS CULTIVO DE CROTALARIA OU
MILHO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como requisito parcial do Programa de Pós-Graduação em Produção e Nutrição Animal, para obtenção do título de Doutora em Zootecnia.

Orientador(a): Dr.^a Marcela Abbado Neres
Co-orientador(a): Dr.^a Caroline Daiane Nath

Marechal Cândido Rondon – PR

2022

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Santos, Leslei Caroline

Características agronômicas e nutricionais da forragem e feno da aveia preta EMBRAPA 139 pós cultivo de crotalaria ou milho / Leslei Caroline Santos; orientadora Marcela Abbado Neres; coorientadora Caroline Daiane Nath. -- Marechal Cândido Rondon, 2022.

81 p.

Tese (Doutorado Campus de Marechal Cândido Rondon) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2022.

1. Conservação de forragem. 2. Feno. 3. Ciclagem de nutrientes. 4. Forragicultura. I. Neres, Marcela Abbado, orient. II. Nath, Caroline Daiane, coorient. III. Título.

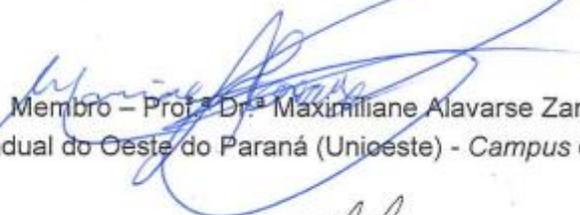
LESLEI CAROLINE SANTOS

Características agronômicas e nutricionais da forragem e feno da aveia preta EMBRAPA 139 pós cultivo de crotalaria ou milho

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de "Doutora em Zootecnia", Área de Concentração "Produção e Nutrição Animal", Linha de Pesquisa "Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura", APROVADA pela seguinte Banca Examinadora:



Orientadora / Presidente – Prof.^a Dr.^a Marcela Abbado Neres
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom
Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) - *Campus* de Mal. Cândido Rondon



Membro – Prof. Dr. Wagner Paris
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) - *Campus* de Dois Vizinhos



Membro – Dr. Elir de Oliveira
Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná – Iapar-Emater (IDR-Paraná)



Membro – Dr.^a Sarah Maria Hoppen
Doutora em Zootecnia pela Unioeste (2021)

Marechal Cândido Rondon, 30 de novembro de 2022.



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof.^a Dr.^a Marcela Abbado Neres**, declaro como **ORIENTADORA** que presidi os trabalhos de defesa à distância, de forma síncrona e por videoconferência, da Banca Examinadora de Defesa de Tese da candidata **Leslei Caroline Santos**, aluna de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, a apresentação e a arguição dos membros da Banca Examinadora, **formalizo como Orientadora**, para fins de registro, por meio desta declaração, a decisão da Banca Examinadora de que a candidata foi considerada **APROVADA** na banca realizada em 30/11/2022, com o trabalho intitulado **"Características agrônômicas e nutricionais da forragem e feno da aveia preta EMBRAPA 139 pós cultivo de crotalaria ou milho"**.

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

Marcela Abbado Neres

Prof.^a Dr.^a Marcela Abbado Neres - ORIENTADORA / PRESIDENTE

Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste) / Campus de Mal. Cândido Rondon
Centro de Ciências Agrárias



Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



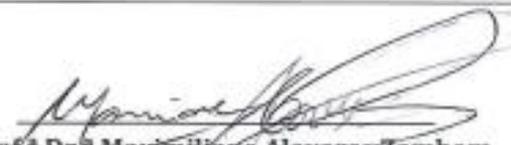
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom**, declaro que participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência, da Banca Examinadora de Defesa de Tese da candidata **Leslei Caroline Santos**, aluna de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que a candidata pode ser considerada **APROVADA** na banca realizada em 30/11/2022, com o trabalho intitulado "**Características agronômicas e nutricionais da forragem e feno da aveia preta EMBRAPA 139 pós cultivo de crotalaria ou milho**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):


Prof.^a Dr.^a Maximiliane Alavarse Zambom
Unioeste - Campus de Mal. Cândido Rondon
Centro de Ciências Agrárias



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Prof. Dr. Wagner Paris**, declaro que participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência, da Banca Examinadora de Defesa de Tese da candidata **Leslei Caroline Santos**, aluna de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que a candidata pode ser considerada **APROVADA** na banca realizada em 30/11/2022, com o trabalho intitulado "**Características agronômicas e nutricionais da forragem e feno da aveia preta EMBRAPA 139 pós cultivo de crotalaria ou milho**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

Prof. Dr. Wagner Paris
UTFPR – Campus de Dois Vizinhos



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78880337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ

GOVERNO DO ESTADO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Dr. Elir de Oliveira**, declaro que participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência, da Banca Examinadora de Defesa de Tese da candidata **Leslei Caroline Santos**, aluna de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro Externo**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que a candidata pode ser considerada **APROVADA** na banca realizada em 30/11/2022, com o trabalho intitulado "**Características agrônômicas e nutricionais da forragem e feno da aveia preta EMBRAPA 139 pós cultivo de crotalaria ou milho**".

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

Dr. Elir de Oliveira
IDR - Paraná



Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

DECLARAÇÃO E PARECER DE PARTICIPAÇÃO EM BANCA EXAMINADORA DE QUALIFICAÇÃO DE DOUTORADO REALIZADA À DISTÂNCIA, DE FORMA SÍNCRONA, POR VIDEOCONFERÊNCIA

Eu, **Dr.^a Sarah Maria Hoppen**, declaro que participei à distância, de forma síncrona e por videoconferência, da Banca Examinadora de Qualificação da candidata **Leslei Caroline Santos**, aluna de Doutorado deste Programa de Pós-Graduação.

Considerando o trabalho entregue, apresentado e a arguição realizada, **formalizo como Membro**, para fins de registro, por meio desta declaração, minha decisão de que a candidata pode ser considerada **APROVADA** na banca realizada em 09/12/2021, com o trabalho intitulado **"Características produtivas e qualidade bromatológica da planta *in natura* e feno de aveia preta EMBRAPA 139 em área de cultivo antecessor com *Crotalaria* ou Milho"**.

Descreva abaixo observações e/ou restrições (se julgar necessárias):

Dr.^a Sarah Maria Hoppen

Doutora em Zootecnia (2021) pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), e ao programa de pós-graduação em zootecnia (PPZ), pela oportunidade de aperfeiçoar cada vez mais meus conhecimentos através da pós-graduação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos – Código de Financiamento 001. Número do processo 88887.634844/2021-00.

À professora Marcela Abbado Neres minha orientadora, que acreditou e confiou em mim e me deu todo apoio e suporte para realizar mais essa etapa.

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e por me permitir chegar aonde cheguei. Sou grata de todo meu coração por Ele ter me segurado e muitas vezes me levantado para vencer todas as etapas até aqui, direcionando minhas escolhas para que eu conseguisse realizar mais um sonho.

Agradeço em especial à minha mãe Marisa, que é meu exemplo de vida, por não ter desistido de mim, por me apoiar e sempre estar ao meu lado, me ensinando o caminho certo, valorizando os verdadeiros princípios. À minha irmã Yasmin, que sempre acreditou e acredita em mim, pelo seu carinho e confiança, por estar comigo sempre e por ser minha motivação e força para alcançar esses e muitos outros objetivos. Se desejo ser alguém melhor a cada dia, é por você Min e pela mãe.

Aos meus avós Tadeu e Izabel, que são a base da nossa família, exemplos de força, dedicação e principalmente de amor, que desde pequena sempre fizeram tudo por mim sem medir esforços, me ensinando a dar valor ao que realmente importa.

Agradeço também ao meu pai Valdeci por todo apoio, pelos ensinamentos, pelas longas conversas, pelos incentivos, pelas felicitações e por vibrar junto comigo a cada conquista.

Ao meu marido Odemar, companheiro em todos os momentos, sempre me incentivando, apoiando nos momentos difíceis, ouvindo minhas reclamações e me dando força. Obrigada pelo amor, atenção, carinho que dedica a mim nesses 8 anos de convívio, sendo os mesmos, os melhores anos de minha vida.

Ao grupo NEFEPS, pela contribuição com as atividades desenvolvidas, pela confiança, pelo apoio e, principalmente, por me receberem de braços abertos. Em especial à Carol, Gabi, Ana, André e Lurdes.

Agradeço à família UNIOESTE e PPZ, aos professores, colegas, amigos, que me ajudaram a realizar esse sonho e tornaram essa experiência incrível. Em especial, à professora

Maximiliane, ao secretário Paulo e à minha amiga e grande incentivadora de meu ingresso no PPZ, Maria Luiza.

Agradeço também ao professor Mikael Neumann e ao grupo NUPRAN, por terem me recebido novamente e me auxiliado em algumas etapas dessa caminhada. Em especial ao meu colega e grande amigo Fartura, pela dedicação e apoio. Com certeza tudo ficou muito mais fácil com a sua ajuda.

Enfim, de modo geral, agradeço a todos os meus familiares, amigos, colegas, que de certa forma tiveram suas participações nessa minha trajetória, me incentivando sempre e me fortalecendo para vencer os desafios e alcançar meus objetivos.

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E NUTRICIONAIS DA FORRAGEM E FENO DA AVEIA PRETA EMBRAPA 139 PÓS CULTIVO DE CROTALÁRIA OU MILHO

Resumo: A necessidade da conservação do solo, preservando seus atributos químicos, físicos e biológicos, são importantes em sistemas de produção sustentáveis. Uma das alternativas para a sua conservação e a melhoria da sua estrutura é a rotação de culturas. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da cultura antecessora (*Crotalaria ochroleuca* ou *Zea mays*) no desenvolvimento vegetativo e no feno de aveia preta (*Avena strigosa*) cultivar EMBRAPA 139, sob produção, características estruturais, composição química, população de microrganismos e degradabilidade *in situ* e digestibilidade *in vitro*. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, sendo alocados na parcela principal a cultura antecessora e nas sub parcelas, o tempo de avaliação (32, 42, 52, 62 e 72 dias após a emergência da planta) e no feno (enfardamento, 30, 60 e 90 dias de armazenamento), com cinco repetições. O milho como cultivo antecessor, promoveu maior produção de matéria seca, maior número de folhas verdes e senescentes, menor relação folha colmo e menores teores de FDA na forrageira. O cultivo da crotalária antes da aveia preta, promoveu maior relação folha colmo e maior degradabilidade *in situ* em 48 horas, da matéria seca, matéria orgânica e FDN. Já em relação ao feno de aveia, o milho como cultivo antecessor proporcionou menores teores de proteína indigestível em detergente neutro e maior digestibilidade *in vitro* da FDA e a crotalária proporcionou ao feno de aveia preta menores teores de proteína indigestível e em detergente ácido maiores teores de fibra e pH. Em relação ao período de desidratação da forragem e à população de microrganismos, o cultivo antecessor não interferiu nas variáveis avaliadas. O feno de aveia produzido após o cultivo de milho apresenta maior produção de forragem e digestibilidade em relação à crotalária.

Palavras-chave: conservação de forragem, cultura sucessora, microbiologia, período de armazenamento, rotação de cultura.

EMBRAPA 139'S BLACK OAT FORAGE AND HAY AGRONOMIC AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS AFTER CROTALARIA OR CORN CULTIVATION

Abstract: The need for soil conservation, preserving its chemical, physical and biological attributes, are important in sustainable production systems. One of the alternatives for its conservation and improvement of its structure is crop rotation. In this context, the aim of the present study was to evaluate the influence of the predecessor culture (crotalaria or corn) on the vegetative development and on the black oat (*Avena strigosa*) hay cultivar EMBRAPA 139, under production, structural characteristics, chemical composition, population of microorganisms and in situ and in vitro digestibility. The experimental design was carried out in randomized blocks with plots sub-divided in time, being allocated in the main plot the predecessor crop (crotalaria or corn), and in the sub-plots, the evaluation time (32, 42, 52, 62 and 72 days after plant emergence) and in hay (baling, 30, 60 and 90 days of storage), with five replications. Corn as a predecessor crop, promoted higher dry matter production, higher number of green and senescent leaves, lower RFC and lower ADF levels. The cultivation of sunn hemp before black oat, promoted higher RFC and higher in situ digestibility in 48 hours, of dry matter, organic matter and NDF. In relation to oat hay, corn as a predecessor crop provided lower levels of PIDN and higher in vitro ADF digestibility and sunn hemp provided the black oat hay with lower levels of indigestible protein and in acid detergent, higher levels of fiber and pH. Regarding the forage dehydration period and population of microorganisms, the predecessor culture had no interference. In this context, corn grown before black oat, provided greater forage production and greater digestibility for it, when preserved in the form of hay.

Keywords: forage conservation, successor crop, microbiology, period after emergence, crop rotation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Médias semanais de temperatura máxima (T máxima °C) e mínima (T mínima °C), umidade relativa média do ar (UR média %) e precipitação pluviométrica (mm) para a região durante o período experimental.	34
Figura 2. Resistência do solo à penetração (kPa), na camada de 0 a 40 cm de profundidade, das áreas antecessoras à aveia preta (milho ou crotalária), antes da implantação da aveia preta, em Marechal Cândido Rondon (maio de 2019).	36
Figura 3. Comportamento quadrático do comprimento de colmo da aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e os dias após emergência.	40
Figura 4. Comportamento linear crescente do número de folhas senescentes da aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e os dias após emergência.	40
Figura 5. Comportamento do número de plantas/m ² da aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e os dias após emergência.	41
Figura 6. Comportamento quadrático da variável relação folha:colmo da aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e os dias após emergência.	43
Figura 7. Comportamento da matéria mineral da aveia preta, em relação à cultura antecessora e os dias após emergência.	46
Figura 8. Comportamento da matéria orgânica da aveia preta, em relação à cultura antecessora e os dias após emergência.	46
Figura 9. Comportamento linear decrescente da degradabilidade in situ da matéria seca em 48 horas de incubação da aveia preta, em relação à cultura antecessora e os dias após emergência.	50

Figura 10. Comportamento linear decrescente da degradabilidade in situ da matéria orgânica em 48 horas de incubação da aveia preta, em relação à cultura antecessora e os dias após emergência.....	50
Figura 11. Médias semanais da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR%) do ambiente (dentro do galpão) e dos fardos de feno nos 90 dias de armazenamento do feno de aveia preta.	60
Figura 12. Levedura e gêneros de fungos presentes nas amostras de palhada de milho e crotalária, das duas áreas experimentais, antes do corte da aveia preta.	63
Figura 13. Comportamento quadrático do processo de desidratação da aveia preta em diferentes tempos após o corte, sob efeito da cultura antecessora (milho ou crotalária).	64
Figura 14. Comportamento quadrático da proteína indigestível de detergente neutro do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.	67
Figura 15. Comportamento da proteína indigestível de detergente ácido do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.	68
Figura 16. Comportamento linear crescente da fibra em detergente neutro do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento. .	71
Figura 17. Comportamento do pH do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.	71
Figura 18. Comportamento da digestibilidade in vitro da matéria seca do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.	74
Figura 19. Comportamento da digestibilidade in vitro da matéria orgânica do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento. .	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo experimental na profundidade de 0-20cm.	35
Tabela 2. Médias de diâmetro e comprimento de colmo, número de folhas verdes e senescente, número de perfilho por planta, planta por m ² e altura da aveia preta, após emergência, com cultivo antecessor milho ou crotalária.	39
Tabela 3. Médias de matéria seca da planta, do colmo e da folha, relação folha:colmo e produção de matéria verde e seca, da aveia preta, em cinco tempos de avaliação (dias após emergência), associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.	43
Tabela 4. Dados bromatológicos da aveia preta, em cinco tempos de avaliação (dias após emergência), associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.	45
Tabela 5. Análise dos dados de degradabilidade <i>in situ</i> da matéria seca (DMS), da fibra em detergente neutro (DFDN) e da matéria orgânica (DMO) da aveia preta em 168, 48 e 24 horas, em cinco tempos de avaliação (dias após emergência), associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.	49
Tabela 6. População de microrganismos (log UFC g ⁻¹) presentes na planta in natura de aveia preta, solo e palhada das duas áreas experimentais.	62
Tabela 7. Médias dos dados bromatológicos de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína indigestível em detergente neutro (PIDN) e proteína indigestível em detergente ácido (PIDA), do feno de aveia preta, em quatro tempos de armazenamento, associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.	66
Tabela 8. Médias dos dados bromatológicos de fibra em detergente neutro (FDN), em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e pH, do feno de aveia preta, em quatro tempos de armazenamento, associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.	70

Tabela 9. Médias dos dados de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) do feno de aveia preta, em quatro tempos de armazenamento, associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária73

Tabela 10. População de microrganismos (log UFC g⁻¹) presentes no feno de aveia preta, em três tempos de armazenamento, associado a diferentes culturas antecessoras, milho crotalária.75

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
2. Revisão Bibliográfica	20
2.1 Aveiampreta (<i>Avena strigosa</i>)	20
2.2 Uso de aveia como forragem conservada	21
2.2.1 Feno de aveia preta	22
2.3 Rotação de cultura e sua interferência nas culturas seguintes	24
2.3.1 Benefícios da Crotalaria para as culturas seguintes.....	25
2.3.2 Efeito do milho sob a cultura sucessora	26
2.4 Considerações Finais	27
2.5 Referências.....	28
3. CROTALARIA OU MILHO COMO CULTURAS ANTECESSORAS: CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, VALOR NUTRICIONAL DA AVEIA PRETA	31
3.1 Introdução	33
3.2 Material e métodos.....	34
3.3 Resultados e discussão	38
3.4 Conclusão.....	51
3.5 Referências	52
4. CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA, VALOR NUTRICIONAL E DIGESTIBILIDADE DO FENO DE AVEIA PRETA SOB EFEITO DO CULTIVO ANTECESSOR CROTALARIA OU MILHO	55
4.1 Introdução	57
4.2 Material e métodos.....	58
4.3 Resultados e discussão	64
4.4 Conclusão.....	77
4.5 Referências	77
CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
ANEXO A	81

1. INTRODUÇÃO

O uso de rotação de culturas e plantas específicas para proporcionar melhorias em alguns atributos do solo, por meio da ação de suas raízes e transferências de nutrientes, pode ser tão importante quanto a produção de cobertura do solo. Com a utilização de espécies que apresentam a produção de vasto sistema radicular, com crescimento rápido e contínuo, pode proporcionar significativas melhorias ao solo e nas culturas seguintes (ARAÚJO et al., 2018).

Para uma maior produtividade do sistema, o uso excessivo de fertilizantes nitrogenados se faz necessário, porém acaba elevando os custos de produção. Nesse contexto, estimular a fixação biológica de nitrogênio (FBN) se torna uma opção para baratear os custos e reduzir os impactos econômicos. Essa FBN é realizada por microrganismos diazotróficos que possuem nitrogenases responsáveis pela redução do nitrogênio (N) atmosférico em amônia (FERREIRA et al., 2017).

As espécies com maior capacidade de se beneficiar da FBN são as leguminosas, como a crotalária, por exemplo. Isso ocorre por meio de suas associações simbióticas com bactérias do grupo dos rizóbios, o que garante um aporte maior de N no sistema. Já o milho que é uma gramínea que pertence à família das *Poaceae*, apresentam capacidade de incorporar N atmosférico por meio da associação com bactérias diazotrófica endofíticas ou epifíticas (BARRADAS, 2010).

A simbiose com os rizóbios é restrita às leguminosas, devido à formação especializada nas raízes, denominadas nódulos, nos quais ocorre o processo da FBN. Após a formação dos nódulos nas raízes, a fixação passa ocorrer com o N atmosférico que é convertido em compostos orgânicos e utilizados pelas plantas. Esse processo reduz ou anula a necessidade do uso de adubação nitrogenada (CARVALHO et al., 2017).

Já nos casos de gramíneas como o milho, foram relatadas espécies de bactérias capazes de fixar o N atmosférico. Nessas plantas, como não ocorre a formação de nódulos nas raízes, as quantidades de N fixadas são muito baixas, sendo indispensável o uso de adubos nitrogenados nessas lavouras (COSTA et al., 2010).

Pensando em reduzir custos nas lavouras com adubação e mesmo assim promover melhoria nas características físicas, químicas e biológicas do solo, uma alternativa seria a rotação de culturas. Intercalar gramínea com leguminosa pode auxiliar na FBN, reduzir plantas daninhas, doenças e pragas. Já intercalar plantas da mesma família pode reduzir as perdas de carbono (C), elevar a relação carbono/nitrogênio (C/N) e auxiliar na descompactação do solo. Onde em ambos os casos a cultura seguinte pode ser beneficiada, aumentando sua produção e

seu valor nutricional (ARAÚJO et al., 2018). Com isso, o objetivo da presente revisão é aprofundar o conhecimento sobre a interferência da cultura antecessora, milho ou crotalária, sob a produtividade, valor nutricional e digestibilidade da aveia preta, *in natura* ou conservada.

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Aveia preta (*Avena strigosa*)

A aveia preta é uma gramínea anual de clima temperado, que também pode ser cultivada em clima subtropical e tropical. Suas características estruturais se baseiam em raízes do tipo fasciculadas, folhas estreitas desprovidas de aurícula e lígula bem desenvolvida. As lâminas foliares apresentam entre 15 a 40 cm de comprimento e 5 a 20 cm de largura, os colmos são cilíndricos, finos e eretos (BECKER; GAI, 2019).

A inflorescência é uma panícula piramidal com grãos primários, secundários e raramente terciários. Os grãos da aveia são cariopses indeiscentes, com uma única semente por fruto, são pequenos e possuem fina camada de pericarpo. As sementes apresentam lema e pálea aderidas à cariopse. Apresenta também hábito cespitoso e seu crescimento é variado, pois depende da cultivar envolvida e das características climáticas durante seus estádios vegetativos, mas podem ultrapassar 100 cm de altura (TIECHER, 2016).

Uma cultivar bastante utilizada é a EMBRAPA 139, que foi lançada pela Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia, para o Paraná em 1993 e para os outros estados do Sul do Brasil, em 1995. Apresenta estatura média de 114 cm, ciclo precoce, com cerca de 157 dias da emergência até a maturação. Possui média recuperação ao corte, moderada resistência ao acamamento, à seca e a ferrugens e grande uniformidade na floração e maturação (GAUDENCIO et al., 1998).

Nos seus estágios iniciais de desenvolvimento, a aveia preta exige temperaturas mais amenas, para que haja o crescimento adequado dos perfilhos. Caso a temperatura passe de 32°C nesse período, pode ocorrer a esterilização das plantas, aceleração da maturação dos grãos, reduzindo significativamente a qualidade nutricional da forragem. Apresenta também boa tolerância a acidez do solo, causada pela presença do alumínio (CARVALHO, 2010).

A aveia apresenta em sua fase de crescimento vegetativo, alta proporção de folhas, baixo conteúdo de fibra e altos teores de minerais e proteína bruta. Já na fase reprodutiva, o alongamento, emborrachamento e florescimento sofre alterações, resultando em queda da

digestibilidade, conseqüentemente queda de sua qualidade e do consumo da forrageira pelo animal (FERRAZZA et al., 2013).

A aveia preta é uma forragem bastante usada no sul do país, devido à sua boa adaptabilidade às condições climáticas e de solo dessa região. Essa gramínea apresenta boa produtividade e flexibilidade de uso, que pode ser consumida pelos animais *in natura* ou conservada, além de poder ser colhida para produção de grão e usada como adubo verde para as próximas culturas (DAVID et al., 2010). Nesse caso, auxilia na proteção e promove melhoria nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (DEMÉTRIO et al., 2012).

O uso da aveia preta como adubo verde é bastante comum, quando o foco da propriedade é a produção de grão, como milho, soja e feijão. Isso ocorre pela sua alta produção de palhada que apresenta boa relação carbono nitrogênio na sua decomposição, favorecendo e facilitando o desenvolvimento da cultura em sucessão. Quando o foco é a pecuária leiteira ou de corte, essa aveia é utilizada na forma de pastejo ou conservada, como silagem pré-secada e feno. Isso é possível graças à boa produtividade, que pode chegar a 2500 kg por ha⁻¹ de fitomassa seca, pelo seu alto valor nutricional e pela facilidade de manejo dessa forragem (CARVALHO; STRACK, 2014).

2.2 Uso de aveia como forragem conservada

O processo de conservação de forragem é uma prática muito antiga e serviu como auxílio na domesticação de animais herbívoros, principalmente em áreas com muitas alterações climáticas e pouca estabilidade de alimento. Na atualidade, essa prática é muito difundida e estudada, e está presente nas propriedades desde o pequeno ao grande produtor rural, auxiliando na nutrição dos animais, com alimento de qualidade e por um longo período de tempo (MATTOS LEÃO et al., 2019).

Dentre as inúmeras forragens utilizadas para produção de alimentos conservados, destacam-se as gramíneas de clima temperado como aveia, azevém, triticale e cevada. Na região sudeste do estado do Paraná as gramíneas anuais de inverno têm produzido, em condições de corte, entre 3 e 6 t de MS ha⁻¹ ano. Sendo que as maiores produções são obtidas em regiões mais frias que possibilitam a semeadura em meados de março, permitindo maior número de cortes (MEINERZ et al., 2011).

A aveia preta está entre as forragens mais utilizadas no sul do país, tanto para pastoreio quando para produção de alimentos conservados. Essa gramínea apresenta uma média

recuperação ao corte para forragem, moderada resistência ao acamamento, grande uniformidade na floração e maturação. Além disso, possui moderada resistência à seca e a ferrugens, características estas que a tornam uma boa escolha para produção de silagens pré-secadas e fenos (GAUDENCIO et al., 1998).

O estágio fenológico ideal para o corte da aveia para fornecimento aos animais ainda é discutido, pois ao passo que a planta avança seus estádios de maturação, a produção de matéria seca tende a aumentar. Porém, nesse contexto ocorre redução nos teores de proteína bruta e digestibilidade, pelo aumento da fibra indigerível (FONTANELI et al., 2009).

De maneira geral, os cereais de inverno apresentam elevado valor nutricional tanto no estágio de pré-florescimento quanto no estágio de grão farináceo. No primeiro estágio citado, há uma elevada concentração de proteína bruta, baixo teor de matéria seca e fibra de alta digestibilidade. Já no estágio de grão farináceo, o alimento se torna mais calórico, pela alta concentração de amido na matéria seca, além de perder qualidade na fibra (HORST et al., 2017).

2.2.1 Feno de aveia preta

De modo geral, feno define-se como a forragem conservada através da desidratação que reduzirá sua umidade para 10 a 15%. Nesse processo, a aveia deve ser fenada no início do estágio de florescimento, onde pode-se unir uma boa produção de matéria seca com bons teores de proteína bruta e fibra digestível. Estudos mostram que o feno de melhor qualidade é obtido quando a cultura apresenta de 30 a 40 cm de altura, com produção de 1,5 t ha⁻¹ de feno, permitindo que ocorra a rebrota das plantas. Porém, se o principal objetivo é quantidade, indica-se cortar a aveia no início do estágio de florescimento, quando se obtém de 3,5 a 4,5 t ha⁻¹ de feno (SPULEROVÁ et al., 2019).

As etapas para a produção e confecção de fenos se baseia no corte da forragem, no estágio vegetativo adequado, perda de umidade (desidratação), enfardamento e armazenamento. Um ponto crítico da confecção é o tempo que a forragem demorará para perder a umidade, necessária para o enfardamento. Nesse caso, deve-se atentar às previsões climáticas, pois períodos de desidratação superiores a sete dias comprometem o valor nutricional, consumo do animal e aumenta as chances de perdas físicas. Esse fator acaba reduzindo os carboidratos não estruturais e proteínas, pela grande perda de folhas da planta (NERES, et al., 2021).

Dentre os fatores que interferem no tempo de secagem, qualidade e porcentagem de matéria seca final, pode-se citar as características estruturais da aveia como espessura do colmo

e relação folha:colmo. A altura do corte reflete na produção e valor nutritivo da forragem, visto que o rebaixamento do corte proporciona um aumento na quantidade colhida, porém, reduz a qualidade da biomassa obtida e provoca alterações negativas na rebrota da planta (CASTAGNARA et al., 2012).

Nesse processo, o intuito de eliminar 80% da umidade da forragem, impede a respiração celular, reduzindo a perda de energia pela planta e o crescimento de microrganismos indesejáveis, evitando a deterioração. Além de evitar essa deterioração, evita também a produção de micotoxinas, que causam danos à saúde animal, além de evitar as perdas nutricionais da planta (NERES; AMES, 2015).

Outro ponto fundamental para a fenação é o local de armazenamento dos fardos, pois deve ser um local limpo, coberto, com pouca ventilação e com mínimo contato com umidade possível. Também é necessário estar atento para o custo de produção, já que essa prática envolve no mínimo três máquinas específicas, além de barracões de armazenamentos e caminhões para transporte (MACHADO et al., 2019).

A conservação da aveia preta na forma de feno aumenta a flexibilidade do uso da forragem, visto que facilita o transporte, armazenamento e comercialização da mesma. Dessa forma, é possível utilizar um alimento de qualidade, por um período maior de tempo, comparado ao uso dessa forragem na forma de pastejo. Em relação à silagem, o feno apresenta algumas vantagens como: não passa por um processo fermentativo, em consequência reduz as perdas originadas desse processo; não se deteriora no fornecimento, pois apresenta uma excelente estabilidade aeróbia; além de ser mais fácil sua comercialização, auxiliando na produção de renda dos produtores (NERES; AMES, 2016).

A silagem pré-secada de aveia é um método de conservação químico, que consiste na remoção parcial da água da planta, através do seu emurchecimento, a campo, após o corte. Quando a planta apresenta teor de matéria seca entre 46 – 65%, esse material é ensilado e passa por um processo fermentativo, para então ser fornecido aos animais (PEREIRA; REIS, 2001). Já nos casos em que se usa a aveia na forma de feno, essa desidratação se estende um pouco mais, até a planta atingir 80% ou mais de matéria seca, não precisando passar pelo processo fermentativo (NERES; AMES, 2015).

2.3 Rotação de cultura e sua interferência nas culturas seguintes

A monocultura, ou sistema contínuo de sucessão, tende a provocar degradação física, química e biológica do solo, diminuindo a disponibilidade de nutrientes elevando o custo da produção com adubos e fertilizantes. A rotação de culturas vem para combater esses efeitos, alternando espécies vegetais em uma mesma área agrícola. Para que essa técnica tenha sucesso, é necessário utilizar espécies que compartilhem de propósitos comerciais, recuperação de solo e que elevem a produção seguinte, diminuindo custos de produção (ARAÚJO et al., 2018).

As vantagens da rotação de cultura, além da produção diversificada de alimentos agrícolas, também proporciona uma melhora nas características físicas, químicas e biológicas do solo, auxilia no controle de doenças, plantas daninhas e pragas. Promove a reposição de matéria orgânica, protege o solo de agentes climáticos e ajuda na viabilização do sistema de plantio direto (CARVALHO et al., 2017).

Para a obtenção de máxima eficiência na melhoria da capacidade produtiva do solo, o planejamento da técnica de rotação de culturas deve considerar plantas comerciais, que produzam grande quantidade de biomassa e com crescimento rápido. Plantas forrageiras como gramíneas e leguminosas, anuais ou semiperenes são apropriadas para essa finalidade. Deve-se dar preferência para plantas fixadoras de nitrogênio e sistema radicular profundo para promover reciclagem de nutrientes (DELGADO et al., 2013).

O esquema de rotação deve permitir variações entre as culturas envolvidas, pois além dos benefícios advindos dos aspectos técnicos, os aspectos econômicos também são muito importantes, já que influenciam e podem variar num curto espaço de tempo. O milho apresenta grandes vantagens em sistemas de rotação, porém as leguminosas, como a crotalária, por fixarem nitrogênio do ar, em simbiose com bactérias que formam nódulos nas raízes, também são muito recomendadas para esse fim (ARAÚJO et al., 2018).

O uso de leguminosas é muito importante, não somente pelo fato de serem plantas fixadoras e/ou recicladoras de nutrientes no solo, mas também por proporcionar de fato, uma rotação de inverno. Com isso, quebra-se o ciclo de gramíneas que predominam nesse período, incluindo uma forrageira de outra família no sistema (QUEIROZ NETO et al., 2019).

Porém, no caso de se usar espécies da mesma família como milho e aveia preta pode proporcionar um maior potencial de produção de fitomassa e elevada relação C/N. Garantindo a manutenção de cobertura do solo dentro da quantidade mínima preconizada e por maior tempo de permanência na superfície (COSTA et al., 2010).

Em relação à necessidade de incluir manejo de adubação no sistema, o uso de uma leguminosa tende a reduzir essa necessidade. Por outro lado, a utilização de gramíneas que apresentam alta produção de biomassa e taxa de decomposição mais lenta, torna-se necessário o manejo adequado da adubação nitrogenada para as mesmas, como o milho, por exemplo (TEODORO et al., 2011).

2.3.1 Benefícios da Crotalária para as culturas seguintes

A *Crotalaria ochroleuca* é uma leguminosa anual de ciclo longo, é agressiva, rústica e resistente a condições adversas de clima e solo. Essa resistência se dá pelo fato de suas raízes serem bem profundas e romperem as camadas mais densas do solo para obtenção de nutrientes. Seu crescimento é arbustivo ereto, e pode atingir de 1,5 a 2,0 metros de altura e seu potencial produtivo pode chegar até 10 t ha⁻¹ de matéria seca. A semeadura ocorre entre os meses de outubro e novembro e a crotalária alcança seu estágio de pleno florescimento a partir dos 120 a 150 dias de idade (QUEIROZ NETO et al., 2019).

Dentre as características exercidas pela crotalária, pode-se citar: auxilia os sistemas de rotação de culturas para produção de grãos, realiza o controle de nematóides na agricultura e reduz a quantidade e qualidade da população de plantas daninhas durante as culturas dos cereais (CARVALHO et al., 2015).

Em relação ao controle de nematoides, a crotalária apresenta um efeito antagônico às espécies de fitonematoides presentes no solo, a partir de substâncias maléficas aos mesmos, como a monocrotalina. Para as plantas daninhas, ela proporciona a alelopatia, inibindo sua germinação, crescimento e o seu desenvolvimento (SANTOS et al., 2010).

Os nematóides causam danos às plantas, podendo ocasionar lesões no sistema radicular da cultura. Além de interferir negativamente na produtividade e sanidade da planta, são responsáveis por retirar as substâncias nutritivas e injetarem substâncias tóxicas no interior da célula vegetal. Os sintomas mais observados em lavouras infestadas por nematóides é o amarelecimento de plantas em reboleiras, o baixo crescimento e desenvolvimento, podendo ocasionar a morte das mesmas. Contudo, em áreas de alta fertilidade e disponibilidade hídrica, os sintomas podem ser de difícil diagnóstico sendo necessária a visualização do sistema radicular (SILVA et al., 2017).

O uso de leguminosas através da rotação e sucessão de culturas eleva os teores de nitrogênio do solo, pois as mesmas possuem a capacidade de realizar associação simbiótica com

bactéria do gênero *Rhizobium*. Gênero este que é responsável pela fixação de nitrogênio, resultando em um aumento da produção de fitomassa, pelo melhor aproveitamento desse nitrogênio. Estima-se que nesse contexto, pode haver de 20-30% de economia de fertilizantes nitrogenados. Utilizando uma leguminosa no sistema, pode ocorrer a liberação de aproximadamente 105 e 111 kg ha⁻¹ de N após 42 e 100 dias do manejo da fitomassa, respectivamente (QUEIROZ NETO et al., 2019).

O uso da crotalária na rotação de cultura pode ser uma alternativa para quem busca sustentabilidade dos agrossistemas. Dos benefícios encontrados, pode-se citar a melhora nas características físicas, químicas e biológicas do solo, melhorias no incremento de carbono orgânico, manutenção da umidade do solo, proteção contra erosões e controle de plantas daninhas. Esses benefícios impactam de forma positiva na nutrição das plantas e produtividade da cultura subsequente, pois eleva a disponibilidade de nutrientes e favorece uma melhor distribuição radicular para a cultura sucessora (TEODORO et al., 2011).

2.3.2 Efeito do milho sob a cultura sucessora

O milho é uma gramínea que apresenta excelentes características em armazenagem de energia, sendo muito eficiente nesse processo. Sua cultura está associada à produção de grão e à produção de silagem, que por sinal, é de excelente qualidade e muito utilizada por produtores rurais em pequena e larga escala. É uma cultura com enorme potencialidade produtiva na agricultura brasileira, contribuindo de forma significativa para a economia regional e nacional (COSTA et al., 2010).

O milho tem sido usado como prática de manejo de rotação de cultura, que consiste no cultivo alternado de diferentes plantas em uma mesma área, no decorrer do tempo. A rotação de cultura tem por objetivo a recuperação do solo, aumentando sua atividade biológica e capacidade de absorção de água, diminuindo o risco de erosão e perda de nutrientes com as enxurradas. Nesse quesito, o milho possui inúmeras vantagens visto que a formação de suas raízes promove a defesa do solo, evitando perdas de nutrientes, perda de água que auxiliam no processo de descompactação do solo (SOUSA; LOBATO, 2004).

O milho apresenta um alto potencial de produção de fitomassa, garantindo a manutenção de cobertura do solo para o sistema de plantio direto por mais tempo, devido à sua alta relação C/N. Em termos de agregação de solo, o milho apresenta benefícios, pois apresenta raízes fasciculadas, que não se aprofundam muito no solo, absorvendo água das camadas mais

superficiais. Elas se espalham formando uma espécie de rede que prende o solo, contribuindo para diminuir a erosão provocada pela chuva (SILVA et al., 2006).

2.4 Considerações Finais

A necessidade da conservação do solo é essencial para o sucesso do plantio e cultivo de uma cultura, sendo ela de verão ou inverno. Criar um ambiente favorável às condições físicas, químicas e biológicas do solo contribui para o controle de plantas daninhas, estabilização da produção e recuperação ou manutenção da qualidade do solo. O sistema de rotação e sucessão de culturas deve ser adequado para permitir a manutenção de uma cobertura mínima do solo com palhada e nutrientes.

Na hora da escolha destas plantas, é imprescindível conhecer suas características e adaptação à região. Existem muitas plantas utilizadas na rotação de cultura nas diferentes regiões do Brasil, e a experiência local é importante nesta seleção. Em qualquer situação, deve-se ter sempre em mente que não existe uma planta milagrosa e que o ideal é ter mais de uma espécie/família, no sistema de produção, onde busca-se aliar renda, produção e preservação ambiental.

2.5 Referências

- ARAÚJO, A.R.; MACEDO, M.C.M.; FERREIRA, A.D. et al. Práticas de cultivo de rotação de culturas para avaliar a qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo no Sudoeste dos Cerrados. EMBRAPA Gado de corte, 1.Ed., 36p., 2018.
- BARRADAS, C.A.A. Adubação Verde. Niterói. Niterói: Programa Rio Rural, 2010. 10p. (Manual Técnico, 25).
- BECKER, C.C.E.; GAI, V.F. Análise morfológica em manejos de corte em trigo de duplo propósito e aveia. *Revista Cultivando o Saber*, v.41, p.33, 2019.
- CARVALHO, A.M.; COSER, T.R.; REIN, T.A. et al. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.50, n.7, p.551-561, 2015.
- CARVALHO, E.X.; MENEZES, R.S.C.; FREITAS, A.D.S. et al. The natural abundance technique to assess the potential of biological nitrogen fixation (BNF) in some important C4 grasses. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, n.12, p.1559-1564, 2017.
- CARVALHO, I.Q.; STRACK, M. Aveias forrageiras e de cobertura. In: LÂNGARO, N.C.; CARVALHO, I.Q. (Ed.) **Indicações técnicas para a cultura da aveia**. 34.ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2014. cap.1, p.13-23.
- CARVALHO, P.C.F. Forrageiras de clima temperado. In: FONSECA D.M.; MARTUSCELLO, J.A. (Ed.) **Plantas forrageiras**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2010. p.494-537.
- CASTAGNARA, D.D.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R. et al. Utilização de condicionamento na produção de feno de aveia preta e branca utilizando duas alturas de corte. **Rev. Brás. Zootec.**, v.41, p.1082-1092, 2012.
- COSTA, R.V.; CASELA, C.R.; COSTA, L.V. Doenças. In: CRUZ, J.C. (Ed.). **Cultivo do Milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6p.
- DAVID, D.B.; NÖRNBERG, J.L.; AZEVEDO, E.B. Nutritional value of black and white oat 19 cultivars ensiled in two phenological stages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1409-1417, 2010.
- DELGADO, A.R.S.; VENTURA, S.D.; DIB, M. et al. Rotação de culturas agrícolas utilizando programação interna binária. **PODes**, v.5, n.3, p.428-442, 2013.
- DEMÉTRIO, J.V.; COSTA, A.C.T.; OLIVEIRA, P.S.R. Produção de Biomassa de Cultivares de Aveia sob Diferentes Manejos de Corte. **Pesq. Agropec. Trop**, v.42, n.2, p.198-205, 2012.
- FERRAZZA, J.M.; SOARES, A.B.; MARTIN, T.N. et al. Produção de forrageiras anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Rev. Ciênc. Agron. [online]**, v.44, n.2, p.379-389, 2013.

- FERREIRA NETO, R.A.; FREITAS, A.D.S.F.; GIONGO, V. et al. Nitrogen fixation of Poaceae and Leguminosae in a green manure experiment in the Brazilian semiarid region. **Australian Journal of Crop Science**, v.11, n.11, p.1474-1480, 2017.
- FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. et al. Rendimento e valor nutritivo de cereais de inverno de duplo propósito: forragem verde e silagem ou grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.11, p.2116-2120, 2009.
- GAUDENCIO, C.A.; MENON, J.C.M.; BECKERT, O.P. et al. Aveia preta para cobertura vegetal do solo - EMBRAPA 139 (Neblina). Londrina: EMBRAPA, 1998, 4p.
- HORST, E.G.; NEUMANN, M.; MEREZE, J. et al. Silagem pré-secada de cereais de inverno em estágio de pré-florescimento: Revisão. **PUBVET**, v.11, n.4, p.415-423, 2017.
- MACHADO, I.W.J.; NERES, M.A.; CASTAGNARA, D.D. et al. Curva de desidratação, trocas gasosas e valor nutricional do feno de capim-bermuda sob diferentes condições de armazenamento. **Semina Cien. Agrar.**, v.40, p.1965-1978, 2019.
- MATTOS LEAO, G.F.; CABREIRA JOBIM, C.; NEUMANN, M. et al. Aspectos produtivos e nutricionais de cereais de inverno em regimes de corte para ensilagem. **Archivos de Zootecnia**, v. 68, pág. 128-136, 2019.
- MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; FONTANELI, R.S. et al. Valor nutritivo da forragem de genótipos de cereais de inverno de duplo propósito. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.6, p.1173-1180, 2011.
- NERES, M.A.; AMES, J.P. Novos aspectos para a produção de feno no Brasil. **Sci. Agrar. Paraná**, v.14, p.10 – 17, 2016.
- NERES, M.A.; AMES, J.P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria paranaenses**, v.12, n.1, p.10-17, 2015.
- NERES, M.A.; NATH, C.D.; HOPPEN, S.M. Expansion of Hay production and marketing in Brazil. **Heliyon**, v.7, n.4, 2021.
- PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 2001, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: UEM/CCA/DZO, 2001. p.64-86.
- QUEIROZ NETO, A.P.; SANTOS, P.H.N., CARVALHO, L.F.; AL et al. Características agronômicas de Crotalaria ochroleuca. Informe Econômico (UFPI), v.39, n.2, p.17-21, 2019.
- SANTOS, P.A.; SILVA, A.F.D.; CARVALHO, M.A.C.D. et al. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.123-134, 2010.
- SILVA, E.C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S. et al. Aproveitamento do nitrogênio (15N) da crotalaria e do milheto pelo milho sob plantio direto em Latossolo Vermelho de Cerrado. **Ciência Rural**, v.36, p.739- 746, 2006.

- SILVA, K.C.; FARIAS, T.R.R.; CHAVEIRO JÚNIOR, I.R. et al. Produtividade de sorgo consorciado com crotalária em plantio direto no Cerrado. **Revista Científica Goianésia**, v.1, n.5, p.76-81, 2017.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (E.d) **Cerrado: Correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.129-144.
- SPULEROVÁ, J.; KRUSE, A.; BRANDUINI, P. et al. Past, Present and Future of Hay-making Structures in Europe. **Sustentabilidade**, v.11, n.20, p.22, 2019.
- TEODORO, R.B.; OLIVEIRA, F.L.; SILVA, D.M.N. et al. Leguminosas herbáceas perenes para utilização como coberturas permanentes de solo na Caatinga Mineira. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.292-300, 2011.
- TIECHER, T. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, 2016, 186p.

3. CROTALARIA OU MILHO COMO CULTURAS ANTECESSORAS: CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS, VALOR NUTRICIONAL DA AVEIA PRETA

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da cultura antecessora (crotalária ou milho) à aveia preta cv. EMBRAPA 139, sob o desenvolvimento, composição química e degradabilidade *in situ*. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados com parcelas subdivididas no tempo, sendo alocados na parcela principal a cultura antecessora e nas sub parcelas, o tempo de avaliação (32, 42, 52, 62 e 72 dias após a emergência da planta), com cinco repetições. O milho como cultivo antecessor, promoveu maior produção de matéria seca, maior número de folhas verdes e senescentes, menor relação folha colmo e menores teores de FDA. O cultivo da crotalária antes da aveia preta, promoveu maior relação folha colmo e maior degradabilidade *in situ* em 48 horas, da matéria seca, matéria orgânica e FDN. Nesse contexto, o uso do milho como cultivo antecessor à aveia preta promoveu maior produção de matéria seca e a crotalária proporcionou maior degradabilidade.

Palavras-chave: cultura sucessora, gramínea, leguminosa, período de emergência, rotação de cultura.

3. CROTALARIA OR CORN AS PREDECESSOR CROPS: PRODUCTIVE CHARACTERISTICS, NUTRITIONAL VALUE OF BLACK OATS

Abstract: The aim of the present study was to evaluate the influence of the predecessor crop (crotalaria or corn) on black oat (*Avena strigosa*) EMBRAPA 139, under development, chemical composition and in situ digestibility. The experimental design was carried out in randomized blocks with plots sub-divided in time, with the predecessor crop being allocated in the main plot (crotalaria or corn), and in the sub-plots, the evaluation time (32, 42, 52, 62 and 72 days after plant emergence), with five replications. Corn as a predecessor crop, promoted higher dry matter production, higher number of green and senescent leaves, lower RFC and lower ADF levels. The cultivation of sunn hemp before black oat, promoted higher RFC and higher in situ digestibility in 48 hours, of dry matter, organic matter and NDF. In this context, the use of corn as a predecessor crop to black oat promoted higher dry matter production and crotalaria provided greater degradability.

Keywords: successor crop, grass, legume, emergence period, crop rotation.

3.1 Introdução

Com os avanços tecnológicos voltados à agricultura nos últimos anos, com os sistemas de plantio e técnicas de recuperação do solo, os dados produtivos brasileiros estão em constante crescimento. Isso por que, o solo, está sendo visto como um parceiro da produtividade, além de dar nutrientes para as plantas e auxiliar no seu desenvolvimento, também precisa receber esses nutrientes novamente (BORGES et al., 2014).

Partindo dessa premissa, práticas como rotação de cultura fazem com que o solo seja bem aproveitado dentro do sistema agrícola e traga benefícios para as culturas plantadas em sucessão. A rotação de cultura, além de alternar espécies vegetais em uma mesma área agrícola com propósito comercial, também promove melhorias nas características do solo e auxiliam no controle de plantas daninhas (ARAÚJO et al., 2019).

Esse controle se dá pela utilização de recursos do solo, para o desenvolvimento das plantas, reduzindo os nutrientes disponíveis para as plantas daninhas, contribuindo para a exaustão dos bancos de semente indesejáveis no solo. Dessa forma, espera-se menor pressão de plantas daninhas nos cultivos comerciais e menor custo para o seu manejo (WOLSCHICK et al., 2016).

Dentre as plantas que podem ser usadas na rotação de culturas, pode-se citar as leguminosas como a *Crotalaria ochroleuca*, que possui uma alta capacidade de FBN. Já em relação às gramíneas, pode-se citar o milho como uma opção, para promover a recuperação do solo, aumentar sua atividade biológica e capacidade de absorção de água. Além de reduzir o risco de erosão e perda de nutrientes (QUEIROZ NETO et al., 2019).

As principais características da crotalária é a excelente capacidade de fixação de nitrogênio do ambiente no solo, o que pode baratear os custos de produção, pela economia em nitrogênio mineral. Realiza o controle de nematóides, que são prejudiciais às plantas e favorece a redução na emissão de gases de efeito estufa. Essas características favorecem as qualidades do solo, em consequência, podem melhorar a fertilidade do mesmo para as culturas subsequentes (CARVALHO et al., 2015).

Dentre os benefícios do milho para as culturas seguintes, pode-se citar a vantagem de deixar grandes quantidades de restos culturais, mesmo sendo colhido como silagem. Esses restos culturais contribuem para a mitigação da erosão do solo, aumento da infiltração e retenção de água, redução da oscilação térmica, supressão de plantas invasoras, auxiliando na proteção do solo (SANTOS et al., 2010).

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo é avaliar a interferência da cultura antecessora, milho ou crotalária, sob os aspectos produtivos, bromatológicos e de degradabilidade da aveia preta cultivar EMBRAPA 139, no decorrer do seu ciclo produtivo.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, no município de Marechal Cândido Rondon – PR, sob as coordenadas geográficas 24°31'52" S, 54°01'03" W e altitude de 397 m. O clima local, classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação de seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000).

Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica Automática, localizada na fazenda experimental da UNIOESTE (Figura 1).

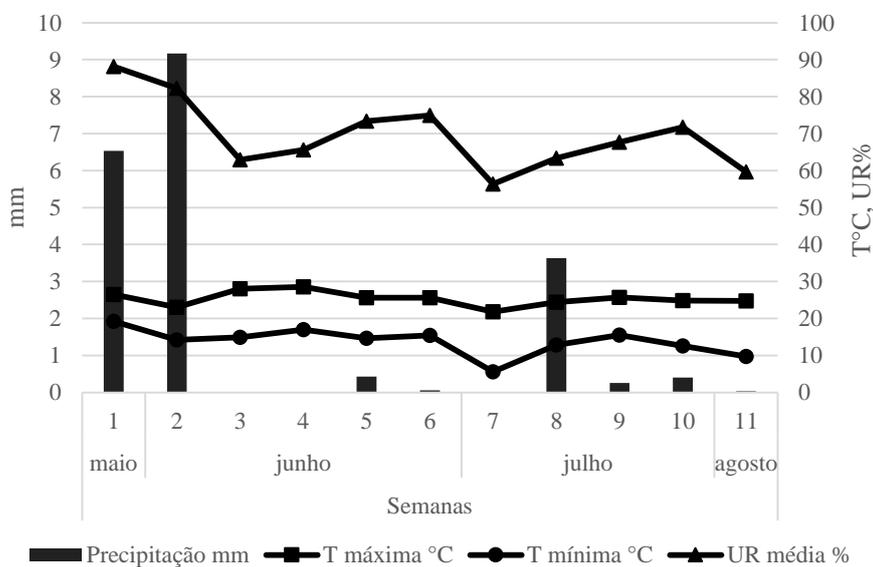


Figura 1. Médias semanais de temperatura máxima (T máxima °C) e mínima (T mínima °C), umidade relativa média do ar (UR média %) e precipitação pluviométrica (mm) para a região durante o período experimental.

Fonte meteorológica da Fazenda Experimental da UNIOESTE, Marechal C. Rondon – PR, maio/2019 a agosto/2019.

As características químicas e físicas do solo da área experimental foram determinadas através de amostragem, realizada por ocasião da implantação do experimento na profundidade 0-20 cm. Em seguida, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Química Ambiental e Instrumental da UNIOESTE Campus Marechal Cândido Rondon (Tabela 1). O solo da área experimental é classificado como Oxisol Ustox Eustrtox (SOIL SURVEY STAFF, 2014) ou Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2013) de textura argilosa.

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo experimental na profundidade de 0-20cm.

Atributo	Área antecessora	
	Crotalária	Milho
P (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	18,64	33,81
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	19,48	21,87
pH CaCl ₂ (0,01 mol L ⁻¹)	4,78	5,13
H + Al (cmol _c dm ⁻³) ⁽³⁾	5,92	5,88
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,40	0,38
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽¹⁾	0,28	0,19
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾	3,22	3,57
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³) ⁽²⁾	1,71	1,42
SB (cmol _c dm ⁻³)	5,20	5,18
CTC (cmol _c dm ⁻³)	11,12	11,06
V (%)	47,13	46,85
Al (%) ⁽²⁾	8,94	8,28
Cu (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	3,15	3,00
Zn (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	1,35	3,35
Mn (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	75,50	71,40
Fe (mg dm ⁻³) ⁽¹⁾	49,10	52,30

⁽¹⁾Extrator Mehlich⁻¹, ⁽²⁾ Extrator KCL 1mol L⁻¹ e ⁽³⁾ pH SMP (7,5). Caracterizações químicas e físicas realizadas pelo laboratório de Química Agrícola e Ambiental de UNIOESTE – *Campus* de Marechal Cândido Rondon (PR).

Os valores de resistência do solo à penetração, na camada de 0 a 40 cm, estão expressos na figura 2 e correspondem as áreas antecessoras a aveia preta. A análise foi feita após a colheita do milho e o corte da crotalária, antes da implantação da aveia preta.

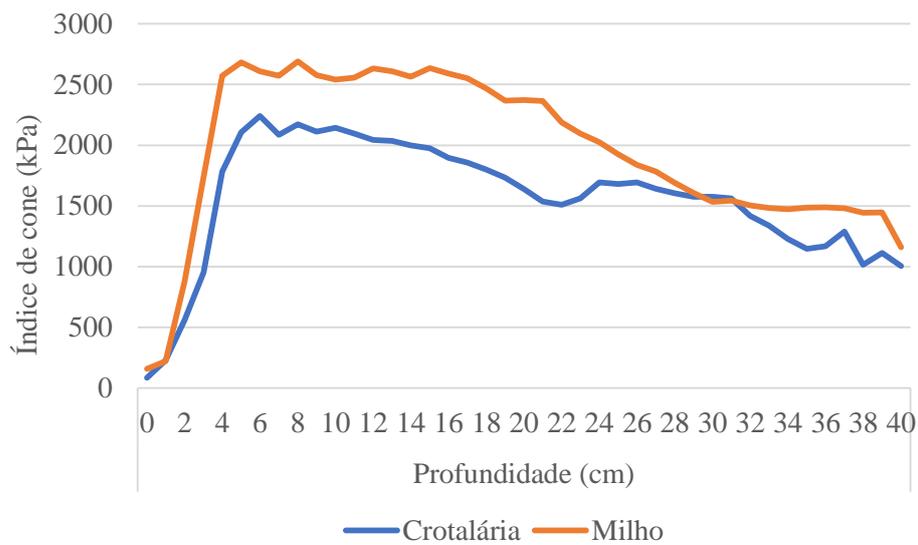


Figura 2. Resistência do solo à penetração (kPa), na camada de 0 a 40 cm de profundidade, das áreas antecessoras à aveia preta (milho ou crotalária), antes da implantação da aveia preta, em Marechal Cândido Rondon (maio de 2019).

A área experimental total foi dividida em 5 parcelas de 112 m², para cada tratamento, de acordo com a cultura antecessora, onde cada parcela representou uma unidade experimental (repetição). Nas parcelas foi plantada aveia preta, a qual tinha como cultura antecessora milho ou crotalária.

As culturas antecessoras à aveia preta, que se referem aos tratamentos, foram o milho - colhido para produção de silagem - e a crotalária que foi colhida em forma de feno. A *Crotalaria ochroleuca* foi semeada no dia 09/11/2018 em sistema de plantio direto, utilizando 10 kg ha⁻¹ de sementes, com profundidade de 2 cm e espaçamento entre linhas de 0,5 m. A leguminosa em questão foi colhida para confecção de feno no dia 20/02/2019, antes do corte a matéria seca disponível era de 195,33 g kg⁻¹ MS e a produção foi de 109,26 t ha⁻¹ de matéria verde. Não foi realizada adubação para o cultivo da crotalaria.

O milho utilizado foi o BREVANT híbrido B 281, implantado no dia 03/09/2018, em sistema de plantio direto, onde foi utilizado 4,7 sementes por metro e espaçamento entre linhas de 0,7 m. Como citado anteriormente, o milho foi colhido para confecção de silagem no dia 28/01/2019, no momento do corte a produção de massa verde foi de aproximadamente 79,62 t ha⁻¹. A adubação do milho foi realizada no momento do plantio, constituída de 370 kg ha⁻¹ do fertilizante NPK na formulação 10-15-15 (N-P₂O₅-K₂O) e durante o desenvolvimento do milho, antes do nascimento da sexta folha, foi aplicado 150 kg ha⁻¹ do mesmo fertilizante.

A implantação da aveia preta cultivar EMBRAPA 139 ocorreu no dia 03 de maio de 2019, sob sistema de plantio direto. A semeadura foi realizada com espaçamento entre linhas de 0,17 m, profundidade de semeadura média de 2 centímetros, e densidade de semeadura de 65 kg de sementes ha⁻¹. Na ocasião da semeadura, foi realizado adubação de base com 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 10-20-20 (N-P₂O₅-K₂O), respeitando recomendações do Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (PAULETTI; MOTTA, 2019). As plantas daninhas foram controladas quimicamente com o uso de herbicida a base de metsulfuron-metyl (produto comercial Ally®: 6,6 g ha⁻¹).

As características estruturais da aveia preta, avaliadas no tempo foram: diâmetro de colmo (mm) com auxílio de um paquímetro, comprimento do colmo (cm) com auxílio de uma régua, número de folhas verdes e senescentes, altura das plantas (cm) com auxílio de uma régua, número de perfilhos por planta, quantidade de planta por m² e realização da relação folha colmo, pela composição percentual das estruturas anatômicas da planta e segmentação dos componentes. A partir da coleta aos 62 dias após emergência, foi possível observar presença de panícula na aveia preta, porém a mesma foi descartada.

A amostragem da planta de aveia foi realizada com o auxílio de um quadro de 0,25 m² lançado ao acaso, duas vezes por parcela. O corte da gramínea foi aproximadamente a 8 cm do solo, com auxílio de uma foice. Foram realizadas cinco coletas com intervalos de 10 dias cada, onde a primeira coleta ocorreu 32 dias após a emergência das plantas (DAE) (26/06/2019). A primeira amostra escolhida foi destinada às avaliações de campo descritas acima, sendo ainda avaliado a matéria seca (MS) da folha e do colmo, em estufa de ventilação forçada de ar sob temperatura de 55 °C por 72 horas.

A segunda amostra colhida foi encaminhada para o Laboratório de Nutrição animal (LANA) da UNOESTE no *campus* de Marechal Cândido Rondon e destinada à obtenção da MS parcial da planta inteira da aveia preta, sendo submetida à secagem em estufa de ar forçado, a 55 °C até peso constante. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneiras de 1 mm de crivo e submetidas a procedimentos laboratoriais para determinação dos teores de matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) segundo a AOAC (1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) conforme Van Soest et al. (1991).

A degradabilidade *in situ* da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO) e da fibra em detergente neutro (DFDN), da planta *in natura* da aveia preta coletada em diferentes tempos (32, 42, 52, 62 e 72 dias após emergência). Foram estimadas pela técnica *in situ* utilizando sacos

de náilon medindo 12 cm x 8 cm e com poros de 40 a 60 μm , contendo aproximadamente 5 g de cada material, moído a 1 mm, para posterior incubação no rúmen, com (NOCEK, 1988).

Os tempos de incubação para determinação da degradabilidade ruminal da matéria seca foram de 24, 48 e 168 horas, com cinco repetições cada. Após esse procedimento as amostras foram retiradas do rúmen dos animais e analisadas em laboratório.

Para tal, foram utilizados dois bovinos, machos, castrados, da raça Jersey, com 6 anos de idade, peso vivo médio de 700 kg, portadores de fístula ruminal, que estão alocados na Unidade Didática de Bovinocultura de Corte da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO) em Guarapuava/PR. O uso desses animais foi realizado após a autorização do Comitê de Ética no uso de animais (CEUA/UNICENTRO), pelo ofício n° 005/2021, do dia 05 de fevereiro de 2021 (Anexo A).

Os dados foram submetidos à análise de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro Wilk. Após, foram analisados através da análise de Variância (ANOVA), considerando um desenho experimental fatorial em blocos casualizados, onde o fator 1 era a cultura antecessora (milho ou crotalaria), e o fator 2 o tempo de avaliação (32, 42, 52, 62 e 72 dias após a emergência da planta), com cinco repetições. Quando ocorreu efeito da interação entre os fatores ele foi desdobrado. Para o efeito do tempo, realizou-se a análise de regressão polinomial. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o software estatístico R versão 4.0.2.

3.3 Resultados e discussão

As variáveis número de folhas verdes e senescentes (Tabela 2), apresentaram diferença significativa para o efeito cultura antecessora, com valores superiores para o milho. Acredita-se que a adubação realizada na cultura do milho apresentou uma melhora na disponibilidade de N, interferindo de forma positiva para o aumento do número de folhas verdes da aveia preta. Os adubos nitrogenados apresentam efeito residual e exercem importante papel no incremento do volume de folhas e inflorescências (COSTA et al., 2010), mostrando os efeitos da adubação na cultura seguinte.

Em relação aos dias após emergência, houve efeito significativo entre os tempos, onde as variáveis, diâmetro e comprimento de colmo, número de folhas verdes e altura de planta, apresentaram um comportamento quadrático, no decorrer dos dias. Já as variáveis número de folhas senescentes e perfilhos por planta se comportaram de forma linear crescente e número de plantas por m^2 linear decrescente.

Foram observados efeitos significativos da interação entre dias após emergência (DAE) e cultura antecessora ($P < 0,05$) para as variáveis comprimento de colmo, número de folhas senescentes e plantas por m^2 , sendo que as demais variáveis não obtiveram tal diferença estatística.

Tabela 2. Médias de diâmetro e comprimento de colmo, número de folhas verdes e senescente, número de perfilho por planta, planta por m^2 e altura da aveia preta, após emergência, com cultivo antecessor milho ou crotalária.

	Diâmetro de colmo, cm	Compr. colmo, cm	N° Folha verde	N° Folha senescente	N° Perfilho planta	N° Planta m^2	Altura de planta, cm
Cultura antecessora							
Crotalária	2,87	18,81	14,34	3,56	4,86	145,40	31,64
Milho	2,97	17,32	16,98	5,14	5,40	152,50	30,56
Dias após emergência da aveia preta							
32	1,94	4,03	9,05	0,60	4,25	203,60	13,40
42	2,78	6,75	13,65	2,20	4,45	154,00	19,70
52	3,15	10,59	14,95	4,50	4,70	150,00	24,90
62	3,64	29,63	23,30	6,90	6,55	116,80	43,70
72	3,08	39,35	17,35	7,55	5,70	120,40	53,80
Probabilidade ($P < 0,05$)							
C	0,378	0,217	0,040	<0,001	0,213	0,458	0,342
D	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,006	<0,001	<0,001
C*D	0,900	0,001	0,527	<0,001	0,706	0,012	0,085
Coeficiente							
Intercepto	-3,523	21,675	-23,12	-5,322	2,530	254,83	14,522
Linear	0,231	-1,235	1,306	0,186	0,050	-2,036	-0,527
Quadrático	-0,002	0,021	-0,010	-	-	-	0,0151
R ²	0,6570	0,8650	0,4030	0,6829	0,1819	0,3774	0,9157
P valor Reg	<0,001	0,0001	0,024	<0,001	0,002	<0,001	<0,001

C - efeito de cultura antecessora; D - efeito dos dias após emergência; C*D - interação entre cultura antecessora e dias após emergência; (-) variável que não apresentou efeito quadrático.

Após a verificação de interação, pode-se observar que a variável comprimento de colmo, apresentou comportamento quadrático para ambas as culturas antecessoras (Figura 3). O comportamento de número de folhas senescentes foi linear crescente para o efeito cultura (Figura 4) e, a variável planta por m^2 foi linear decrescente para crotalária e quadrático para milho como cultura antecessora (Figura 5).

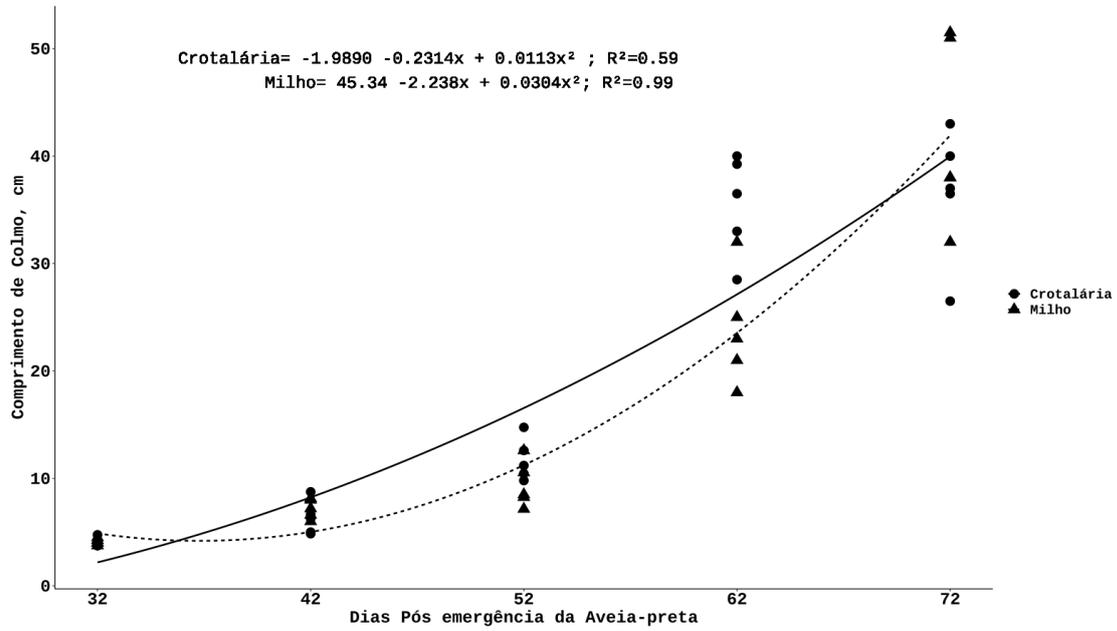


Figura 3. Comportamento quadrático do comprimento de colmo da aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e os dias após emergência.

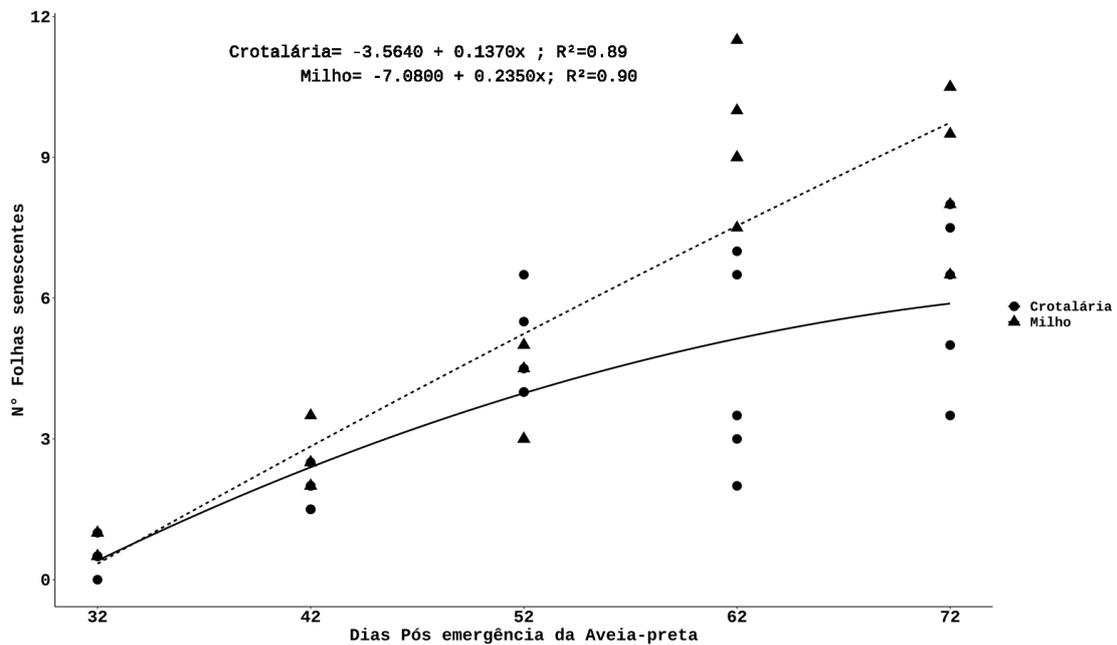


Figura 4. Comportamento linear crescente do número de folhas senescentes da aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e os dias após emergência.

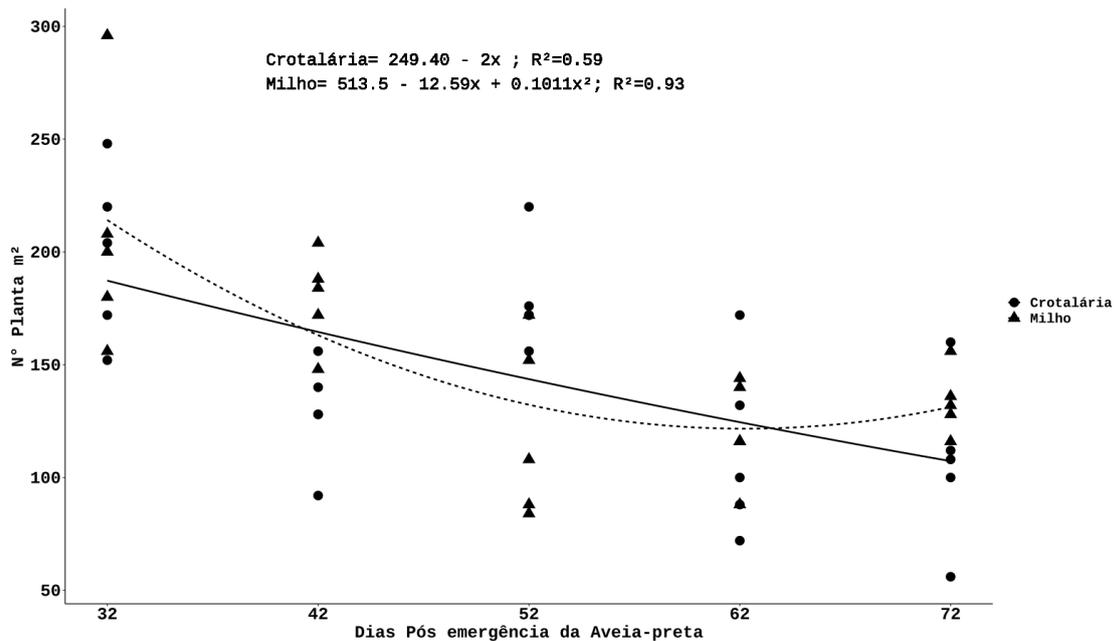


Figura 5. Comportamento do número de plantas/m² da aveia preta, em relação à cultura antecedente (crotalária ou milho) e os dias após emergência.

Observa-se que o aumento do diâmetro e comprimento do colmo foi proporcional ao crescimento das plantas, pois segundo Mondardo et al., (2011), essas características são justificadas pela altura das plantas. Com o aumento na altura das plantas, quase sempre ocorre um aumento no diâmetro e comprimento das estruturas de suporte (colmos), que se alteram em proporção requerida para suportar as folhas do perfilho.

O aumento dos números médios das folhas ocorre até emissão da panícula principal. Após a emissão da panícula e da haste principal, o desenvolvimento dos perfilhos continua com a formação de novas folhas, sendo mais acentuado o desenvolvimento dos perfilhos secundários. De acordo com Fontanelli et al. (2012), o perfilhamento está relacionado com as características da espécie forrageira, pois a aveia preta possui grande capacidade de perfilhamento.

A densidade de perfilhos pode sofrer alterações ao longo do ciclo, sendo um comportamento característico da dinâmica populacional dos perfilhos de uma gramínea. No decorrer do crescimento das plantas, em momentos de competição por recursos do ambiente, os perfilhos mais jovens senescem e os fotoassimilados e nutrientes são translocados para os perfilhos mais velhos. Esse evento ocorre para assegurar o desenvolvimento da planta, na produção de sementes ao final do ciclo e, para a perpetuação da espécie (CASTAGNARA et al., 2010).

Nesse contexto, a partir da emissão das panículas, o número de folhas verdes decresce e o número de perfilhos aumenta. Em seguida, o número de folhas senescentes aumenta, em favorecimento ao desenvolvimento dos perfilhos primários e produção de grão.

A redução no número de plantas por m² provavelmente está relacionada também com o aumento do número de perfilhos por planta, que se apresentou de forma crescente com o tempo, estimulando uma maior competição entre as plantas. Conforme Abreu et al. (2006), a variação do grau de competição entre plantas de aveia provoca uma adaptação morfológica. Essa adaptação ocorre devido à maior ou menor disponibilidade de espaço entre as mesmas, com variável oferta de luz, água e nutrientes por planta, esta competição pode influenciar e diminuir o número de plantas.

Foi possível observar um efeito significativo sobre a cultura antecessora para as variáveis relação folha:colmo e produção de matéria seca, onde o milho apresentou menor relação folha colmo e maior produção de matéria seca em comparação à crotalária. Em relação ao efeito dos DAE, pode-se observar comportamento quadrático para as variáveis matéria seca da planta, relação folha colmo e produção de matéria verde. Já as variáveis de matéria seca do colmo, matéria seca da folha e a produção de matéria seca, apresentaram comportamento linear crescente no decorrer dos dias após emergência (Tabela 3).

Em relação aos valores médios da última coleta de matéria seca da planta (234,4 g kg⁻¹), colmo (223,94 g kg⁻¹) e folha (274,64 g kg⁻¹) da aveia preta, foram semelhantes ao encontrado por Horst et al. (2018), que utilizou a mesma cultivar (EMBRAPA 139), para confeccionar silagem pré-secada. Os valores apresentados para as variáveis de MS da planta, colmo e folha, por esses autores foram, 211,9 g kg⁻¹, 218,0 g kg⁻¹ e 240,6 g kg⁻¹, respectivamente.

Pode-se observar interação entre a cultura antecessora e os DAE somente para a variável relação folha colmo (Tabela 3), onde o comportamento dessa variável foi quadrático para ambas as culturas antecessoras (Figura 6).

Tabela 3. Médias de matéria seca da planta, do colmo e da folha, relação folha:colmo e produção de matéria verde e seca, da aveia preta, em cinco tempos de avaliação (dias após emergência), associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.

	MS Planta, g kg ⁻¹	MS Colmo, g kg ⁻¹	MS Folha, g kg ⁻¹	Relação Folha: Colmo	Produção Matéria Verde, kg ha ⁻¹	Produção Matéria Seca, kg ha ⁻¹
Cultura antecessora						
Crotalária	189,80	181,90	232,50	4,13	8662,00	1609,00
Milho	196,80	178,90	222,60	3,04	9133,00	1813,00
Dias após emergência da aveia preta						
32	182,50	147,60	193,40	8,58	3057,00	557,90
42	196,80	196,20	231,20	3,84	4491,00	882,90
52	182,10	159,40	213,80	3,41	10302,00	1840,90
62	170,60	175,10	226,70	1,30	15125,00	2568,20
72	234,40	223,60	272,60	0,79	11511,00	2706,70
Probabilidade (P<0,05)						
C	0,169	0,618	0,232	0,015	0,408	0,038
D	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
C*D	0,468	0,603	0,174	0,050	0,121	0,138
Coeficiente						
Intercepto	335,86	112,29	147,52	25,106	-25244,622	-1399,85
Linear	-6,82	1,31	1,539	-0,6838	1098,615	59,83
Quadrático	0,073	-	-	0,0048	-7,915	-
R ²	0,3466	0,3084	0,3228	0,7030	0,7027	0,8237
P valor Reg	<0.001	<0.001	<0.001	0,0026	0,0014	<0.001

C-efeito de cultura antecessora; D- efeito dos dias após emergência; C*D- interação entre cultura antecessora e dias após emergência; (-) variável que não apresentou efeito quadrático.

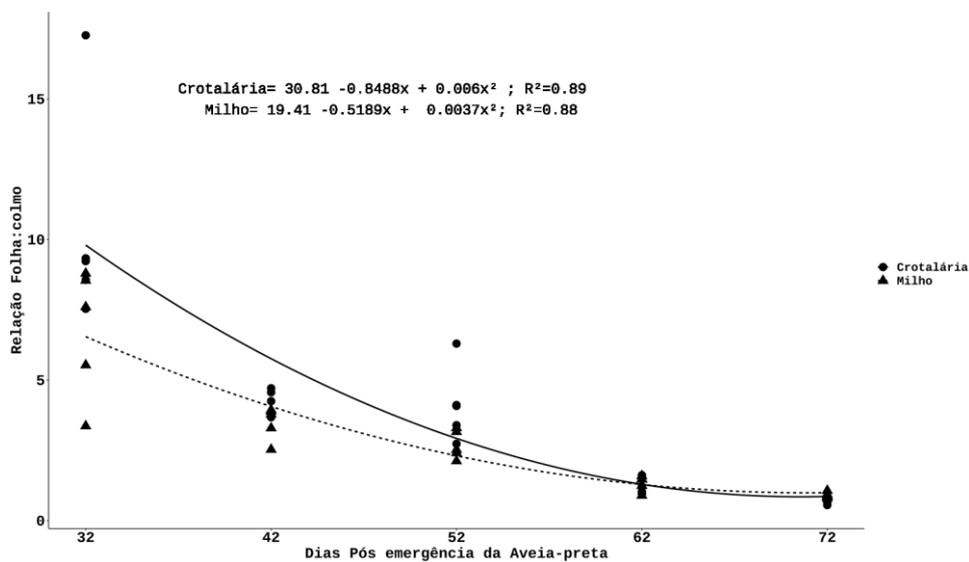


Figura 6. Comportamento quadrático da variável relação folha:colmo da aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e os dias após emergência.

Devido ao fato do cultivo antecessor com crotalária apresentar uma maior relação folha:colmo, acreditava-se que a mesma apresentaria maior número de folhas verdes e até mesmo um menor comprimento de colmo, porém foi detectado o contrário.

Avaliando a relação folha:colmo da aveia preta, os resultados encontrados foram semelhantes aos de Castagnara et al. (2010), onde os valores para essa variável decresceram linearmente ao longo do período experimental. Em estudos, Horst et al. (2018), encontraram uma relação folha:colmo de 1,15, para aveia preta EMBRAPA 139, em estágio de pré-florescimento. Valor este que foi superior ao encontrado no presente estudo.

O comportamento quadrático verificado na variável produção de matéria verde, pode estar relacionado ao estágio fisiológico da planta, onde neste período, elas estariam saindo da sua fase vegetativa para posteriormente iniciar sua fase reprodutiva, o que pode ter ocasionado a diminuição na produção após os 62 dias. A fase vegetativa se caracteriza pela maior produção de massa foliar em relação à fase de reprodução, tendo o papel crucial na captação de luz e fotossíntese, refletindo na maior quantidade de matéria seca obtida (ROCHA et al., 2007).

Nesse contexto, o comportamento de queda da produção de matéria seca com o avançar da idade da planta é natural (HOPPEN et al., 2021). Por isso, nos resultados obtidos no presente estudo, a produção se mantém crescente até os 62 DAE, sendo o ponto próximo à máxima produção, e posteriormente ocorre a queda aos 72 DAE.

Houve valores mais altos de produção de matéria seca para o milho como cultura antecessora, isso pode ter ocorrido devido ao pH do solo, visto que essa área apresenta o melhor nível de pH (Tabela 1), quando comparada à área com crotalária. Os estudos de Batista et al. (2018) ressaltam que em um solo com alta acidez, há limitações na disponibilidade de Ca, Mg e K e favorecimento na disponibilidade de Al^{3+} , resultando em uma baixa disponibilidade dos micronutrientes Cu, Fe, Mn, Ni e Zn, que podem atingir níveis insuficientes.

Para Escosteguy et al. (2014) além de decrescer a disponibilidade da maioria dos nutrientes do solo e limitar o desenvolvimento, a alta acidez pode alterar a morfologia da raiz e influenciar outros fatores biológicos relacionados à disponibilidade de nutrientes. A máxima produção obtida para a aveia seria em um pH 7,5, dado este superior ao encontrado nos solos experimentais, que foram de 4,78 na área crotalária e 5,13 na área do milho.

Em estudo, avaliando diferentes cereais de inverno para produção de silagem pré-secada, Horst et al. (2018), obtiveram valores de produção para a aveia preta EMBRAPA 139, superiores aos obtidos nesse trabalho. Onde encontraram para fitomassa fresca e seca 20684 kg ha^{-1} e 4384 kg ha^{-1} , respectivamente. Mesmo sendo semelhante ao presente estudo, em relação a ter como cultura antecessora o milho, utilizado para silagem, os autores utilizaram uma

adubação maior, com 400 kg ha⁻¹ NP₂O₅-K₂O (04-20-20) no momento da semeadura e mais 191,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio de cobertura.

As condições climáticas (Figura 1) da área experimental não foram favoráveis durante o cultivo da aveia preta, pois a precipitação foi extremamente baixa e as temperaturas bem altas. Tendo em vista que a aveia preta apresenta melhor desenvolvimento em regiões com temperaturas mais baixas, acredita-se que o clima interferiu significativamente na sua produção e desenvolvimento.

Na análise dos dados bromatológicos expressos na tabela 4, pode-se observar que o efeito de cultura antecessora foi significativo (P<0,05) para fibra em detergente ácido (FDA), apresentando maior valor para crotalária. O comportamento das variáveis matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), FDA e lignina (LIG), no decorrer dos DAE foi linear crescente. Já as variáveis matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB), esse comportamento se mostrou linear decrescente.

Tabela 4. Dados bromatológicos da aveia preta, em cinco tempos de avaliação (dias após emergência), associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.

	Matéria Mineral g kg ⁻¹ MS	Matéria Orgânica g kg ⁻¹ MS	Proteína Bruta g kg ⁻¹ MS	Fibra em Detergente Neutro g kg ⁻¹ MS	Fibra em Detergente Ácido g kg ⁻¹ MS	Lignina g kg ⁻¹ MS
Cultura antecessora						
Crotalária	83,20	912,50	188,20	482,70	227,10	15,74
Milho	80,67	915,00	193,60	473,00	219,00	15,25
Dias após emergência da aveia preta						
32	92,53	900,00	244,20	415,20	175,10	10,90
42	84,95	910,70	201,10	457,30	197,60	11,40
52	82,00	914,30	193,70	475,80	212,60	14,63
62	81,43	914,80	186,60	501,70	262,10	19,19
72	68,75	929,00	128,90	539,20	267,70	21,35
Probabilidade (P<0,05)						
C	0,094	0,102	0,086	0,160	0,044	0,624
D	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
C*D	0,047	0,043	0,455	0,772	0,804	0,578
Coeficiente						
Intercepto	108,494	881,4517	318,377	325,772	93,172	0,5738
Linear	-0,5108	0,6212	-2,451	2,925	2,497	0,2869
R ²	0,5910	0,6496	0,8159	0,7632	0,8360	0,5924
P valor Reg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

C-efeito de cultura antecessora; D- efeito dos dias após emergência; C*D- interação entre cultura antecessora e dias após emergência.

Foi possível observar interação entre a cultura antecessora e os DAE para as variáveis MM e MO (Tabela 4). Para ambas as variáveis a crotalária apresentou comportamento quadrático e o milho se mostrou linear decrescente para MM e linear crescente para MO (Figura 7 e 8).

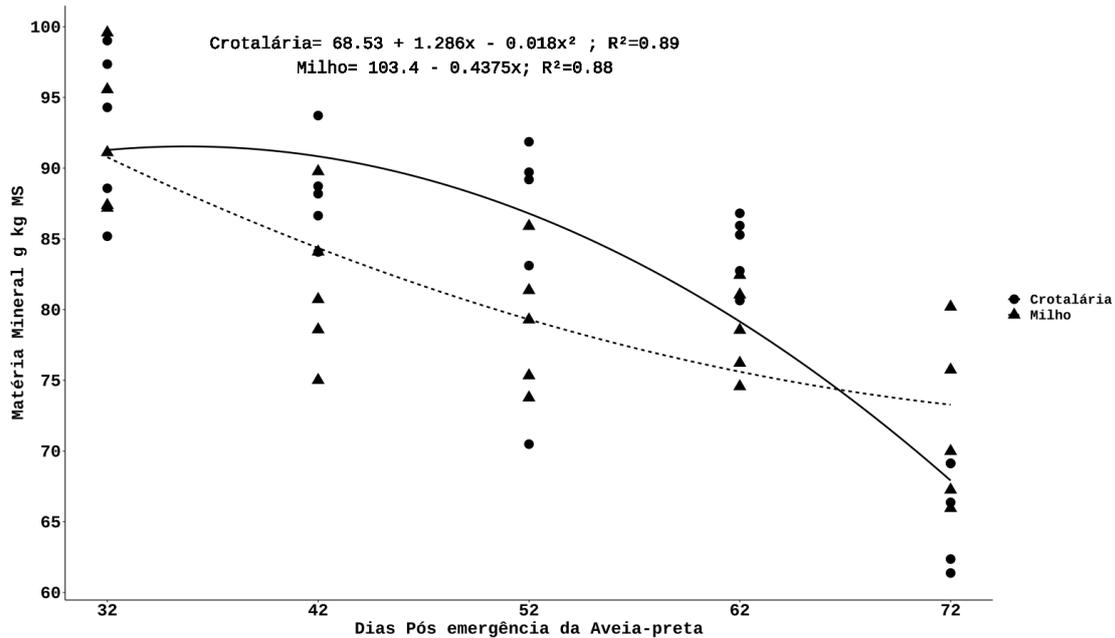


Figura 7. Comportamento da matéria mineral da aveia preta, em relação à cultura antecessora e os dias após emergência.

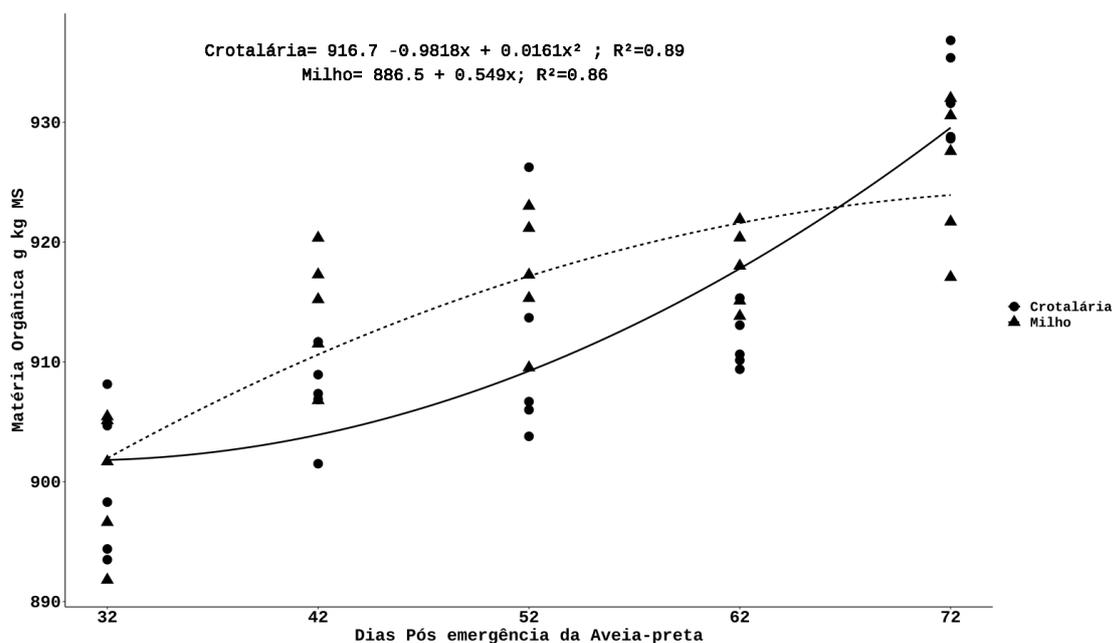


Figura 8. Comportamento da matéria orgânica da aveia preta, em relação à cultura antecessora e os dias após emergência.

A composição mineral de uma planta depende de vários fatores independentes, tais como: idade da planta, a fertilidade do solo e adubação empregada, diferenças entre espécies e variedades, estação do ano, entre outros. Como as condições climáticas e a forrageira utilizada para ambos os tratamentos foram os mesmos, acredita-se que a cultura antecessora interferiu na capacidade de a aveia preta acumular minerais ao longo do período de desenvolvimento. Por isso houve um comportamento quadrático para crotalária (SCHMOELLER et al., 2019).

Em geral, os teores de proteína bruta encontrados no presente estudo estão próximos aos obtidos Meinerz et al. (2011), onde avaliaram diferentes cultivares e linhagens de aveias preta. Verificaram que durante o primeiro corte, o teor de proteína bruta variou de 245,5 a 260,5 g kg⁻¹, no segundo 224,6 a 241,3 g kg⁻¹ e no terceiro corte, a variação foi de 158,6 a 189,3 g kg⁻¹, evidenciando assim o efeito da idade da planta na qualidade nutricional desta forragem.

Para a variável de PB, Simionatto et al. (2019), obteve os melhores índices, no primeiro corte do estágio vegetativo da aveia, semelhante ao presente estudo onde os maiores teores de proteína bruta foram obtidos nas primeiras coletas.

Em seus estudos, Gerdes et al. (2005) verificou que de acordo com o avanço do estágio de desenvolvimento das gramíneas, ocorre o decréscimo no nível de proteína de um estágio para outro. As plantas apresentam teores mais elevados de PB no seu estágio vegetativo diminuindo à medida que se aproximaram do seu florescimento.

Em estudos, Meinerz et al. (2011), avaliaram diferentes cultivares e linhagens de aveia preta e seus resultados foram próximos aos encontrados no presente trabalho, onde para FDN obtiveram uma variação entre os cortes, de 531,1 a 613,6 g kg⁻¹, já para FDA os valores variam de 211,4 a 304,8 g kg⁻¹.

Para os teores de FDN, Hoppen et al. (2021), obteve em seus períodos de avaliação um aumento gradativo na concentração dessa variável, correlacionando este aumento com a maior concentração de hemicelulose. Sugere-se que essa correlação seja devido ao aumento da idade da planta, resultando em uma maior estruturação da parede celular. De acordo com Horst et al. (2018), os teores de FDN aumentam à medida que avança o ciclo da pastagem, devido ao enrijecimento das folhas, massa dos colmos e pseudocolmos associado ao aumento dos compostos estruturais e à lignificação das paredes celulares nos tecidos.

Estudos avaliando o desempenho de cereais de inverno sobre resíduos de forrageiras perenes e culturas de verão, Mariane et al. (2012) não observaram diferença significativa para FDN e FDA da aveia preta em sucessão a uma leguminosa ou gramínea. Porém, os valores de FDN e FDA foram superiores quando havia soja como cultura antecessora (460 e 237 g kg⁻¹ MS, respectivamente), em comparação com o milho (427 e 220 g kg⁻¹ MS, respectivamente).

Fator semelhante ao ocorrido no presente estudo, onde o teor de FDA foi inferior quando a cultura antecessora foi o milho.

Segundo Horst et al. (2018), o aumento da lignina influencia na disponibilidade do material da parede celular, dificultando a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, tornando os carboidratos estruturais indisponíveis, reduzindo a digestibilidade da fibra. Foster e Malhi (2013), atestaram um aumento significativo na concentração de FDA em função da idade da planta para a cevada, aveia e triticale.

Para as variáveis de degradabilidade *in situ*, a cultura antecessora interferiu significativamente ($P < 0,05$) na degradabilidade em 48 horas, da matéria seca (DMS), da fibra em detergente neutro (DFDN) e da matéria orgânica (DMO). Onde a crotalaria apresentou maiores valores de degradabilidade para as três variáveis. Em relação aos dias após emergência, as variáveis de degradabilidade em 168 horas e a DMS em 48 horas apresentaram comportamento quadrático. Já para as demais variáveis, esse comportamento foi linear decrescente, reduzindo no decorrer dos DAE (Tabela 5).

Tabela 5. Análise dos dados de degradabilidade *in situ* da matéria seca (DMS), da fibra em detergente neutro (DFDN) e da matéria orgânica (DMO) da aveia preta em 168, 48 e 24 horas, em cinco tempos de avaliação (dias após emergência), associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.

	DMS 168h, g kg ⁻¹ MS	DFDN 168h, g kg ⁻¹ MS	DMO 168h, g kg ⁻¹ MS	DMS 48h, g kg ⁻¹ MS	DFDN 48h, g kg ⁻¹ MS	DMO 48h, g kg ⁻¹ MS	DMS 24h, g kg ⁻¹ MS	DFDN 24h, g kg ⁻¹ MS	DMO 24h, g kg ⁻¹ MS
Cultura antecessora									
Crotalária	887,70	837,90	902,40	777,30	632,90	788,20	578,80	325,50	604,00
Milho	894,20	843,90	898,70	723,30	575,80	737,00	576,70	346,20	589,90
Dias após emergência da aveia preta									
32	924,30	881,60	925,90	819,60	715,00	822,20	642,40	429,70	657,40
42	909,10	874,20	924,50	800,70	671,90	824,20	625,50	399,00	624,30
52	906,60	862,10	911,00	761,50	615,90	765,30	584,20	336,60	595,40
62	887,80	830,10	898,30	725,90	557,60	730,30	532,90	274,00	566,80
72	827,00	756,60	843,00	643,90	461,30	671,00	503,70	239,90	540,80
Probabilidade (P<0,05)									
C	0,401	0,402	0,446	<0.001	0,008	<0.001	0,873	0,269	0,319
D	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
C*D	0,430	0,430	0,110	0,008	0,089	0,022	0,861	0,734	0,822
Coeficiente									
Linear	810,8671	721,6297	808,7541	752,5401	927,625	968,538	770,1	598,157	748,058
Quadrático	5,8313	8,3634	6,0396	4,8488	-6,217	-3,961	-3,7	-5,045	-2,906
R ²	-0,0768	-0,1087	-0,0765	-0,0876	-	-	-	-	-
P valor Reg	0,7461	0,7773	0,7507	0,5587	0,5627	0,5049	0,5805	0,5740	0,4483
P valor Reg	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

C-efeito de cultura antecessora; D- efeito dos dias após emergência; C*D- interação entre cultura antecessora e dias após emergência; (-) variável que não apresentou efeito quadrático.

A interação entre cultura antecessora e DAE foi observada na DMS e DMO em 48 horas de incubação, onde para ambas as variáveis e culturas antecessoras o comportamento foi linear decrescente (Figura 9 e 10).

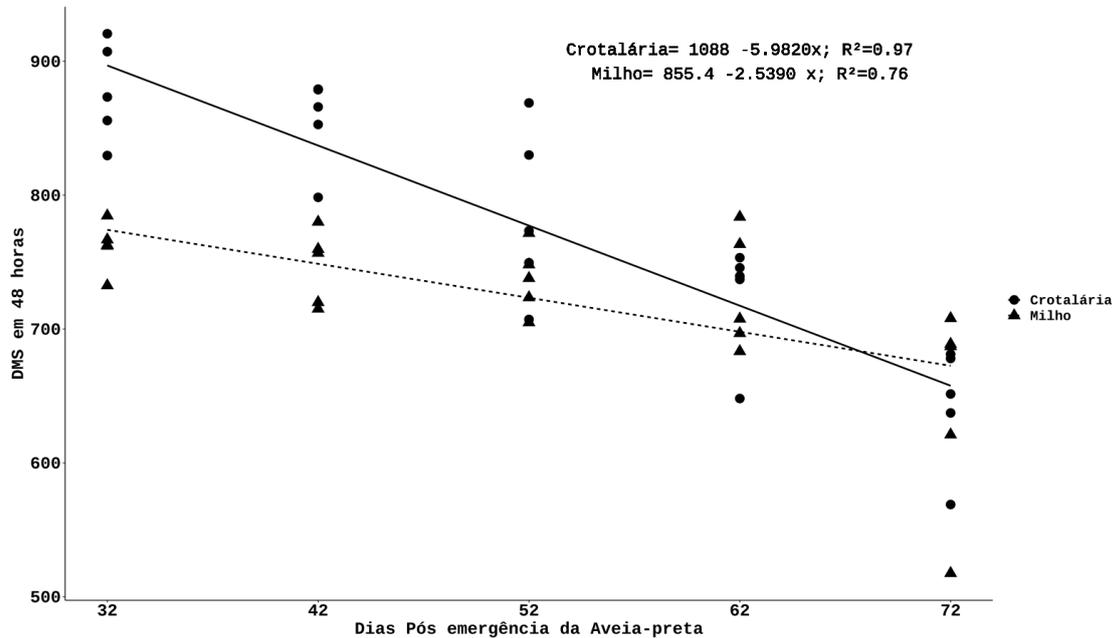


Figura 9. Comportamento linear decrescente da degradabilidade *in situ* da matéria seca em 48 horas de incubação da aveia preta, em relação à cultura antecessora e os dias após emergência.

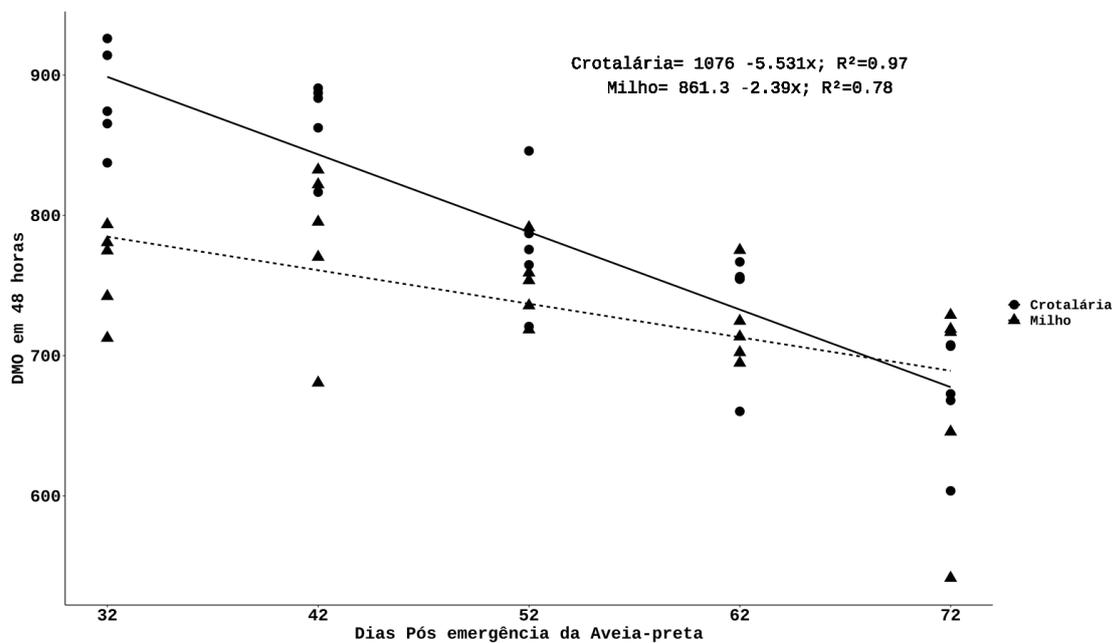


Figura 10. Comportamento linear decrescente da degradabilidade *in situ* da matéria orgânica em 48 horas de incubação da aveia preta, em relação à cultura antecessora e os dias após emergência.

A aveia apresenta, em sua fase de crescimento vegetativo, alta proporção de folhas, baixo conteúdo de fibra e altos teores de minerais e proteína bruta. Já na fase reprodutiva, o alongamento, emborrachamento e florescimento sofre alterações, resultando em queda da digestibilidade, conseqüentemente queda de sua qualidade e do consumo da forrageira pelo animal. No decorrer do desenvolvimento da planta é normal que haja um aumento da fração insolúvel da parede celular, apresentando um potencial de degradação mais baixo, sendo resistente ao ataque de enzimas do trato gastrintestinal de ruminantes (FERRAZZA et al., 2013).

A susceptibilidade à degradação ruminal da porção fibrosa varia entre espécies e com a idade ou nível de maturação da forrageira. À medida em que se avança no desenvolvimento vegetal rumo ao estágio de maturação, ocorre drástica diminuição do teor proteico e aumento do teor de fibra, associado ao aumento no teor de lignina. A lignina forma uma barreira que impede a aderência microbiana e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose. Isto indisponibiliza os carboidratos estruturais potencialmente degradáveis, diminuindo a digestibilidade da fibra, qualidade e o aproveitamento da forragem (FERRAZZA et al., 2013).

Em estudos avaliando o desempenho de cereais de inverno sobre resíduos de forrageiras perenes e culturas de verão, Mariane et al. (2012) não observaram diferença significativa para DMS da aveia preta em sucessão a uma leguminosa ou gramínea. Porém, os valores foram superiores quando havia soja como cultura antecessora ($717 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente), em comparação com o milho ($703 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente). Semelhante ao ocorrido no presente estudo onde a DMS, DFDN e DMO em 48 horas, foi superior quando a cultura antecessora foi a crotalária.

3.4 Conclusão

O uso do milho como cultivo antecessor à aveia preta promoveu maior produção de matéria seca e a crotalária proporcionou maior degradabilidade.

3.5 Referências

- ABREU, G.T.de; SCHUCH, L.O.B.; MAIA, M.S. et al. Efeito da população de plantas do cultivar UPF 18 de aveia branca (*Avena sativa* L.) sobre a produção de biomassa. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.1, p.31-36, 2006.
- ARAÚJO, A.R.; MACEDO, M.C.M.; FERREIRA, A.D. et al. Práticas de cultivo de rotação de culturas para avaliar a qualidade do solo em diferentes sistemas de manejo no Sudoeste dos Cerrados. EMBRAPA Gado de corte, 1.Ed., 36p., 2018.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p.
- BATISTA, M.A.; INOUE, T.T.; ESPER NETO, M. et al. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S.; GOTO, R. **Hortaliças-fruto [online]**. Maringá: EDUEM, 2018, p.113-162. ISBN: 978-65-86383-01-0.
- BORGES, W.L.B.; FREITAS, R.S.; MATEUS, G.P. et al. Supressão de Plantas Daninhas Utilizando Plantas de Cobertura do Solo. **Planta Daninha**, v.32, n.4, p.755-763, 2014.
- CARVALHO, A.M.; COSER, T.R.; REIN, T.A. et al. Manejo de plantas de cobertura na floração e na maturação fisiológica e seu efeito na produtividade do milho. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.50, n.7, p.551-561, 2015.
- CASTAGNARA, D.D.; RÁDIS, A.C.; SOUZA, L.C.de. et al. Características estruturais e produtivas da aveia preta Comum em cinco idades de rebrota na região Oeste do Paraná. **Cultivando o saber**, v.3, n.2, p.116-129, 2010.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H. et al. Cartas climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2000.
- COSTA, R.V.; CASELA, C.R.; COSTA, L.V. Doenças. In: CRUZ, J.C. (Ed.). **Cultivo do Milho**. 6. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 6p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- ESCOSTEGUY, P.A.V.; FONTOURA, S.M.V.; CARVALHO, I.Q.de. Indicações Técnicas para a cultura da Aveia. In: XXXIV REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 34., 2014. Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo (UPF), 2014. 136p.
- FERRAZZA, J.M.; SOARES, A.B.; MARTIN, T.N. et al. Produção de forrageiras anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Rev. Ciênc. Agron. [online]**, v.44, n.2, p.379-389, 2013.

- FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2.ed. Brasília: Embrapa Trigo, 2012. 544p.
- FOSTER, A.; MALHI, S.S. Influence of seeding date and growing season conditions on forage yield and quality of four annual crops in Northeastern Saskatchewan. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.44, n.5, 2013.
- GERDES, L.; MATTOS, H.B.; WERNER, J.C. et al. Características do dossel forrageiro e acúmulo de forragem em pastagem irrigada de Capim-Aruana exclusivo ou sobre-semeado com uma mistura de espécies forrageiras de inverno. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.4, p.1088-1097, 2005.
- HOPPEN, S.M.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R.de. Effects of intercropping on temperate grasses canopy architecture and nutritive profile. **Research, Society and Development**, v.10, n.11, p.1-11, 2021.
- HORST, E.H.; NEUMANN, M.; MAREZE, J. et al. Nutritional composition of pre-dried silage of different winter cereals. **ACTA SCIENTIARUM ANIMAL SCIENCES**, v.40, p.1-7, 2018.
- MACEDO JÚNIOR, G.L.; ZANINE, A.M.; BORGES, I. et al. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. **Ciência Animal**, v.17, n.1, p.7-17, 2007.
- MARIANE, F.; FONTANELI, R.S.; VARGAS, L. et al. Trigo de duplo propósito e aveia preta após forrageiras perenes e culturas de verão em sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1752-1757, 2012.
- MEINERZ, G.R.; OLIVO, C.J.; FONTANELI, R.S. et al. Valor nutritivo da forragem de genótipos de cereais de inverno de duplo propósito. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.6, p.1173-1180, 2011.
- MONDARDO, D.; BANDEIRA, K.; OHLAND, T.; ZOZ, A. et al. **Características estruturais da aveia preta comum sob doses crescentes de cama de frango**. In: COLASSA – Congresso Latino Americano de Suinocultura e Sustentabilidade Ambiental, 1., Foz do Iguaçu, 2011.
- NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.
- PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: SBCS, 2019. 289p.
- QUEIROZ NETO, A.P.; SANTOS, P.H.N., CARVALHO, L.F. et al. Características agronômicas de Crotalaria ochroleuca. **Informe Econômico (UFPI)**, v.39, n.2, p.17-21, 2019.
- ROCHA, M.G.; PEREIRA, L.E.T.; SCARAVELLI, L.F.B. et al. Produção e qualidade de forragem da mistura de aveia e azevém sob dois métodos de estabelecimento. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.1, p.7-15, 2007.

- SANTOS, P.A.; DA SILVA, A.F.; DE CARVALHO, M.A.C. et al. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.9, n.2, p.123-134, 2010.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's Guide: statistics**, version 6. 4. ed. North Caroline, v.2, 943p. 1993.
- SCHMOELLER, M.; NERES, M.A.; STRÖHERTHE, S.M. et al. Sanitary quality of Tifton 85 bermudagrass and wrangler grass hay stored under different environmental conditions. **Biosci. J.**, v.35, n.4, p.1161-1172, 2019.
- SIMIONATTO, M.; MAEDA, E.M.; FLUCK, A.C. et al. Nutritional and morphostructural characterization of pre-dried winter grass silage. **SEMINA. CIÊNCIAS AGRÁRIAS (ONLINE)**, v.40, n.5, p.2375-2386, 2019.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WOLSCHICK, N.H.; BARBOSA, F.T.; BERTOL, I. et al. Cobertura do solo, produção de biomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Ciências Agroveterinárias**, v.15, n.2, p.134-143, 2016.

4. CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA, VALOR NUTRICIONAL E DIGESTIBILIDADE DO FENO DE AVEIA PRETA SOB EFEITO DO CULTIVO ANTECESSOR CROTALARIA OU MILHO

Resumo: O presente estudo visou avaliar a influência da cultura antecessora (crotalaria ou milho) sob o feno de aveia preta (*Avena strigosa*) cultivar EMBRAPA 139, nos aspectos bromatológicos, de digestibilidade e microbiológicos. O delineamento experimental foi realizado em blocos casualizados, com parcelas subdivididas no tempo, sendo alocados na parcela principal a cultura antecessora (crotalaria ou milho), e nas sub parcelas, o período de armazenamento do feno (enfardamento, 30, 60 e 90 dias de armazenamento), com cinco repetições. A presença da crotalaria como cultivo antecessor proporcionou ao feno de aveia preta menores teores de proteína indigestível e em detergente ácido maiores teores de fibra e pH. O feno de aveia preta com o milho como cultivo antecessor apresentou menores teores de proteína indigestível em detergente neutro e maior digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro. Já para o período de desidratação da forragem e população de microrganismos, o cultivo antecessor não interferiu significativamente. Nesse contexto, o milho cultivado antes da aveia preta proporcionou melhores resultados de digestibilidade para a mesma, quando conservada na forma de feno.

Palavras-chave: conservação de forragem, cultura sucessora, leguminosa, microbiologia, rotação de cultura.

4. MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION, NUTRITIONAL VALUE AND DIGESTIBILITY OF BLACK OAT HAY UNDER THE EFFECT OF THE PREDECESSOR CULTIVATION CROTALARIA OR CORN

Abstract: The present study aimed to evaluate the influence of the predecessor crop (crotalaria or corn) on black oat hay (*Avena strigosa*) EMBRAPA 139, in bromatological, digestibility and microbiological aspects. The experimental design was carried out in randomized blocks, with plots sub-divided in time, being allocated in the main plot the predecessor crop (crotalaria or corn), and in the sub-plots, the hay storage period (baling, 30, 60 and 90 days storage), with five replications. The presence of sunn hemp as a predecessor crop provided the black oat hay with lower levels of indigestible protein in acid detergent, higher fiber and pH levels. Black oat hay with corn as the predecessor crop showed lower levels of indigestible neutral detergent protein and higher in vitro digestibility of neutral detergent fiber. As for the forage dehydration period and microorganism population, the predecessor culture did not significantly interfere. In this context, corn grown before black oat, provided good digestibility results for the same, when preserved in the form of hay.

Keywords: forage conservation, successor crop, legume, microbiology, crop rotation.

4.1 Introdução

A aveia preta (*Avena strigosa*) está entre as forragens mais utilizadas no sul do Brasil. Suas características fisiológicas são adequadas para esta região, além de apresentar boa resistência ao acamamento, grande uniformidade na floração e maturação e média recuperação à rebrota. Uma das suas principais características é sua flexibilidade de uso, pois pode ser usada na forma de pastejo, como adubo verde para culturas seguintes e na forma conservada como silagem pré-secada e feno (FERRAZZA et al., 2013).

Os fenos em um modo geral apresentam algumas vantagens em relação à silagem, como por exemplo, não passam por processo fermentativo, podendo ser usados logo após a confecção, em consequência suas perdas são reduzidas, apresentam maior estabilidade aeróbia e não se deteriorando no fornecimento. Outra característica é a facilidade de armazenamento, transporte e comercialização, auxiliando na produção de renda dos produtores, além de possuir um alimento de qualidade por um longo período de tempo (NERES; AMES, 2015).

A qualidade de um feno não está relacionada somente à desidratação, confecção e armazenamento do mesmo, mas sim com todos os cuidados com a planta desde o plantio até o corte. Esta qualidade está diretamente ligada ao tipo de forragem e cultivar utilizada, ao manejo da mesma, como forma de plantio, adubação, controle de plantas daninhas, fungos e insetos e às condições climáticas da região no período de cultivo daquela planta (EVANGELISTA et al., 2011).

Além de todos estes fatores, a base para que essa forragem se torne um feno de qualidade está ligada às características do solo e aos nutrientes que ele disponibilizará à planta. Nesse contexto, um solo bem adubado, sem compactação, com quantidades adequadas de macro e microminerais, proporcionará à planta um ambiente favorável ao seu crescimento e que agregue em suas características produtivas (NERES et al., 2021).

Para suprir todas as necessidades do solo é necessário investir em manejo e adubação, o que acaba elevando o custo da produção. Nesse contexto, pode-se usar de alternativas mais sustentáveis, como a rotação de culturas, para reduzir os impactos negativos sobre o solo e reduzir os investimentos empregados. Dentre as plantas envolvidas nesse manejo pode-se citar as leguminosas como a *Crotalaria ochroleuca* que apresentam ótima capacidade de fixação de N no solo, boa descompactação e controle de plantas daninhas (SCHEUER; TOMASI, 2011).

Outra planta que pode ser usada na forma de rotação de cultura é o milho, que apresenta elevado grau de rusticidade e alto acúmulo de matéria orgânica no solo. Além de agirem como

reguladoras de temperatura e umidade do solo, reduzindo os riscos de erosão pela alta relação C/N e menor velocidade de decomposição da biomassa vegetal (BARRADAS, 2010).

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência da cultura antecessora (crotalária ou milho) sob o feno de aveia preta (*Avena strigosa*) cultivar EMBRAPA 139, nos aspectos bromatológicos, digestíveis e microbiológicos.

4.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Professor Antônio Carlos dos Santos Pessoa, no município de Marechal Cândido Rondon – PR, sob as coordenadas geográficas 24°31'52'' S, 54°01'03'' W e altitude de 397 m. O clima local, classificado segundo Koppen, é do tipo Cfa, subtropical; temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verões quentes, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida (CAVIGLIONE et al., 2000).

A área experimental foi dividida em duas áreas menores com 560 m² cada, distribuída em 5 parcelas de 112 m², onde cada parcela deu origem a um fardo de feno que representou uma unidade experimental (repetição). As duas áreas divididas possuem particularidades, onde uma apresentava como cultura antecessora o milho e outra a *Crotalaria ochroleuca*, tornando-se os tratamentos do presente experimento.

As culturas antecessoras à aveia preta, que se referem aos tratamentos, foram o milho, colhido para produção de silagem e a crotalária, que foi colhida em forma de feno. A *Crotalaria ochroleuca* foi semeada no dia 09/11/2018 em sistema de plantio direto, utilizando 10 kg de ha⁻¹ de sementes, com profundidade de 2 cm e espaçamento entre linhas de 0,5 m. A leguminosa em questão foi colhida para confecção de feno no dia 20/02/2019, antes do corte a matéria seca disponível era de 195,33 g kg⁻¹ MS e a produção de massa verde foi de 109,26 t ha⁻¹. Não foi realizada adubação para o cultivo da crotalaria.

O milho da marca BREVANT híbrido B 2810, foi implantado no dia 03/09/2018, em sistema de plantio direto, foi utilizado 4,7 sementes por metro e espaçamento entre linhas de 0,7 m. Como citado anteriormente, o milho foi colhido para confecção de silagem no dia 28/01/2019, no momento do corte a produção de massa verde foi de aproximadamente 79,62 t ha⁻¹. A adubação do milho foi realizada no momento do plantio e foi constituída de 370 kg ha⁻¹.

¹ do fertilizante NPK na formulação 10-15-15 (N-P₂O₅-K₂O) e durante o desenvolvimento do milho, antes do nascimento da sexta folha, foi aplicado 150 kg ha⁻¹ do mesmo fertilizante.

A implantação da aveia preta cultivar EMBRAPA 139 ocorreu no dia 03 de maio de 2019, sob sistema de plantio direto. A semeadura foi realizada com espaçamento entre linhas de 0,17 m, profundidade de semeadura média de 2 centímetros, e densidade de semeadura de 65 kg de sementes ha⁻¹. Na ocasião da semeadura, foi realizado adubação de base com 200 kg ha⁻¹ do fertilizante formulado 10-20-20 (N-P₂O₅-K₂O), respeitando recomendações do Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (PAULETTI; MOTTA, 2019). As plantas daninhas foram controladas quimicamente com o uso de herbicida à base de metsulfuron-metyl (produto comercial Ally®: 6,6g ha⁻¹).

O corte da aveia preta para fenação foi realizado no estágio de florescimento da planta, no dia 05 de agosto de 2019, aos 68 dias pós emergência. O corte teve o auxílio de uma segadeira condicionadora tratorizada (®Khun), dotada de dedos livres de ferro para o condicionamento mecânico das plantas (dobradura) a duas alturas.

Após o corte e o condicionamento mecânico, a forragem permaneceu no campo, exposta ao sol para a desidratação. O enfardamento dos tratamentos ocorreu no dia 9 de agosto de 2019 às 14:00 h (102 horas após o corte). Em todos os tratamentos foram confeccionados fardos retangulares com peso médio de 10 kg.

Para o estudo da curva de desidratação, o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com duas culturas antecessoras (milho ou crotalária), sete tempos de amostragem da aveia preta e cinco repetições. Os tempos de amostragem corresponderam aos períodos de desidratação, ou seja, horas após o corte, que foram: zero, cinco, vinte duas, vinte nove, cinquenta e quatro, setenta e oito e cento e duas horas.

As amostragens para a determinação das curvas de desidratação foram realizadas nos tempos após o corte, citados anteriormente, coletando uma amostra por parcela, de aproximadamente 300 gramas. Após a amostragem, as plantas foram embaladas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 55°C, por aproximadamente 72 horas, para a determinação dos teores de matéria seca. A amostra coletada no último tempo de desidratação (102 horas) representou a amostra no momento do enfardamento, sendo encaminhada ao laboratório não somente para determinação da matéria seca, mas também para a realização da análise bromatológica e de digestibilidade da mesma.

Os fardos de feno confeccionados permaneceram armazenados em galpão fechado de alvenaria, coberto, com piso concretado disposto em *pallet* de madeira para evitar contato com o solo, até a sua abertura.

As aberturas dos fardos de feno foram feitas com 30, 60 e 90 dias de armazenamento. Em cada abertura, foram coletadas amostras de 300g de feno para a realização das análises bromatológicas e de digestibilidade, onde as amostras foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada de ar sob temperatura de 55°C por 72 horas para quantificação dos teores de matéria seca (MS). Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho, tipo Willey, com peneiras de 1 mm de crivo e submetidas a procedimentos laboratoriais para determinação dos teores de matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) segundo a AOAC (1995), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (LIG) conforme Van Soest et al. (1991), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) de acordo com Silva e Queiroz (2006). As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE.

Durante o período de armazenamento do feno, monitorou-se a temperatura (°C) e a umidade relativa do ar (UR%) média do ambiente no galpão e de dentro dos fardos de feno com o auxílio de um datalogger. As médias de temperatura e UR% referem-se as semanas de armazenamento (Figura 11).

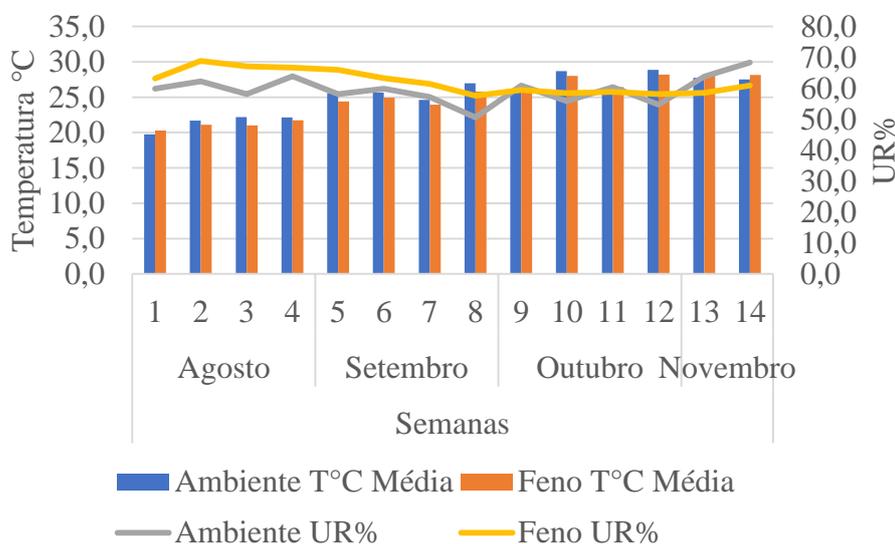


Figura 11. Médias semanais da temperatura (°C) e umidade relativa do ar (UR%) do ambiente (dentro do galpão) e dos fardos de feno nos 90 dias de armazenamento do feno de aveia preta.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada segundo a técnica descrita por Tilley e Terry (1963), adaptada ao rúmen artificial (incubadora *in vitro* TE – 150 Tecnal®), conforme Holden (1999). Para tal análise, as amostras foram encaminhadas para o

laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO) em Guarapuava/PR. Para a coleta do líquido ruminal, via cânula ruminal, foram utilizados dois bovinos, machos castrados, da raça Jersey, sob pastejo em capim *Urochloa*. As amostras de feno de aveia já moídas foram pesadas na quantidade de 0,25 g e acondicionadas em sacos filtrantes (TNT - 100 g cm², cortados e selados no tamanho de 5,0 x 5,0 cm), e incubados em jarros contendo líquido ruminal e solução tampão. O material permaneceu incubado por 48 horas com rotação constante e controle de temperatura a 39°C.

A DIVMS foi calculada pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação. A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi determinada através da queima em forno mufla a 600°C por 4 horas, do resíduo do material incubado, obtido após o término das análises de DIVMS. Sendo seu resultado expresso através do cálculo da diferença entre os resíduos de incubação e as cinzas. Para a determinação da digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), foi adotada a metodologia descrita por Goering e Van Soest (1975), com incubação das amostras por 48 horas a 39°C, posteriormente submetendo-as à análise de FDN.

Para tal, foram utilizados dois novilhos com 6 anos de idade, peso vivo médio de 700 kg, portadores de fístula ruminal, que estão alocados na Unidade Didática de Bovinocultura de Corte da Universidade Estadual do Centro Oeste (UNICENTRO) em Guarapuava/PR. O uso desses animais foi autorizado pelo Comitê de Ético no uso de animais (CEUA/UNICENTRO), pelo ofício n° 005/2021, do dia 05 de fevereiro de 2021 (Anexo A).

Para as análises microbiológicas, foi realizado um levantamento dos microrganismos presentes na planta de aveia preta, no solo e na palhada deixada pela crotalaria ou pelo milho (Tabela 6). Para esse levantamento foram coletadas cinco amostras de 25g da planta, solo e palhada dos dois tratamentos e em seguida encaminhadas para a quantificação da população microbiológica no Laboratório de Microbiologia e Bioquímica da UNIOESTE.

Tabela 6. População de microrganismos (log UFC g⁻¹) presentes na planta *in natura* de aveia preta, solo e palhada das duas áreas experimentais.

Cultura	População de microrganismos (log UFC g ⁻¹)			
	Bactérias ácido lácticas	Enterobactérias	<i>Clostridium</i>	Aeróbios mesófilos
Solo				
Milho	2,93	3,75	4,79	4,98
Crotalária	2,60	3,45	4,73	5,10
Palhada				
Milho	2,92	3,93	5,12	6,35
Crotalária	3,18	4,15	5,75	6,09
Planta <i>in natura</i> de aveia preta				
Milho	2,95	2,96	5,09	5,71
Crotalária	*	2,46	4,86	4,54

*Não encontrado nenhuma unidade formadora de colônia; UFC- Unidade formadora de colônia.

As populações de bactérias e fungos foram determinadas em duplicata por meio de técnicas de culturas segundo Silva et al. (2017), utilizando os seguintes meios: Lactobacillus MRS Broth para contagem de bactérias ácido lácticas, mantendo-se as placas em incubação a 30°C por 48 horas; Violet Red Bile Agar para contagem de enterobactérias, mantendo-se as placas em incubação a 36°C por 24 horas; Reinforced Clostridial Agar para contagem de *Clostridium*, com incubação das placas por 24 horas em estufa com sistema de gás carbônico a 36°C; Potato Destrose Ágar para contagem de fungos e leveduras, com incubação das placas a temperatura ambiente por sete dias; Plate Count Agar para contagem padrão de aeróbios mesófilos, com incubação das placas em estufa (EletrolabEL202) a 37 °C por 24 a 48 horas.

Após o período de incubação as colônias foram contadas, utilizando-se um contador de colônias Quebec, sendo passíveis de serem contadas as placas que apresentaram entre 30 e 300 UFC (unidade formadora de colônia) por placa de Petri e os resultados foram expressos em log de UFC g⁻¹.

Junto a contagem de fungos e leveduras, foi realizado a identificação dos gêneros de fungos presentes nas amostras de palhada de milho e crotalária (Figura 12).

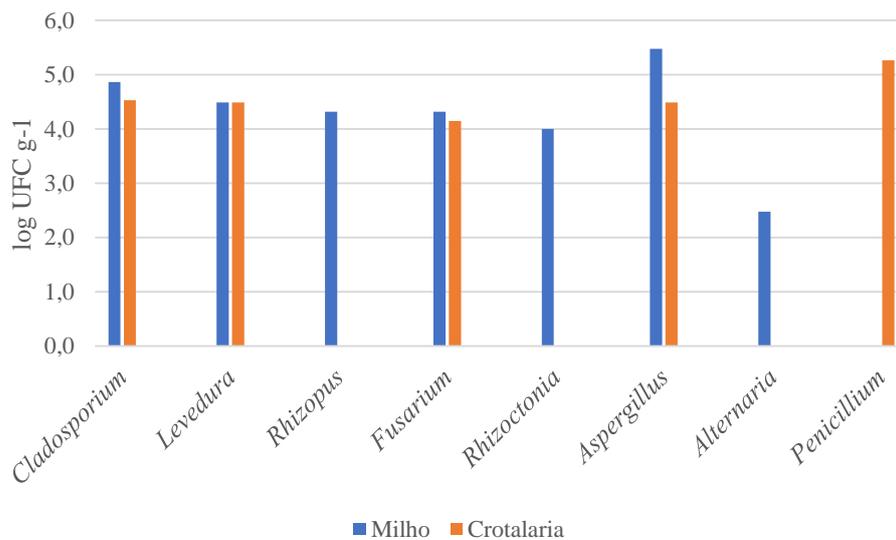


Figura 12. Levedura e gêneros de fungos presentes nas amostras de palhada de milho e crotalária, das duas áreas experimentais, antes do corte da aveia preta.

Para a análise microbiológica dos fenos, foram coletadas amostras de 25g nas três aberturas, 30, 60 e 90 dias de armazenamento. As análises realizadas foram determinadas em duplicata por meio de técnicas de culturas segundo Silva et al. (2017), utilizando os seguintes meios: Reinforced Clostridial Agar para contagem de *Clostridium*, com incubação das placas por 24 horas em estufa com sistema de gás carbônico a 36°C; Potato Destrose Ágar para contagem de fungos e leveduras, com incubação das placas a temperatura ambiente por sete dias; Plate Count Agar para contagem padrão de aeróbios mesófilos, com incubação das placas em estufa (EletrolabEL202) a 37 °C por 24 a 48 horas.

Após o período de incubação as colônias foram contadas, utilizando-se um contador de colônias Quebec, sendo passíveis de serem contadas as placas que apresentaram entre 30 e 300 UFC (unidade formadora de colônia) por placa de Petri e os resultados foram expressos em log de UFC g⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro Wilk. Após, foram analisados através da análise de Variância (ANOVA), considerando um desenho experimental fatorial em blocos casualizados, onde o fator 1 era a cultura antecessora (milho ou crotalária), e o fator 2 o tempo de armazenamento (momento do enfardamento, 30, 60 e 90 dias de armazenamento), com cinco repetições. Para as análises de digestibilidade *in vitro* e microbiologia dos fenos foram utilizadas quatro repetições. Quando ocorreu efeito da interação entre os fatores ele foi desdobrado. Para o efeito do tempo de armazenamento

realizou-se a análise de regressão polinomial. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com o software estatístico R version 4.0.2.

4.3 Resultados e discussão

A curva de desidratação do feno de aveia preta não apresentou efeito da cultura antecessora e nem de interação com o tempo de desidratação após o corte. Pode-se observar comportamento quadrático para teor de matéria seca no decorrer das horas de desidratação, para ambas as culturas antecessoras (Figura 13).

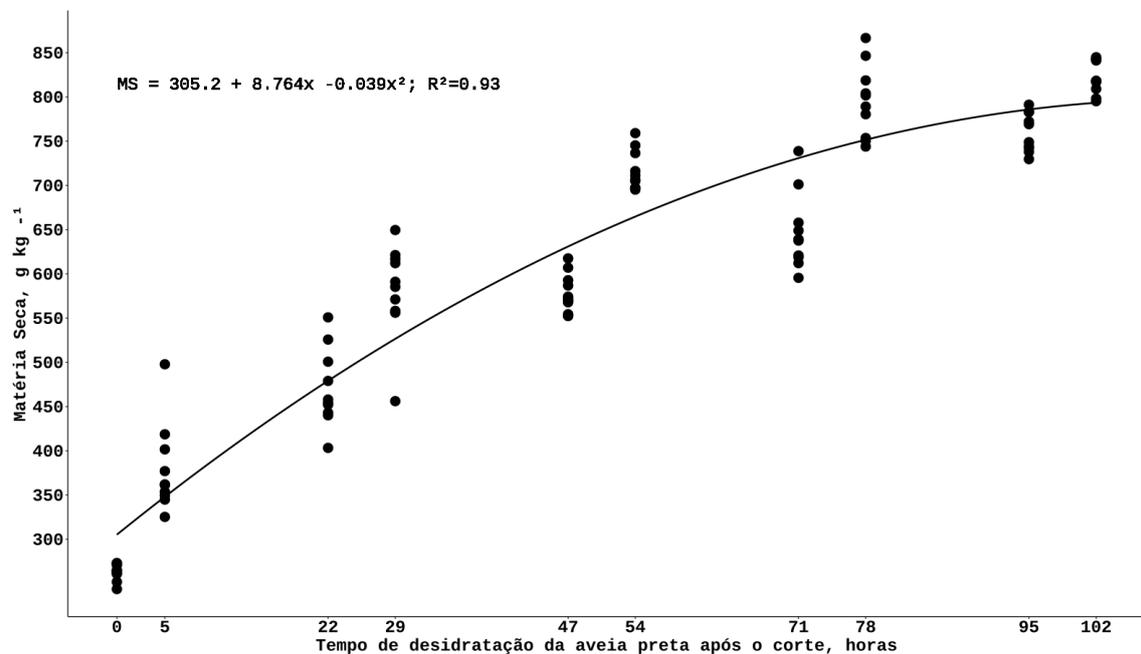


Figura 13. Comportamento quadrático do processo de desidratação da aveia preta em diferentes tempos após o corte, sob efeito da cultura antecessora (milho ou crotalária).

No momento do enfardamento, os teores de matéria seca da aveia preta, em ambos os tratamentos se encontraram dentro do desejado, com 816,58 g kg⁻¹ MS para milho e 829,02 g kg⁻¹ MS para crotalária, como cultivo antecessor. O período de secagem foi de 102 horas, ou seja, 4 dias e 6 horas, onde não ultrapassou o limite máximo de sete dias, indicado para a produção de fenos de qualidade e adequado ao consumo animal (PASQUALOTTO et al., 2015).

Após o corte, a perda de água nas plantas ocorre primeiro pelos estômatos e posteriormente pelas cutículas, que são protegidas por diversas camadas de cera. Nesse

contexto, a via estomática apresenta importância no processo de fenação, pela velocidade com que ocorre a perda de água. Quando a planta apresenta 45% de umidade, os estômatos se fecham, iniciando uma perda de água em ritmo mais lento, via evaporação cuticular (EVANGELISTA et al., 2011). No presente estudo, essa perda de água via estômato ocorreu antes das 22 horas após o corte. Após esse tempo, a perda de umidade ocorreu de forma mais lenta até a obtenção da MS ideal para enfardamento.

Na fase final da desidratação ocorre a plasmólise, onde a membrana celular perde sua permeabilidade seletiva, ocorrendo rápida perda de água. Nesta etapa, a secagem torna-se menos influenciada pelo manejo e mais sensível às condições climáticas (EVANGELISTA et al., 2011). Nesse contexto, acredita-se que as altas temperaturas encontradas em Marechal Cândido Rondon no momento do enfardamento e desidratação da aveia, tenham auxiliado de forma positiva na rápida perda de umidade da planta (Figura 11).

As variáveis PIDN e PIDA apresentaram diferença significativa para o efeito cultura antecessora. Onde para PIDN o maior valor se deu para crotalária e para PIDA o maior valor foi no milho. Não houve efeito significativo ($P < 0,05$) para tempo de armazenamento para as variáveis MM e MO. Já para MS e PIDN o comportamento para tempo de armazenamento foi quadrático e linear decrescente para as variáveis PB e PIDA (Tabela 7).

Foram observados efeitos significativos de interação entre tempo de armazenamento e cultura antecessora ($P < 0,05$) para as variáveis PIDN e PIDA, sendo que as demais variáveis não obtiveram tal diferença estatística (Tabela 7).

Tabela 7. Médias dos dados bromatológicos de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína indigestível em detergente neutro (PIDN) e proteína indigestível em detergente ácido (PIDA), do feno de aveia preta, em quatro tempos de armazenamento, associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária

	MS, g kg ⁻¹ MS	MM, g kg ⁻¹ MS	MO, g kg ⁻¹ MS	PB, g- kg ⁻¹ MS	PIDN, g kg ⁻¹ PB	PIDA, g kg ⁻¹ PB
Cultura antecessora						
Crotalária	877,6	65,7	934,3	131,4	287,8	58,2
Milho	876,5	67,7	932,3	132,9	255,1	71,5
Tempo de armazenamento do feno em dias						
0	823,1	66,4	933,6	137,5	251,6	78,8
30	892,3	66,6	933,4	133,3	277,7	74,9
60	903,1	66,2	933,8	130,9	285,9	58,6
90	892,9	67,4	932,6	126,0	273,1	42,2
Probabilidade (P<0,05)						
C	0,902	0,113	0,113	0,500	<0,001	0,0027
T	<0,001	0,771	0,771	0,003	0,0037	<0,001
C*T	0,080	0,552	0,552	0,064	<0,001	0,0014
Coeficiente						
Intercepto	824,856	SDT	SDT	137,3981	251,4272	83,0802
Linear	2,806	SDT	SDT	-0,1235	1,2096	-0,4267
Quadrático	-0,023	SDT	SDT	-	-0,0108	-
R ²	0,8857	SDT	SDT	0,2938	0,1597	0,5829
P valor Reg	<0,001	SDT	SDT	<0,001	0,042	<0,001

C-efeito de cultura antecessora; T- efeito do tempo de armazenamento; C*T- interação entre cultura antecessora e tempo de armazenamento; (-) variável que não apresentou efeito quadrático; SDT- sem diferença para tempo de armazenamento.

O comportamento de aumento na MS após o corte, em relação ao momento do enfardamento e armazenamento é normal, pois faz parte da desidratação natural na planta. As variações que ocorreram em ambos os tratamentos, nos teores de MS dos 60 para os 90 dias de armazenamento, pode ser explicado pelas alterações nas condições climáticas.

O feno possui característica higroscópica, ou seja, pode absorver e perder umidade para o ambiente, esta característica é influenciada pela umidade relativa do ar (UR%) (AMES et al., 2015). Característica esta que foi comprovada com o aumento da UR% do ambiente nas duas últimas semanas de avaliação, antecedendo a última coleta, aos 90 dias de armazenamento (Figura 3).

Avaliando feno de aveia preta, sob diferentes alturas de corte e tempos de armazenamento, Silva (2011), obteve resultados diferentes de PB. Onde o comportamento da PB da aveia preta no momento do enfardamento (118,6 g kg⁻¹ MS) e com 30 dias de

armazenamento ($149,8 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), foi crescente, aumentando com o decorrer do tempo de armazenagem. Em estudos avaliando feno de Tifton 85 sob duas intensidades de condicionamento e diferentes períodos de armazenagem, Pasqualotto et al. (2015), encontraram comportamento quadrático para PB, com aumento da mesma no decorrer do período de armazenagem. Porém, o valor mais alto de PB predomina no momento do enfardamento, semelhante ao presente estudo.

Após a verificação de interação, pode-se observar que a variável PIDN apresentou comportamento quadrático para ambas as culturas antecessoras (Figura 14). O comportamento de PIDA foi linear decrescente para milho e quadrático para crotalária (Figura 15).

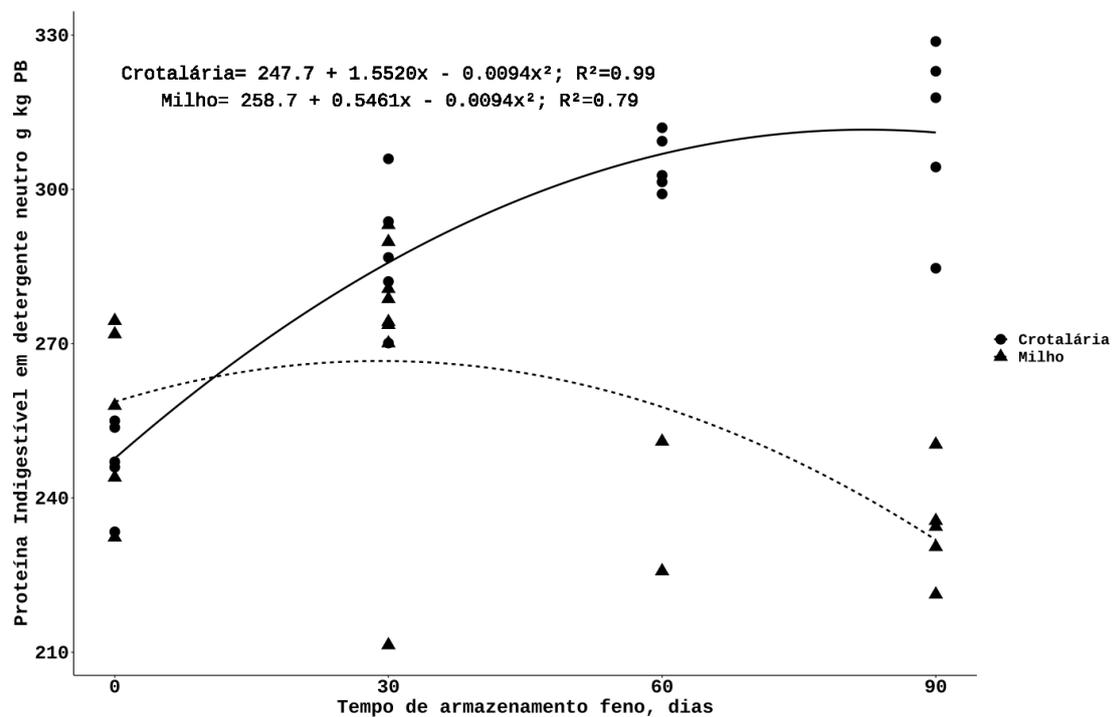


Figura 14. Comportamento quadrático da proteína indigestível de detergente neutro do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenagem.

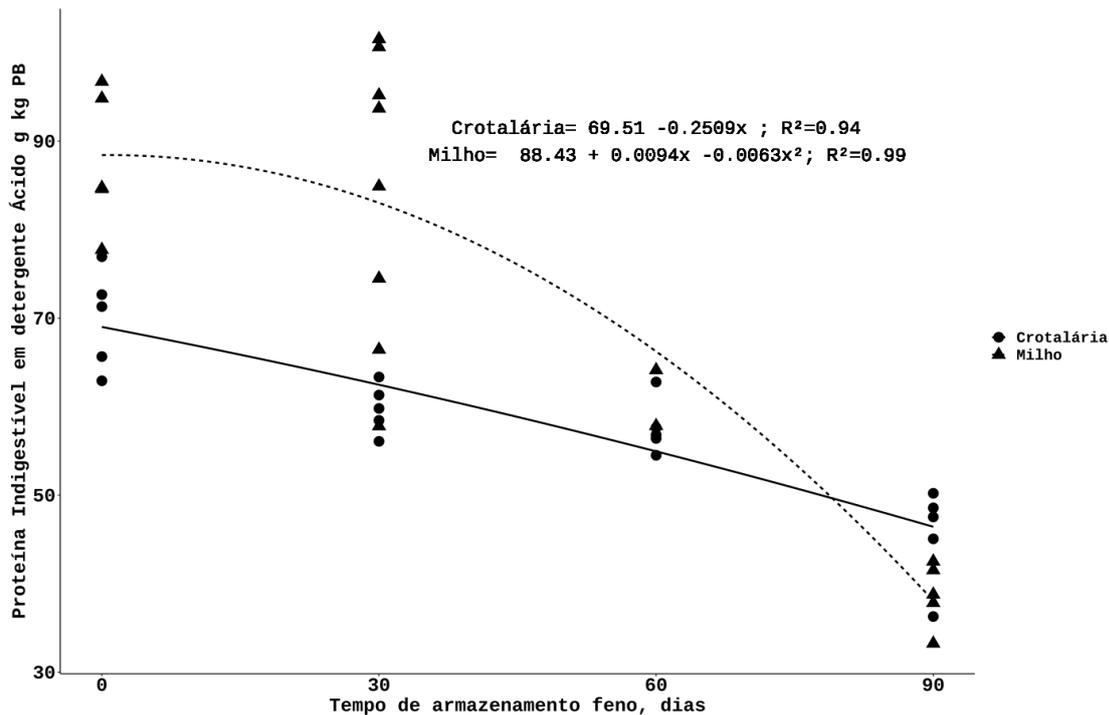


Figura 15. Comportamento da proteína indigestível de detergente ácido do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.

Dentre os fatores que interferem de forma negativa no teor de N ligado à FDN, pode citar o calor, que gera coagulação e desnaturação das proteínas. A interferência do calor de forma muito intensa pode provocar as reações de Maillard, que deixam a proteína ainda mais indisponível, incorporando-a na FDA. Além do calor, presença de açúcares redutores e umidade, predispõem a ligação do nitrogênio na fibra indigestível (BERCHIELLI et al., 2011). Essas interferências citadas não foram detectadas no presente estudo, onde as condições ambientais foram controladas e a planta não sofreu nenhum estresse térmico no momento da desidratação e do enfardamento.

Apesar da PIDN ter sido maior na crotalária como cultivo antecessor, seus valores estão dentro da normalidade. Em estudos, Silva (2011) avaliando feno de aveia preta sob diferentes alturas de corte e períodos de armazenamento, encontraram valores superiores aos expostos no presente estudo. Para o momento do enfardamento e armazenamento com 30 dias as médias encontradas por esse autor foram, $398,4 \text{ g kg}^{-1} \text{ PB}$ e $429,5 \text{ g kg}^{-1} \text{ PB}$, respectivamente. Acredita-se que o tratamento que apresenta a crotalária como cultura antecessora apresentou maior PIDN devido aos maiores teores de FDN, aos 60 e 90 dias de armazenamento (Tabela 7).

Em estudos sobre produção de feno, Wunsch et al. (2007), verificaram aumentos da PIDN a cada mês, por 4 meses, durante o armazenamento dos fenos. Foi possível observar esse

comportamento somente com a crotalária como cultura antecessora, onde mesmo apresentando comportamento quadrático os valores foram aumentando. Já para o milho como cultivo antecessor, após os 33 dias de armazenamento, o teor de PIDN começou a reduzir.

A proteína insolúvel em detergente ácido está indisponível para o animal, portanto é indesejável que seus valores se elevem com o armazenamento do feno. Avaliando feno de Tifton 85, Neres et al. (2011) observaram que no momento do corte os teores de PIDA foram maiores do que no momento do enfardamento ou aos 30 dias de armazenamento. Corroborando com o presente estudo, onde para ambos os tratamentos se reduziu os teores de PIDA, no decorrer do armazenamento.

O valor ideal de PIDA em g kg^{-1} da PB, fica em torno de 40 a 70, o que equivale a dizer que, entre 930 e 960 g kg^{-1} da proteína bruta está disponível para digestão (BERCHIELLI et al., 2011). Partindo dessa premissa, os valores encontrados para crotalária como cultivo antecessor, independentemente do tempo de armazenamento, estão dentro do esperado, não ultrapassando 70 g kg^{-1} PB. Já para o milho como cultivo antecessor, o valor de PIDA para o momento do enfardamento e armazenamento de 30 dias, apresentam valores superiores a 83 g kg^{-1} PB. Acredita-se que a *Crotalaria ochroleuca*, com sua alta capacidade de fixação de nitrogênio e boa disponibilidade de nutrientes ao solo, tenha favorecido de forma positiva na digestibilidade da proteína do feno de aveia preta.

Pode-se observar que a cultura antecessora apresentou efeito significativo para as variáveis fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), celulose (CEL) e pH, com maiores valores para crotalária. Em relação ao efeito do tempo de armazenamento, pode-se observar comportamento linear crescente para as variáveis FDN, LIG e hemicelulose (HEM), não interferindo nas demais variáveis (Tabela 8).

Tabela 8. Médias dos dados bromatológicos de fibra em detergente neutro (FDN), em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e pH, do feno de aveia preta, em quatro tempos de armazenamento, associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária

	FDN, g kg ⁻¹ MS	FDA, g kg ⁻¹ MS	LIG, g kg ⁻¹ MS	HEM, g kg ⁻¹ MS	CEL, g kg ⁻¹ MS	pH
Cultura antecessora						
Crotalária	553,7	273,2	23,1	280,5	250,1	5,96
Milho	539,1	262,0	20,9	277,2	241,1	5,81
Tempo de armazenamento do feno em dias						
0	536,4	262,0	20,1	274,4	241,9	5,86
30	542,8	266,5	21,8	276,3	244,7	5,89
60	550,5	271,8	23,1	278,7	248,7	5,94
90	558,3	271,6	23,3	286,7	248,4	5,87
Probabilidade (P<0,05)						
C	<0.001	0,002	<0.001	0,333	0,014	<0.001
T	<0.001	0,198	<0.001	0,047	0,544	0,068
C*T	0,0465	0,972	0,942	0,676	0,984	<0.001
Coeficiente						
Intercepto	535,9256	SDT	20,4943	273,0977	SDT	SDT
Linear	0,2452	SDT	0,0346	0,1339	SDT	SDT
R ²	0,4591	SDT	0,3053	0,1844	SDT	SDT
P valor Reg	<0.001	SDT	<0.001	0,0057	SDT	SDT

C-efeito de cultura antecessora; T- efeito do tempo de armazenamento; C*T- interação entre cultura antecessora e tempo de armazenamento; SDT- sem diferença para tempo de armazenamento.

Pode-se observar interação entre a cultura antecessora e o tempo de armazenamento para as variáveis FDN e pH (Tabela 8), onde o comportamento da FDN foi linear crescente para ambas as culturas antecessoras (Figura 16) e para pH o comportamento foi quadrático para crotalária e linear crescente para milho (Figura 17).

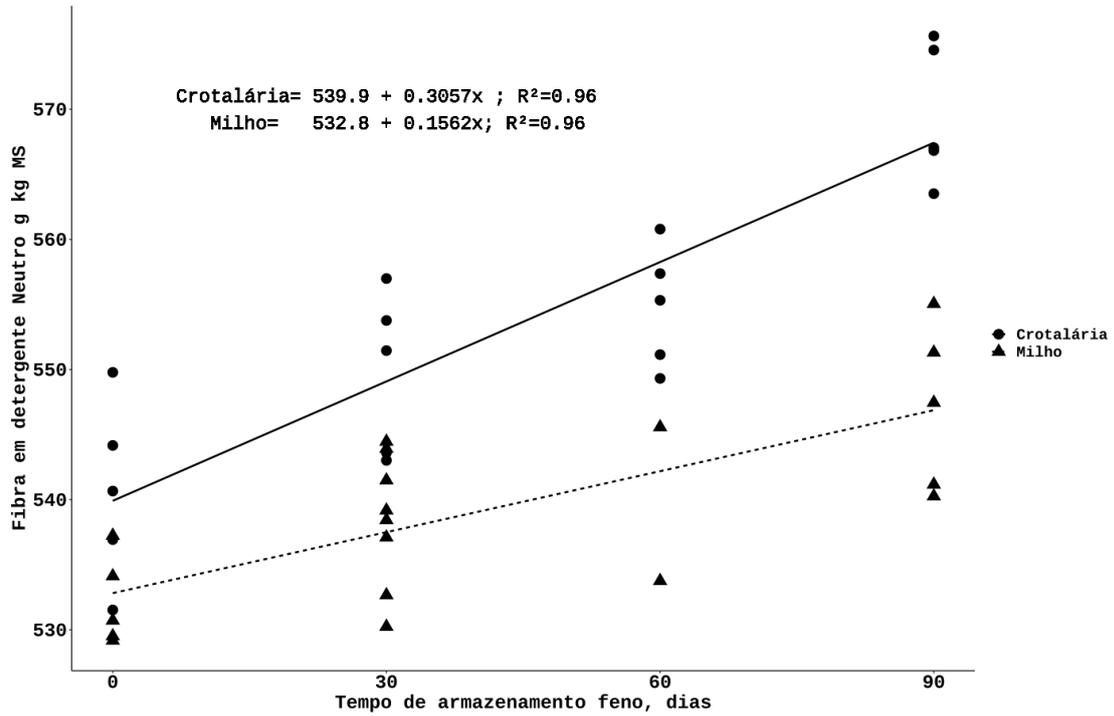


Figura 16. Comportamento linear crescente da fibra em detergente neutro do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.

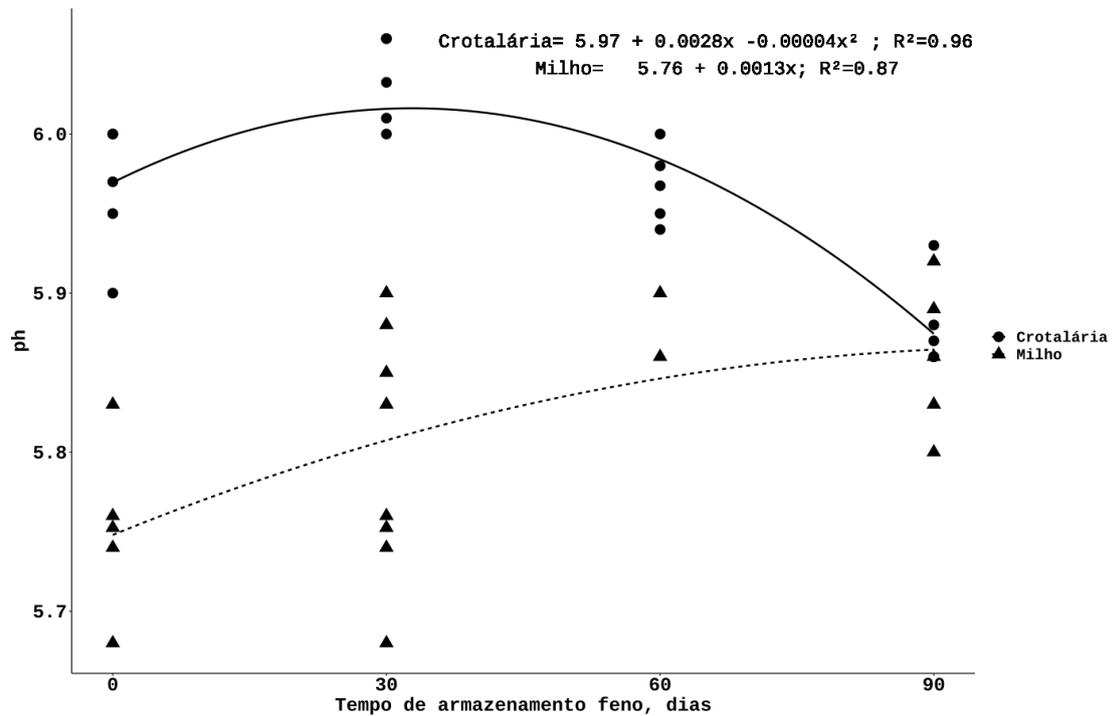


Figura 17. Comportamento do pH do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.

Avaliando o feno de aveia preta sob diferentes alturas de corte e tempo de armazenamento, Silva (2011) encontrou valores superiores ao presente estudo, para FDN ($766,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$). Porém, o comportamento linear crescente também foi observado por esse autor. Já para FDA, esse mesmo autor observou comportamento quadrático com ponto de máximo teor no momento do enfardamento ($479,5 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$). Contudo, os teores de FDA apresentados foram em média ($448,06 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) bem maiores do que a média obtida no presente estudo, tanto para o milho como cultivo antecessor ($262,0 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) quanto pra crotalária ($273,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$). Essas diferenças podem estar relacionadas com as condições climáticas e com os estádios de desenvolvimento das plantas.

Em estudos avaliando o desempenho de cereais de inverno sobre resíduos de forrageiras perenes e culturas de verão, Mariane et al. (2012) não observaram diferença significativa para FDN e FDA da aveia preta em sucessão a uma leguminosa ou gramínea. Porém, os valores de FDN e FDA foram superiores quando havia soja como cultura antecessora (460 e $237 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente), em comparação com o milho (427 e $220 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$, respectivamente). Fator semelhante ao ocorrido no presente estudo onde os teores de fibra foram inferiores quando a cultura antecessora foi o milho.

A LIG é um composto fenólico que está presente na ligação que forma a fração fibrosa das forragens. Além de possuir papel estrutural na planta é o principal fator limitante à digestibilidade das forragens (BERCHIELLI et al., 2011). Em estudos, Silva (2011) encontrou teores de LIG de $68,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$, em feno de aveia preta, sendo superior aos teores encontrados no presente estudo. Esse mesmo autor pode observar o comportamento quadrático para LIG, com ponto de máximo teor no momento do enfardamento, diferindo do presente estudo.

Os teores de HEM e CEL estão relacionados aos teores de FDN e FDA, por isso, com o aumento gradativo dessas variáveis, promoveu o mesmo aumento para seus componentes (HEM, CEL e LIG). Nesse contexto, a HEM é caracterizada como uma cadeia de polissacarídeos amorfos com grau de polimerização muito inferior à celulose, por isso sua degradação é maior a nível ruminal que a mesma. Seu teor está diretamente ligado a maior ou menor digestibilidade e aproveitamento da fibra, presente na forragem (BERCHIELLI et al., 2011).

Avaliando o feno de aveia preta sob diferentes alturas de corte e tempos de armazenamento, Silva (2011) encontrou valores superiores para HEM ($318,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$) e CEL ($336,2 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$), comparando ao presente estudo. Esse mesmo autor encontrou comportamento linear crescente para CEL e quadrático pra HEM, justificando esses altos teores pelo aumento da FDA e LIG, no decorrer do período de armazenamento.

As silagens apresentam um pH mais baixo, variando de 3,5 a 4,5, devido ao processo fermentativo e à produção de ácidos. Já as forragens *in natura* ou conservadas na forma de feno, o valor do pH é de aproximadamente 6,0. Caso haja uma fermentação indesejada no feno por excesso de umidade e calor excessivo, ocorrerá uma perda de açúcares e formação de bases voláteis de nitrogênio, que tendem a elevar o pH (WEISS et al., 2003), o que não foi percebido no presente estudo. Mesmo apresentando diferença significativa entre os tratamentos, todos os pH permaneceram próximo ao ideal, entre 5,5 e 6,03.

Na análise dos dados de digestibilidade *in vitro* expressos na tabela 9, pode-se observar que o efeito de cultura antecessora foi significativo ($P < 0,05$) para digestibilidade da fibra em detergente neutro (DIVFDN), apresentando maior digestibilidade para milho. O comportamento das variáveis de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO) e DIVFDN, no decorrer do tempo de armazenamento do feno foi linear decrescente.

Tabela 9. Médias dos dados de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), da matéria orgânica (DIVMO) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) do feno de aveia preta, em quatro tempo de armazenamento, associado a diferentes culturas antecessoras, milho ou crotalária.

	Digestibilidade <i>In vitro</i> MS, g kg ⁻¹ MS	Digestibilidade <i>In vitro</i> MO, g kg ⁻¹ MS	Digestibilidade <i>In vitro</i> FDN, g kg ⁻¹ MS
Cultura antecessora			
Crotalária	790,9	789,3	658,6
Milho	793,1	788,3	679,3
Tempo de armazenamento do feno em dias			
0	804,3	799,8	688,7
30	797,3	797,7	679,7
60	785,4	784,3	653,4
90	776,5	768,5	644,2
Probabilidade ($P < 0,05$)			
C	0,489	0,807	0,046
T	<0.001	<0.001	0,019
C*T	0,005	0,014	0,886
Coeficiente			
Intercepto	805,4	804,3	691,3
Linear	-0,3186	-0,3657	-0,5304
R ²	100	89,52	100
P valor Reg	<0.001	<0.001	<0.001

C-efeito de cultura antecessora; T- efeito do tempo de armazenamento; C*T- interação entre cultura antecessora e tempo de armazenamento.

Foi possível observar interação entre a cultura antecessora e o tempo de armazenamento para as variáveis DIVMS e DIVMO (Tabela 9). Onde as duas variáveis apresentaram comportamento linear decrescente para milho. Já para a crotalária, não foi possível observar efeito sobre a variável resposta, sem efeito significativo para os tempos de armazenamento (Figura 18 e 19).

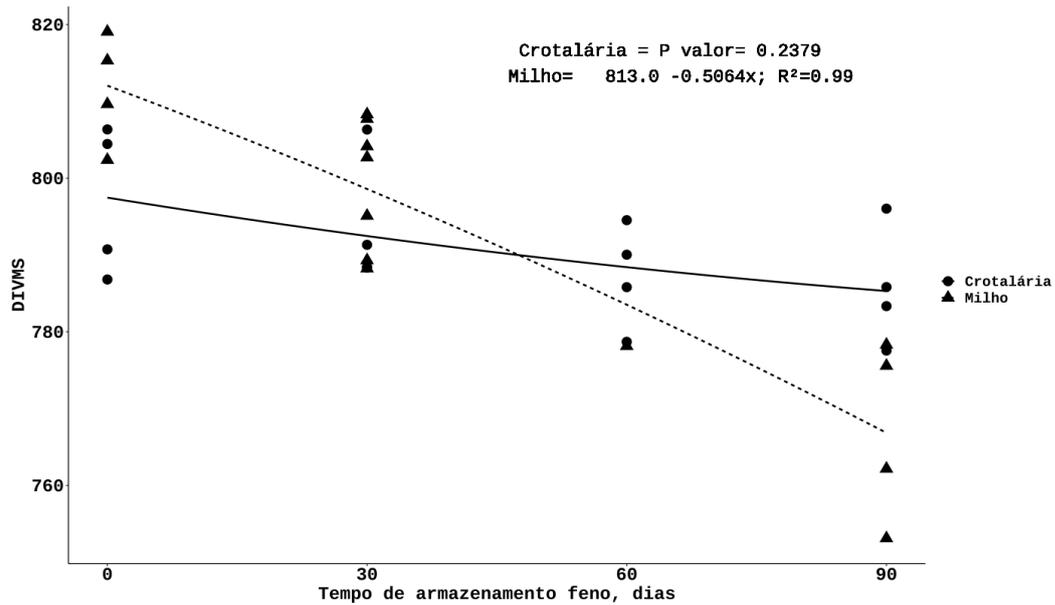


Figura 18. Comportamento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.

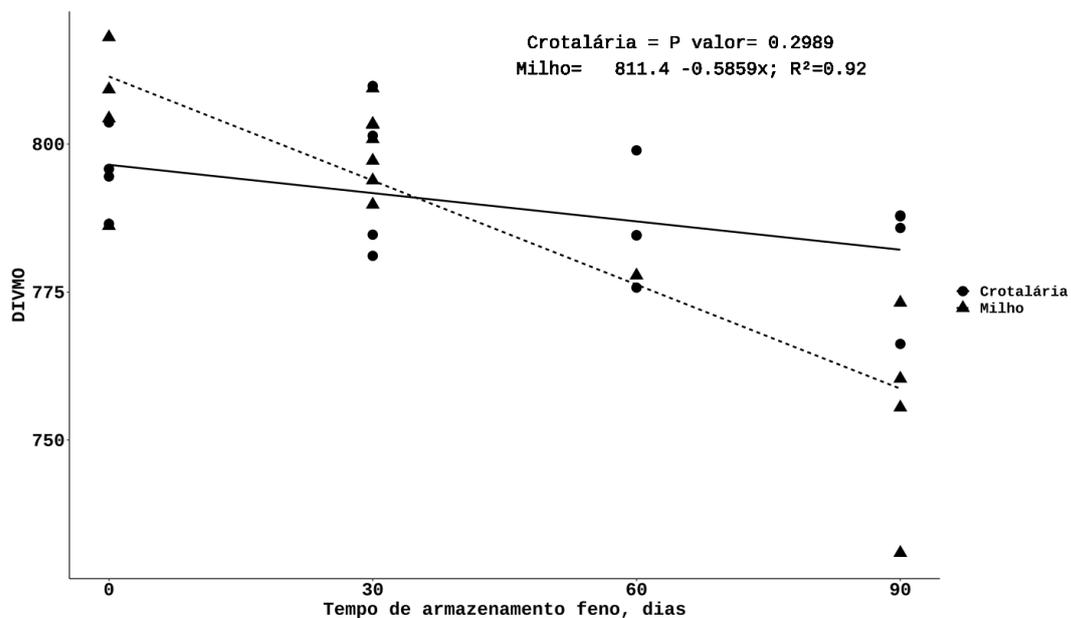


Figura 19. Comportamento da digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica do feno de aveia preta, em relação à cultura antecessora (crotalária ou milho) e o tempo de armazenamento.

Analisando somente a interferência da cultura antecessora, observou-se uma diferença significativa ($P < 0,05$) para DIVFDN, com maior digestibilidade para o milho como cultivo antecessor com $679,3 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ e $658,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ para crotalária. Essa diferença pode ser explicada pelos elevados teores de FDN, FDA e LIG, presentes nos resultados com crotalária como cultivo antecessor (Tabela 8). Mesmo que as condições climáticas de desidratação, enfardamento e armazenamento foram semelhantes, acredita-se que para os fenos onde a crotalária é o cultivo antecessor, houve uma maior perda de carboidratos solúveis, aumentando assim os teores de fibra e reduzindo a digestibilidade da FDN (TAFFAREL et al., 2014).

As três variáveis de digestibilidade apresentaram comportamento linear decrescente, com o passar do tempo de armazenamento. Esse comportamento também foi observado por Ames et al. (2015), que avaliou feno de Tifton 85, em que a DIVMS foi maior no momento do enfardamento em comparação aos 30 dias de armazenamento. Já Schmoeller et al. (2019), avaliando tipos de armazenamento de feno de Tifton 85, não observaram diferença significativa para DIVMS no decorrer dos 90 dias de armazenamento.

Em relação ao crescimento de microrganismos expressos na Tabela 10, a cultura antecessora não interferiu na presença de aeróbios mesófilos, *Clostridium*, fungo e levedura no feno de aveia preta. Houve efeito de tempo de armazenamento para *Clostridium*, onde aos 30 dias foi observado quantidade maior desse microrganismo em relação aos outros tempos de avaliação. Não foi observado interação entre os efeitos avaliados.

Tabela 10. População de microrganismos ($\log \text{ UFC g}^{-1}$) presentes no feno de aveia preta, em três tempos de armazenamento, associado a diferentes culturas antecessoras, milho crotalária.

	Aeróbios Mesófilos, $\log \text{ UFC g}^{-1}$	<i>Clostridium</i> , $\log \text{ UFC g}^{-1}$	Fungo, $\log \text{ UFC g}^{-1}$	Levedura, $\log \text{ UFC g}^{-1}$
Cultura antecessora				
Crotalária	4,67	5,31	3,51	2,26
Milho	4,33	4,96	3,14	2,10
Tempo de armazenamento feno em dias				
30	4,68	6.27a	3,41	2,26
60	4,51	4.48b	3,38	2,28
90	4,24	3.97b	3,17	2,00
Probabilidade ($P < 0,05$)				
C	0,284	0,467	0,08	0,31
T	0,36	0,00	0,42	0,27
C*T	0,877	0,60	0,72	0,7

C-efeito de cultura antecessora; T- efeito do tempo de armazenamento; C*T- interação entre cultura antecessora e tempo de armazenamento; médias seguidas de letra diferente e minúscula, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ($p > 0,05$); UFC- Unidade formadora de colônia.

Como o feno possui MS acima de 80% o crescimento bacteriano é dificultado, visto que a maioria das bactérias necessitam de algum grau de umidade para seu crescimento e desenvolvimento. Calor excessivo e umidade acima de 25%, podem provocar uma fermentação indesejada no feno e promover crescimento de bactérias e fungos (SCHMOELLER et al., 2019). Como as condições de desidratação, enfardamento, armazenamento e temperatura (Figura 11) foram ideais para a confecção e manutenção do feno, não houve crescimento bacteriano significativo que comprometesse a qualidade do mesmo.

Avaliando diferentes aditivos para fenos, em feno de alfafa, Baron e Greer (1988), encontraram valores mais altos para crescimentos de microrganismos no feno controle, sem aplicação e aditivo. Para fungos totais (fungos + leveduras), bactérias aeróbias e bactérias anaeróbias, encontraram os seguintes valores: 5,6 log UFC g⁻¹, 8,3 log UFC g⁻¹ e 6,7 log UFC g⁻¹, respectivamente.

Esses mesmos autores, no decorrer dos períodos de armazenamento, observaram um aumento no número de fungos totais e estabilidade para o crescimento de bactérias aeróbias e anaeróbias (BARON; GREER, 1988). Característica essa que difere do presente estudo, onde foi observado redução no crescimento de microrganismos no decorrer do armazenamento, tanto fungo quanto bactérias.

A alta presença de fungos e leveduras em fenos podem ser observadas a olho nu, pela alteração de coloração e até por odor característico. Quando o feno não é enfardado com umidade inferior a 20%, favorecerá o crescimento de microrganismos (bactérias, fungos e leveduras). Que além de danificar a sua aparência física, também afeta o seu valor nutricional e sua digestibilidade. Altas temperaturas em junção com umidade podem provocar reações não-enzimáticas e fermentativas, comprometendo sua qualidade e alterando o pH (AMES et al., 2015). Não foi observado nenhuma alteração a olho nu, no aspecto físico do feno produzido no presente estudo.

Em estudos avaliando tipos de armazenamento de feno de Tifton 85 e capim Vaquero, Schmoeller et al. (2019) encontraram valores semelhantes para a população de fungos (3,75 log UFC g⁻¹) e leveduras (1,75 log UFC g⁻¹), no armazenamento do feno em galpão. Avaliando feno de Tifton 85, Ames et al. (2015), encontraram população de fungos inferior ao presente estudo, com uma média de 1,97 log UFC g⁻¹, após 30 dias de armazenamento.

4.4 Conclusão

O feno de aveia preta EMBRAPA 139, em sucessão ao milho, apresentou uma maior digestibilidade da fibra em detergente ácido. A *Crotalaria ochroleuca*, como cultivo antecessor, apresentou elevados teores de fibra em comparação ao milho. O cultivo antecessor não interferiu no período de desidratação da forragem e na população de microrganismos.

4.5 Referências

- AMES, J.P.; NERES, M.A.; CASTAGNARA, D.D. et al. Aspects related to production and storage of Tifton 85 bermudagrass hay with white oat IPR 126 and Guapa oversowing. **Semina**, v.36, n.1, p.341-352, 2015.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1995. 1025p
- BARON, V.C.; GREER, G.G. Comparison of six commercial hay preservatives under simulated storage conditions. **Can. J. Anim. Sci.**, v.68, p.1195-1207, 1988.
- BARRADAS, C.A.A. Adubação Verde. Niterói. Niterói: Programa Rio Rural, 2010. 10p. (Manual Técnico, 25).
- BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 616p.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- EVANGELISTA, A.R.; REIS, R.A.; MORAES, G. Fatores limitantes para adoção da tecnologia de fenação em diferentes sistemas de produção animal. In: Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, 4., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá, PR: UEM/CCA/DZO, 2011. p.271-292.
- FERRAZZA, J.M.; SOARES, A.B.; MARTIN, T.N. et al. Produção de forrageiras anuais de inverno em diferentes épocas de semeadura. **Rev. Ciênc. Agron. [online]**, v.44, n.2, p.379-389, 2013.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis (apparatus, reagents, procedures and some applications). Washington: United States Department of Agriculture, 1975. 20p. (Agriculture Handbook No. 379).

- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.
- MARIANE, F.; FONTANELI, R.S.; VARGAS, L. et al. Trigo de duplo propósito e aveia preta após forrageiras perenes e culturas de verão em sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v.42, n.10, p.1752-1757, 2012.
- NERES, M.A.; CASTAGNARA, D.D.; MESQUITA, E.E. et al. Production of Tifton 85 hay overseeded with white oats or ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1638-1644, 2011.
- NERES, M.A.; NATH, C.D.; HOPPEN, S.M. Expansion of Hay production and marketing in Brazil. **Heliyon**, v.7, n.4, 2021.
- NERES, M.A.; AMES, J.P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria paranaenses**, v.12, n.1, p.10-17, 2015.
- PASQUALOTTO, M.; NERES, M.A.; GUIMARÃES, V.F. et al. Gas Exchanges and Dehydration in Different Intensities of Conditioning in Tifton 85 Bermudagrass: Nutritional Value during Hay Storage. **Asian Australas. J. Anim. Sci.**, v.28, p.807-815, 2015.
- PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: SBCS, 2019. 289p.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's Guide: statistics**, version 6. 4.ed. North Caroline, v.2, 943p. 1993.
- SCHEUER, J.M.; TOMASI, D.B.A Crotalária na adubação intercalar e reforma do cultivo de cana de açúcar. **Vivências: Revista Eletrônica de extensão do URI**, v.7, n.12, 2011.
- SCHMOELLER, M.; NERES, M.A.; STRÖHERTHE, S.M. et al. Sanitary quality of Tifton 85 bermudagrass and wrangler grass hay stored under different environmental conditions. **Biosci. J.**, v.35, n.4, p.1161-1172, 2019.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. 235p.
- SILVA, F.B. **Qualidade nutricional da aveia sob corte, pastejo e feno com diferentes alturas de manejo**. 2011. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 5.ed. São Paulo: Blucher, 2017. 535p.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- TAFFAREL, L.E.; MESQUITA, E.E.; CASTAGNARA, D.D. et al. Produção de matéria seca e valor nutritivo do feno do Tifton 85 adubado com nitrogênio e colhido com 35 dias. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.15, n.3, p.544-560, 2014.

- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WEISS, W.P.; CHAMBERLAIN, D.G.; HUNT, C.W. Feeding Silages. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin. p.469-504. 2003.
- WUNSCH, C.; BARCELLOS, J.O.J.; PRATES, E.R. et al. Avaliação das alterações bromatológicas do feno de campo nativo durante o armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.13, n.2, p.131-135, 2007.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade da conservação do solo é essencial para o sucesso do plantio e cultivo de uma cultura, sendo ela de verão ou inverno. Criar um ambiente favorável às condições físicas, químicas e biológicas do solo contribui para o controle de plantas daninhas, estabilização da produção e recuperação ou manutenção da qualidade do solo. O sistema de rotação e sucessão de culturas deve ser adequado para permitir a manutenção de uma cobertura mínima do solo com palhada e nutrientes. Na hora da escolha destas plantas, é imprescindível conhecer suas características e adaptação à região. Existem muitas plantas utilizadas na rotação de cultura nas diferentes regiões do Brasil, e a experiência local é importante nesta seleção. Em qualquer situação, deve-se ter sempre em mente que não existe uma planta milagrosa e que o ideal é ter mais de uma espécie/família, no sistema de produção, onde busca-se aliar renda, produção e a preservação ambiental.

Diante do observado no presente estudo, avaliando a aveia preta no seu desenvolvimento a campo, antes do enfardamento. O cultivo da crotalária antes da aveia preta, promoveu maior relação folha colmo e maior digestibilidade *in situ* em 48 horas, da matéria seca, matéria orgânica e da fibra em detergente neutro. Já o milho como cultivo antecessor, promoveu maior produção de matéria seca, maior número de folhas verdes e senescentes, menor relação folha colmo e menores teores de fibra em detergente ácido.

Em relação ao feno de aveia preta, com a *Crotalaria ochroleuca* como cultivo antecessor, apresentou menores teores de proteína indigestível e em detergente ácido, maiores teores de fibra e pH. Já o milho como cultivo antecessor, proporcionou menores teores de proteína indigestível em detergente neutro e maior digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente ácido. O cultivo antecessor não interferiu no período de desidratação da forragem e na população de microrganismos.

Nesse contexto, o milho cultivado antes da aveia preta proporcionou maior produção de forragem e maior digestibilidade para a mesma, quando conservada na forma de feno.

ANEXO A – Aprovação do Comitê de Ética no uso de animais (CEUA/UNICENTRO), pelo ofício nº 005/2021, do dia 05 de fevereiro de 2021.

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS - CEUA/UNICENTRO

Ofício nº 005/2021 – CEUA/UNICENTRO

Guarapuava, 09/02/2021

Senhor Pesquisador,

1. Comunicamos que seu projeto de pesquisa intitulado: “Características produtivas e qualidade bromatológica da planta in natura e feno de aveia preta (*Avena strigosa*) embrapa 139 em área de cultivo antecessor com crotalaria (*Crotalaria ochroleuca*) ou milho (*Zea mays*)” protocolo número 005/2021, com início em 15/05/2021 e término em 15/10/2021, foi analisado e considerado **APROVADO**, pela Comissão de Ética no Uso de Animais de nossa Instituição, em Reunião Ordinária do dia 05/02/2021.
2. Deverá ser encaminhado à CEUA o relatório final da pesquisa e a publicação de seus resultados, para acompanhamento do mesmo.
3. Observamos ainda que se mantenha a devida atenção aos Relatórios Parciais e Finais na seguinte ordem:
 - Os **Relatórios Parciais** deverão ser encaminhados à CEUA assim que tenha **transcorrido um ano da pesquisa**.
 - Os **Relatórios Finais** deverão ser encaminhados à CEUA em até **30 dias após a conclusão da pesquisa**.
 - Qualquer alteração na pesquisa** que foi aprovada, como por exemplo, números de sujeitos, local, período, etc. deverá ser necessariamente enviada uma carta justificativa para a análise da CEUA.

Pesquisador: Mikael Neumann
Atenciosamente,



Ivo Ilvan Kerppers
Presidente da Ceua/Unicentro
Port. nº 411- GR/Unicentro-2019

Ao Senhor, Mikael Neumann
UNICENTRO-CEDETEG