

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

LURDES RODRIGUES DA SILVA

**EFEITO DO MANEJO DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO SOBRE O VALOR  
NUTRITIVO DO FENO DE *Crotalaria ochroleuca* L.**

Marechal Cândido Rondon

2022

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

LURDES RODRIGUES DA SILVA

**EFEITO DO MANEJO DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO SOBRE O VALOR  
NUTRITIVO DO FENO DE *Crotalaria ochroleuca* L.**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Zootecnia. Área de concentração “Produção e Nutrição Animal – Linha de Pesquisa Produção e Nutrição de Ruminantes / Forragicultura”, para obtenção do título de “Doutora em Zootecnia”.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Marcela Abbado Neres  
Co-orientadora: Dr<sup>a</sup>. Caroline Daiane Nath

Marechal Cândido Rondon

2022

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

Silva, Lurdes Rodrigues da  
Efeito do manejo de secagem e armazenamento sobre o valor nutritivo do feno de *Crotalaria ochroleuca* / Lurdes Rodrigues da Silva; orientadora Marcela Abbado Neres; coorientadora Caroline Daiane Nath. -- Marechal Cândido Rondon, 2022.  
88 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. Forragicultura. 2. Feno de Leguminosa forrageira-*Crotalaria ochroleuca* L.. 3. Valor nutritivo. 4. Qualidade sanitária. I. Neres, Marcela Abbado, orient. II. Nath, Caroline Daiane, coorient. III. Título.

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

LURDES RODRIGUES DA SILVA

**EFEITO DO MANEJO DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO SOBRE O VALOR  
NUTRITIVO DO FENO DE *Crotalaria ochroleuca* L.**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração “Produção e Nutrição Animal”, para obtenção do título de “Doutora em Zootecnia”.

Marechal Cândido Rondon, 30 de março de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Marcela Abbado Neres  
Presidente/ Orientadora - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Dr. Eduardo Eustáquio Mesquita  
Membro - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Paulo Sérgio Rabello de Oliveira  
Membro - Universidade Estadual do Oeste do Paraná

---

Prof. Dr. Alexandre Leseur dos Santos  
Membro Externo- Universidade Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Américo Fróes Garcez  
Membro Externo – Universidade Federal da Bahia

A Deus, por todas as bênçãos a mim concedidas, por sempre me  
cuidar e amparar nos momentos mais difíceis.

Ao meu esposo João Cezar Alves da Silva, por todo amor, apoio e  
compreensão e por estar ao meu lado no decorrer do doutorado.

À minha mãe Maria Rodrigues da Silva, pelo carinho, amor e  
ensinamentos.

Por serem os motivos de minha vida e por me incentivarem nas  
minhas conquistas, muito obrigada!

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por todas as bênçãos em minha vida.

Ao meu esposo e companheiro, por toda dedicação, amizade, apoio, amor e carinho.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ) da Universidade Estadual do Oeste de Paraná, pela oportunidade de realização do Doutorado.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) chamada pública nº 2019-01, processo nº 88882.431454, pela concessão da bolsa de estudos, o que possibilitou a realização do Doutorado.

À minha orientadora Dr<sup>a</sup>. Marcela Abbado Neres, pela sua orientação, amizade, carinho e especial confiança depositada em mim.

À minha co-orientadora e amiga, Dra. Caroline Daiane Nath, por toda sua dedicação e apoio durante todo meu projeto de pesquisa, ajuda e amizade em todos os momentos em que precisei.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNIOESTE que participaram desta jornada, Ériton Egidio Lisboa Valente, Luís Daniel Giusti Bruno, Regina Conceição Garcia, Newton Tavares Escocard de Oliveira, Paulo Levi de Oliveira Carvalho. À minha amiga e professora Silvana Teixeira Carvalho pelo apoio e carinho. À professora Cinthia Eyng, pelo apoio e carinho durante sua coordenação do laboratório de Microbiologia.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UNIOESTE Paulo Henrique Morsch, por toda ajuda durante meu Doutorado.

Aos colegas e amigos integrantes do grupo NEFEPS que me auxiliaram durante a execução deste trabalho e pela amizade dedicada. Às minhas amigas e amigos de Doutorado, em especial, Liliana Buri, Mariana Stahlhofer, Chaiana Schaffer, Tassiane Nunes, Jansller Genova e Clauber Polese.

Ao professor Dr. Cleverson de Souza, pelo auxílio nas análises estatísticas do projeto de pesquisa. Ao professor Dr. José Renato Stangarlin, por sua ajuda e disponibilidade na avaliação e identificação das análises laboratoriais de fungos para a tese. Ao professor Dr. Élcio Silvério Klosowski, por disponibilizar os dados meteorológicos da Estação Climatológica Automática da UNIOESTE.

## **EFEITO DO MANEJO DE SECAGEM E ARMAZENAMENTO SOBRE O VALOR NUTRITIVO DO FENO DE *Crotalaria ochroleuca* L.**

### **RESUMO**

O processo de fenação é uma estratégia adotada por alguns produtores para a conservação de forragens. O feno de leguminosa na dieta de ruminantes é uma forma de suplemento alimentar com alto valor nutricional. A *Crotalaria ochroleuca* L. (*C. ochroleuca* L.) é uma leguminosa forrageira utilizada no controle de nematoides e sua biomassa vem sendo utilizada na adubação verde. Uma alternativa é o uso desta leguminosa forrageira na forma de feno para alimentação animal. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do manejo de secagem da leguminosa e tempo de armazenamento sobre a qualidade nutricional e sanitária do feno. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas no tempo, com 2 manejos de secagem (com e sem viragem), 4 tempos de armazenamento (0, 30, 60 e 90 dias de armazenagem) e 4 repetições. Foram avaliados os parâmetros: MS para determinar a curva de desidratação, composição bromatológica e digestibilidade, avaliação das populações de microrganismos presentes no feno, determinando as UFC de bactérias (bactérias ácido lácticas, *enterobacterias*, *Clostridium*), fungos e leveduras. O corte das plantas foi realizado aos 123 DAG e o feno foi enfardado 72 horas após o corte com média de 850 g kg<sup>-1</sup> MS. Os manejos de secagem não influenciaram o teor de MS para curva de desidratação. O teor de MS da forragem para curva de desidratação apresentou efeito cúbico para tempo de desidratação e atingiu 848,7 g kg<sup>-1</sup> MS as 72 horas de secagem. O tempo de armazenamento do feno influenciou (P < 0,001) nos teores de MS, FDN, PB, hemicelulose, apresentando efeito quadrático para os teores de MS, FDN e PB. O maior teor de MS do feno foi observado aos 30 dias (888,00 g kg<sup>-1</sup>), para o teor de FDN esteve mais elevado aos 60 dias (557,37 g Kg<sup>-1</sup>) e o teor de PB esteve mais elevado aos 90 dias (204,64 g Kg<sup>-1</sup>). Os teores de EE diferiram (P < 0,001) para os manejos de secagem com e sem viragem (10,63 e 12,15 g kg<sup>-1</sup>) e tempo de armazenamento (com 13,46 g kg<sup>-1</sup> MS no tempo zero), apresentando efeito linear decrescente durante o armazenamento. Não houve efeito (P > 0,001) dos manejos e tempo de armazenamento para os teores de cinzas, MO, FDA, LDA e celulose. Os manejos de secagem e tempo de armazenamento não influenciaram (P > 0,001) sobre a digestibilidade *in vitro* da MS, DIVMO e DIVFDN. Entretanto, a maior DIVMS foi aos 90 dias (746 g Kg<sup>-1</sup>), a DIVMO foi aos 60 dias (746 g Kg<sup>-1</sup>) e a DIVFDN foi no tempo zero (657 g Kg<sup>-1</sup>). Os manejos de secagem

não influenciaram no crescimento das bactérias no feno de *C. ochroleuca* L.. Houve efeito ( $P < 0,001$ ) do tempo de armazenamento para o crescimento da população de bactérias. O crescimento de *Clostridium* foi maior aos 60 dias ( $7,16 \log \text{ UFC g}^{-1}$ ), com resposta quadrática ao tempo de armazenamento do feno. O maior crescimento da população de *Enterobactérias* ocorreu aos 30 dias ( $6,42 \log \text{ UFC g}^{-1}$ ) com comportamento quadrático no tempo de armazenamento. As bactérias ácido lácticas estiveram presentes durante o armazenamento, mas não diferiu ( $P > 0,001$ ) para tempo de armazenamento. O manejo de secagem com uso de viragem apresentou efeito de crescimento fúngico para *Cladosporium* ( $2,251 \log \text{ UFC g}^{-1}$ ). Com base nos resultados obtidos, recomenda-se usar o manejo de secagem sem viragem do feno, pois não influenciou no valor nutritivo do feno e demanda menor mão de obra e uso de equipamento durante a secagem. O feno pode ser utilizado na alimentação animal, uma vez que os manejos de secagem não influenciaram no desenvolvimento de bactérias, o tempo de armazenamento influenciou no crescimento de bactérias, *Clostridium*, *Enterobacteria* e bactérias totais, podendo ser armazenado por até 90 dias de forma cautelosa, uma vez que reduziram o crescimento destes agentes neste período. Portanto, recomenda-se utilizar o manejo de secagem sem viragem, visto que neste estudo o uso do manejo com viragem influenciou o crescimento do fungo *Cladosporium* durante o armazenamento do feno.

**Palavras-chave:** Leguminosa Forrageira, Conservação de forragens, Alternativa suplementar .

## **EFFECT OF DRYING AND STORAGE MANAGEMENT ON THE NUTRITIVE VALUE OF *Crotalaria ochroleuca* L. HAY.**

### **ABSTRACT**

The haymaking process is a strategy adopted by some producers for forage conservation. Legume hay in the diet of ruminants is a form of food supplement with high nutritional value. *Crotalaria ochroleuca* L. (*C. ochroleuca* L.) is a forage legume used to control nematodes and its biomass has been used in green manure. An alternative is the use of this forage legume in the form of hay for animal feed. This study aimed to evaluate the influence of the legume drying management and storage time on the nutritional and sanitary quality of the hay. The experimental design was in randomized blocks, with plots divided in time, with 2 drying managements (with and without turning), 4 storage times (0, 30, 60 and 90 days of storage) and 4 replications. The parameters evaluated were: DM to determine the dehydration curve, chemical composition and digestibility, evaluation of the populations of microorganisms present in the hay, determining the CFU of bacteria (lactic acid bacteria, enterobacteria, *Clostridium*), fungi and yeasts. The cutting of the plants was performed at 123 DAG and the hay was baled 72 hours after cutting, with an average of 850 g kg<sup>-1</sup> DM. Drying managements did not influence the DM content for the dehydration curve. The DM content of the forage for the dehydration curve showed a linear effect for the dehydration time and reached 848.7 g kg<sup>-1</sup> DM at 72 hours of drying. The hay storage time influenced ( $P < 0.001$ ) the levels of DM, NDF, CP, hemicellulose, presenting a quadratic effect for the levels of DM, NDF and CP. The highest DM content of the hay was observed at 30 days (888.00 g kg<sup>-1</sup>), for the NDF content it was higher at 60 days (557.37 g Kg<sup>-1</sup>) and the CP content was higher at 90 days (204.64 g Kg<sup>-1</sup>). The EE contents differed ( $P < 0.001$ ) for the drying managements with and without turning (10.63 and 12.15 g kg<sup>-1</sup>) and storage time (with 13.46 g kg<sup>-1</sup> DM at time zero), presenting decreasing linear effect during storage. There was no effect ( $P > 0.001$ ) of management and storage time for ash, OM, ADF, LDA and cellulose contents. Drying managements and storage time did not influence ( $P > 0.001$ ) on the in vitro digestibility of DM, IVDNDF and IVDOM. However, the highest IVOM was at 90 days (746 g Kg<sup>-1</sup>), IVOD was at 60 days (746 g Kg<sup>-1</sup>) and IVDNDF was at time zero (657 g Kg<sup>-1</sup>). The drying methods have not influenced the growth of bacteria in *C. ochroleuca* L. hay. There was an effect ( $P < 0.001$ ) of the storage time on the growth of the bacterial population. *Clostridium* growth was higher at 60 days (7.16 log

CFU g<sup>-1</sup>), with a quadratic response to hay storage time. The greatest growth of the Enterobacteriaceae population occurred at 30 days (6.42 log CFU g<sup>-1</sup>) with quadratic behavior in storage time. Lactic acid bacteria were present during storage, but have not differed ( $P>0.001$ ) for storage time. Drying management using turning showed a fungal growth effect for Cladosporium (2.251 log CFU g<sup>-1</sup>). Based on the results obtained, it is recommended to use the drying management without turning the hay, as it has not influenced the nutritive value of the hay and requires less labor and use of equipment during drying. The hay can be used in animal feed, since the drying methods have not influenced the development of bacteria and the storage time influenced the development of bacteria, Clostridium, Enterobacteria and total bacteria, and it can be stored for up to 90 days, once which reduced the growth of these agents in this period. It is recommended to use drying management without turning over, seeing that in this study the use of turning management influenced the growth of the Cladosporium fungus during hay storage.

**Keywords:** Forage Legume, Forage conservation, Supplementary alternative.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Resumo da análise de variância da curva da desidratação para os manejos de com viragem e sem viragem do feno de *C. ochroleuca* L..... 44
- Tabela 2. Análise de Variância para a composição bromatológica de fenos dos *C. ochroleuca* L. avaliados em diferentes tempos de armazenamento e dois tratamentos (sem viragem e com viragem)..... 52
- Tabela 3. Equação de regressão para os manejos de secagem com viragem e sem viragem sobre os teores MS, PB, hemicelulose e EE, dos fenos de *C. ochroleuca* L..... 55
- Tabela 4. Análise de Variância da digestibilidade ( $\text{g kg}^{-1}$  MS) *in vitro* e condutividade elétrica dos fenos de *C. ochroleuca* L. nos diferentes tempos de armazenagem. .... 59
- Tabela 5. Equação de regressão para os manejos de secagem com viragem e sem viragem sobre os índices de condutividade elétrica dos fenos de *C. ochroleuca* L..... 59
- Tabela 6. População de microrganismos (bactérias  $\log \text{UFC g}^{-1}$ ) e pH em fenos de *C. ochroleuca* L. com dois manejos de secagens e quatro tempos de armazenamento. .... 78
- Tabela 7. Equação de regressão para valores microbiológicos ( $\log \text{UFC g}^{-1}$ ) de *Clostridium*, *Enterobactérias*, Bactérias Ácido Lácticas e Bactéria total de feno de *C. ochroleuca* L..80
- Tabela 8. População de fungos -  $\log \text{UFC g}^{-1}$  encontrados no feno de *C. ochroleuca* L. com dois manejos de viragem. .... 81
- Tabela 9. Valores médios de logaritmo (base dez) da contagem individual dos fungos identificados, de acordo com o manejo de secagem realizado e tempo de armazenamento dos fenos de *C. ochroleuca*L..... 82

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (T<sub>máx</sub> °C) e mínima (T<sub>mín</sub> °C), umidade relativa média do ar (UR<sub>méd</sub> %) durante o crescimento das plantas, corte, produção de feno e período de armazenagem dos fenos de *C. ochroleuca* L.. ..... 40
- Figura 2. Efeito da curva de desidratação para as plantas de *C. ochroleuca* L.. ..... 45
- Figura 3. Temperatura (°C), interna e externa dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L. e umidade relativa do ar (UR %) aferidos pôr Termo Higromêtro durante os períodos armazenagem (A: 0, 30 dias; B: 60 dias e C: 90 dias) com manejo de viragem..... 48
- Figura 4. Temperatura (°C) interna e externa dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L. e umidade relativa do ar (UR %) aferidos pôr Termo Higromêtro durante os períodos armazenagem (A: 0, 30 dias; B: 60 dias e C: 90 dias) com manejo de sem viragem. .... 49
- Figura 5. Temperatura ambiente (°C) e Umidade Relativa do ar (UR) durante o período de armazenagem dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L., através de avaliação por Data Logger. .... 50
- Figura 6. Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (T<sub>máx</sub> °C) e mínima (T<sub>mín</sub> °C), umidade relativa média do ar (UR<sub>méd</sub> %) durante o crescimento das plantas, corte, período de secagem, produção de feno e período de armazenamento dos fenos de *C. ochroleuca* L.. ..... 75

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 Revisão bibliográfica.....	16
2.1 Efeito do clima na produção forrageira .....	16
2.2 Conservação de forragens - Fenação .....	16
2.3 Processo de fenação.....	18
2.3.1 Corte .....	19
2.3.2 Desidratação ou secagem.....	20
2.3.3 Enfardamento.....	21
2.3.4 Armazenamento de feno.....	21
2.3 Leguminosas Forrageiras.....	22
2.4 Crotalaria L.....	24
2.5 Crotalaria ochroleuca L. ....	25
2.6. Valor nutricional do feno.....	27
2.7. Perfil microbiológico do feno.....	27
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	29
CAPITULO I.....	35
VALOR NUTRICIONAL DO FENO DE <i>Crotalaria. ochroleuca</i> L. COM DIFERENTES MANEJOS DE SECAGEM E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO .....	35
CHAPTER I.....	36
NUTRITIONAL VALUE OF <i>Crotalaria HAY. ochroleuca</i> L. WITH DIFFERENT DRYING MANAGEMENTS AND STORAGE TIMES .....	36
1 Introdução.....	37
2 Material e Métodos.....	38
2.1 Localização .....	38
2.2 Área experimental.....	38
2.3 Delineamento experimental.....	39
2.4 Clima .....	39
2.5 Implantação do Experimento.....	40
2.6 Fenação.....	41
2.8 Avaliação das temperaturas dos fardos de fenos e análises laboratoriais.....	42
2.9 Análise Estatística .....	43
3. Resultados e Discussão.....	44
Conclusões.....	62
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	63
CAPITULO II.....	70

<b>PERFIL MICROBIOLÓGICO DO FENO DE <i>C. ochroleuca</i> L. COM DIFERENTES MANEJOS DE SECAGEM E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO .....</b>	<b>70</b>
<b>CHAPTER II .....</b>	<b>71</b>
<b>MICROBIOLOGICAL PROFILE OF <i>C. ochroleuca</i> L. HAY AT DIFFERENT DRYING MANagements AND STORAGE TIMES.....</b>	<b>71</b>
<b>1 Introdução .....</b>	<b>72</b>
<b>2 Material e Métodos.....</b>	<b>73</b>
2.1 Localização.....	73
2.2 Área experimental.....	73
2.3 Delineamento experimental.....	74
2.4 Clima .....	74
2.5 Implantação do Experimento.....	75
2.3 Fenação.....	75
2.5 Parâmetros analisados .....	76
2.6 Análise Estatística.....	77
<b>3 Resultados e Discussão .....</b>	<b>78</b>
<b>Conclusões .....</b>	<b>85</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>86</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>88</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de fenação é uma estratégia adotada por alguns produtores, para conservação de forragens. As fases da produção de feno são importantes, pois refletem o valor nutricional e qualidade sanitária do volumoso.

A desidratação da forragem quando realizada de forma adequada no processo de fenação é fundamental para garantir a conservação do mesmo. Após a desidratação parcial da camada superficial, a desidratação pode ser acelerada quando submetida ao revolvimento ou viragem, que maximiza a aeração e penetração de raios solares no interior da leira. É recomendado realizar a viragem nas primeiras horas após o corte e pode ser feita 1 vez no dia.

O armazenamento adequado do feno é importante, pois nessa fase também podem ocorrer perdas na qualidade. É indicado que o feno não exceda 18%-20% de umidade e que as condições de armazenamento sejam seguras. O local deve ser livre de umidade, bem ventilado e não tenha incidência de radiação solar sobre o feno. O material fenado não deve ser colocado diretamente sobre o piso ou próximo a paredes em que possa ocorrer transferência de umidade para a forragem.

As leguminosas forrageiras são uma forma alternativa para suplementar a dieta animal. A leguminosa forrageira *Crotalaria* spp., apresenta fácil cultivo, boa adaptação a diferentes ecossistemas, ciclo rápido e pode ser usada na rotação de culturas com a soja.

Dentre as espécies de *Crotalaria* sp., destacamos a *Crotalaria ochroleuca* L. (*C. ochroleuca*), utilizada em sistemas de rotação de culturas para produção de grãos, adubação verde; planta de cobertura, fixação de nitrogênio atmosférico e controle de nematoides do solo, na sucessão da soja reduz significativamente o número plantas daninhas durante a cultura dos cereais.

Como atualmente a *Crotalaria* sp. engloba várias espécies com finalidade de cobertura do solo, a hipótese testada é que o valor nutritivo e a qualidade sanitária se modificam com o manejo e o armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L..

Logo, objetivou-se avaliar o efeito dos manejos de secagem (com e sem viragem) e tempos de armazenamento sobre o valor nutricional e sanitário do feno de *C. ochroleuca* L.

## 2 Revisão bibliográfica

### 2.1 Efeito do clima na produção forrageira

A produção agrícola enfrenta problemas com a estacionalidade, devido às diferentes condições climáticas existentes durante o ano, fazendo com que o sistema de alimentação baseado no uso de pastagens utilizado na produção animal no Brasil sofra com a sazonalidade de produção (NERES, NATH e HOPPEN, 2021).

Em cada região do país a intensidade dos efeitos climáticos sobre a produção vegetal determinará um maior ou menor grau de resposta sobre a produção forrageira (SANTANA et al, 2014). A redução ou aumento de produção é determinada pela precipitação pluviométrica, temperatura e luminosidade (DAHER et al., 2017). Assim como a disponibilidade de matéria seca para a alimentação animal que irá oscilar durante o ano, proporcionando à forrageira, impactos positivos ou negativos sobre os valores nutricionais.

A baixa disponibilidade de matéria seca, com redução na qualidade nutritiva e do valor nutricional das forragens durante a estação seca no Brasil, juntamente com as baixas temperaturas no Sul do país, são fatores responsáveis pela perda de peso dos animais que ocasionam quedas na produção de leite e um aumento na idade de abate dos animais, gerando menor rentabilidade para sistema produtivo.

Contudo, o uso de estratégias para aumentar a eficiência dos sistemas de produção de forrageiras torna-se necessário para padronizar a quantidade e a qualidade de alimentos produzidos durante o ano para os animais. Uma das principais estratégias é a conservação do volumoso na forma de fenação, uma vez que manejada e armazenada corretamente a forrageira, pode ser utilizada por períodos maiores sem que ocorra grandes perdas no valor nutritivo.

### 2.2 Conservação de forragens - Fenação

A fim de reduzir o efeito da estacionalidade da produção forrageira, a conservação de forragens vem sendo cada vez mais adotada nos sistemas intensivos e semi-extensivos de produção, principalmente durante os períodos do ano em que o pasto não é capaz de suprir e fornecer os nutrientes em qualidade e quantidade suficientes, de forma a garantir o fornecimento de alimentos aos animais durante todo o ano (NERES, AMES, 2015; EVANGELISTA et al.,

2016). Desta forma, o processo de fenação permite o cultivo e armazenamento de forrageiras para oferta de alimento durante os períodos de escassez.

No Brasil, a produção de feno começou a ser adotada posteriormente à técnica de ensilagem. Segundo Haddad e Castro (1998), a fenação é um processo de conservação que já é dominado pelo homem há muito tempo e seu uso é conhecido há muitos séculos.

No país, a produção de feno foi motivada pela criação de equinos de elite e o sistema de criação adotado foi o mesmo utilizado na Europa, com confinamento dos animais em baias e sua suplementação com feno de alfafa, Coastcross, aveia e Tifton 85 (NERES et al 2017).

O feno também tem seu uso nos sistemas de produção de leite em função de sua importância como fibra fisicamente efetiva (MERTENS, 1997). Além disso, o comércio de feno é feito em lojas agropecuárias para consumo de pets como coelhos e hamsters. O feno também vem sendo utilizado no Brasil Central na alimentação de bovinos de corte, principalmente na forma de fardos cilíndricos de 300 kg (NERES et al 2017).

A partir do momento que a produção de feno passa a ter caráter comercial, as variáveis de clima, temperatura, umidade do ar, velocidade do vento e radiação solar, tornam-se fundamentais para a origem do produto final (MACDONALD, CLARCK, 1987; HADDAD, CASTRO, 1998).

Aqui no Brasil, essa prática era considerada difícil no início, principalmente nos períodos secos, onde era recomendada a utilização de irrigação para um melhor aproveitamento da produção de feno (FARIA, 1975; FARIA, CORSI, 1993).

A conservação de forragens pelo processo de fenação permite realizar um manejo mais equilibrado na dieta animal, possibilita utilizar suprimento de nutrientes de boa qualidade e com maior estabilidade na oferta durante o ano, através do uso de forrageiras com boa qualidade nutricional.

A qualidade da forragem refere-se ao valor nutritivo da biomassa produzida em interação com o consumo efetuado pelos animais, juntamente com o potencial de desempenho no ganho de peso. Forrageiras de alta qualidade geralmente apresentam bons teores de fibra, elevados teores de proteína e concentração de energia metabolizável (WANDERLEY et al., 2012; BAYÃO et al., 2016).

Um feno de boa qualidade deve apresentar características nutricionais que favoreçam o maior desempenho animal, para isso, é necessário utilizar plantas com alto valor nutritivo e características agronômicas favoráveis e adequadas ao processo de fenação.

As principais características que uma planta forrageira deve apresentar para ser viável à produção de feno é dispor de uma boa quantidade de folhas e boa composição bromatológica,

com teores nutricionais efetivos para o bom desempenho animal, possuir boa quantidade e espessura de folhas, apresentar cutícula, diâmetro e comprimento de colmo suficientes e de fácil manejo, desidratação rápida após o corte, grande capacidade de produção de massa verde e resistência a cortes frequentes (CALCERLEY 1970; JOBIM et al., 2007).

Neres et al. (2011) afirmam que as características estruturais afetam diretamente o tempo de secagem da forrageira, o teor de matéria seca final do feno produzido e que especialmente a espessura do colmo, a razão folha/colmo são importantes para que ocorra uma rápida desidratação da forragem após o corte.

Uma vez que a relação folha/caule deve apresentar facilidade de desidratação após o corte, para que possibilite a conservação do valor nutricional, a forrageira deve ter grande capacidade de produção de biomassa e ser resistente a cortes frequentes (EVANGELISTA; LIMA, 2013).

Os fatores climáticos e de manejo (tais como a fertilidade do solo, ataque de pragas/doenças e o armazenamento) devem ser correlacionados diretamente com a produção de um bom feno (CÂNDIDO et al., 2008). Adequar o rápido processo de desidratação às condições climáticas irá garantir a conservação do máximo valor nutritivo da planta.

De acordo com Evangelista e Lima (2013), o clima é o principal fator limitante na produção de feno, onde a temperatura, a umidade relativa (UR) do ar, a velocidade do vento e a radiação solar, acabam por influenciar no processo de desidratação da forragem, e, conseqüentemente na qualidade do feno.

Ter boas condições climáticas torna-se imprescindível durante o processo de fenação, para que se mantenha um alimento de qualidade durante o processo de secagem e armazenamento.

### 2.3 Processo de fenação

O processo de fenação tem como objetivo promover a rápida desidratação da planta, com a paralisação da atividade respiratória e da ação de microrganismos, quando a disponibilidade de água na forragem é reduzida (MACDONALD, CLARCK, 1987; MORAES, RAMOS; 1998). Esses fatores favorecem o mínimo de perdas em seu valor nutritivo, possibilitando o armazenamento do material enfenado por longos períodos (RAYMOND et al., 1978).

O processo de fenação consiste na secagem controlada da planta forrageira e na maioria dos sistemas de produção envolve as seguintes operações: a fase do corte da planta, o período

de desidratação ou secagem da forrageira, enfardamento, transporte e armazenamento do material enfenado (FARIA, 1975; LAVEZZO, ANDRADE, 1994).

### 2.3.1 Corte

O corte da forragem, em pequena escala, pode ser realizado manualmente, com o auxílio de ferramentas cortantes como cutelo, facão, foice ou alfanje. Quando realizado em grande escala, deve ser manejado mecanicamente, com implementos agrícolas como segadoras de barra, segadoras rotativas (discos ou tambores), ou segadoras-condicionadoras (REIS et al., 2013).

O corte das forragens deve ocorrer quando as plantas atingem a maturidade correta, onde atingem teores de MS e composição bromatológicas adequados, garantindo otimizar o rendimento e a qualidade do feno. Esta etapa varia entre as espécies forrageiras, mas normalmente ocorre nos estágios vegetativos tardios e reprodutivos iniciais, porém, o maior desafio é obter o nível de qualidade ideal em um período de tempo em que o clima seja adequado para murchar ou desidratar a cultura após o corte (ROTZ, 2004).

Quando se fala sobre a maturação da planta durante determinado período do ano, tais como outono e inverno, é possível ocorrer uma redução dos teores nutricionais da forragem, como de proteína bruta e fibra, o que pode acarretar em alterações na digestibilidade do feno (FEYISSA et al., 2014).

A altura de corte varia entre as diferentes forrageiras utilizadas para fenação. Para as gramíneas de crescimento estolonífero, como os *Cynodon* ssp, recomenda-se o corte a 5,0 cm de altura do solo, para leguminosas como a alfafa é recomendado que o corte não seja inferior a 7,0 cm do solo, caso contrário a persistência das plantas estará comprometida (MONTEIRO et al., 1999).

Segundo Neres, Nath e Hoppen (2021) após o corte, a grande quantidade de água na planta promove a formação de uma densa camada com baixa circulação de ar dentro do feno, sendo necessário o revolvimento do material. O processo de viragem deve ser executado com uso de um ancinho, promovendo a ventilação do material cortado dentro da leira. Segundo os autores em condições tropicais, o revolvimento deve ser realizado pelo menos duas vezes entre a primeira e a segunda etapa de secagem.

De acordo com Evangelista e Lima (2013) após a desidratação parcial da camada superficial da forrageira, a desidratação pode ser acelerada na fase inicial se a forragem for

submetida ao revolvimento. É preciso revolver e distribuir a massa de forragem de maneira uniforme acelerando a perda de água por toda a camada.

### 2.3.2 Desidratação ou secagem

Após o corte das plantas, as forrageiras são espalhadas na superfície do solo, para que inicie o processo de desidratação sob a ação do sol e vento. Desta forma, durante o processo de difusão, a água se move de dentro da planta para seu exterior, no ambiente, permitindo durante este estágio que as plantas atinjam 80% de umidade. (REIS et al., 2013).

A desidratação é mais eficiente durante o dia em horários mais quentes. É possível verificar durante o processo de desidratação das plantas, que as folhas possuem taxas de desidratação superiores aos colmos devido à sua menor espessura. Moser (1995) explica que a camada superior seca mais rapidamente que a camada inferior, sendo necessário realizar o revolvimento da forragem para que ocorra a secagem de forma mais uniforme entre as camadas.

Durante a desidratação, os períodos de secagem ocorrem em 3 etapas:

Na primeira etapa, onde diferem-se na duração do tempo da secagem das plantas, os estômatos permanecem abertos por cerca de 1 hora após o corte. Como o déficit de pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto, a perda de água é bastante rápida (NERES, AMES, 2015).

Durante esta fase, a desidratação torna-se bastante influenciada pelo horário de corte pois a redução da umidade advinda do orvalho, nas primeiras horas do dia, pode afetar negativamente a desidratação da forrageira nesta primeira fase e por fatores climáticos como umidade relativa do ar (JONES, HARRIS, 1979).

No segundo evento, em relação à taxa de perda de água logo após o fechamento dos estômatos, a perda de água acontecerá via evaporação cuticular, onde cerca de 70 a 80% de água serão perdidos por essa via, evitando perda de compostos nutricionais da planta por lixiviação, essa etapa ocorre de forma mais lenta que a primeira (MC DONALD; CLARK, 1987). Esta fase é diretamente influenciada pela característica estrutural da planta e pelo manejo de secagem realizado na forragem no campo (JONES e HARRIS, 1979).

Na terceira etapa, ocorre a resistência à desidratação, ou seja, em função de um evento chamado plasmólise, a membrana celular perde a permeabilidade seletiva por onde ocorre a rápida perda de água (HARRIS; TULL-BERG, 1980). A partir desta etapa, a secagem torna-se menos influenciada pelo manejo e mais sensível às condições climáticas do que as demais fases (REIS et al., 2013).

Após alcançar a fase final de desidratação durante a fenação, a forragem deve ser enleirada. Verifica-se que o ponto de feno é correto quando a forragem apresenta menos de 20% de umidade. Essa avaliação pode ser realizada ao torcer com as mãos um feixe de forragem seca e a mesma não apresentar umidade durante o procedimento, ou, que tenha atingido de 15 a 20% de umidade através de análises laboratoriais, a partir daí enleira-se e procede-se com o manejo de enfardamento das forrageiras.

### 2.3.3 Enfardamento

Durante o enfardamento, a forragem é compactada em fardos para reduzir o volume e aumentando a densidade, sendo imprescindível que se produza fardos que possibilitem o manuseio, transporte e armazenagem.

A confecção dos fardos geralmente é realizada por implementos agrícolas, podendo ter formatos retangulares ou redondos. Uma máquina de qualidade para confecção de fardos deve proporcionar baixas perdas de folhas no campo durante o recolhimento e a prensagem. A velocidade e eficiência da enfardadora depende do tipo de leira feita pelo ancinho. Durante a operação de enfardamento, um dos pontos críticos é a padronização do tamanho e densidade dos fardos (REIS et al., 2013).

### 2.3.4 Armazenamento de feno

O armazenamento é uma etapa importante, uma vez que o feno para armazenamento precisa ser seco até atingir um nível de umidade abaixo de 15%. Um feno bem armazenado oferecerá condições apropriadas para a manutenção de um adequado teor de proteína bruta, alta digestibilidade e uma elevada qualidade sanitária, livre de micotoxinas que podem afetar a saúde dos animais. Feno de má qualidade irá apresentar um teor de proteína abaixo de 8%, terá um alto teor de lignina que impede a digestão e o aproveitamento de muitos nutrientes, e poderá apresentar contaminação por micotoxinas que são prejudiciais à saúde dos animais (NERES, NATH e HOPPEN, 2021).

Segundo Evangelista e Lima (2013) o local para armazenamento deve ser livre de umidade, com ventilação e não deve ter incidência de radiação solar sobre o feno. O feno não deve ser armazenado diretamente sobre o piso ou em contato com paredes, os quais podem

transferir umidade para a forragem. Os fardos devem ser empilhados sobre um estrado de madeira a 10 cm do piso.

O feno deve apresentar uma coloração verde marcante, odor agradável, não tenha presença de materiais estranhos ou presença de mofo e poeira, sugerindo que o processo de armazenamento ou secagem a campo foi adequado.

Nascimento et al. (2000), relatam que durante o processo de armazenamento, as perdas do valor nutricional estão diretamente relacionadas à respiração das plantas e atividades de microrganismos presentes no feno e que a maioria das perdas que ocorrem no período de 30 dias de armazenamento são efeitos desse processo. Torna-se, portanto, necessário realizar os cuidados durante o armazenamento, para que não ocorra contaminação e, conseqüentemente, perdas no valor nutricional e que seja possível armazenar fenos por períodos mais longos.

Moser (1995) considera que a intensa atividade de microrganismos eleva a temperatura do feno, podendo levar à combustão espontânea do material armazenado. As condições com elevada umidade e temperatura acima de 55 ° C possibilitam a ocorrência de reações não enzimáticas (reação de Maillard).

Atualmente, é possível feno todo tipo de forrageiras utilizadas na alimentação animal, basta utilizar métodos e equipamentos adequados ao processamento dessas plantas. Embora devamos reconhecer que algumas espécies forrageiras apresentem maior facilidade no manejo, principalmente no que diz respeito à sua capacidade de velocidade na desidratação, atingindo o ponto de feno mais adequado durante o processo da fenação (WROBEL et al., 2017).

Considerando os aspectos nutricionais e de desenvolvimento das plantas forrageiras para produção de feno, o uso de leguminosas forrageiras, torna possível oferecer uma nova alternativa alimentar e de melhor qualidade na dieta dos animais ruminantes durante períodos de escassez (CÂMARA et al., 2015).

### 2.3 Leguminosas Forrageiras

As leguminosas são pertencentes à família Fabaceae Lindl., da classe das Eucotiledônias, engloba espécies de hábito de crescimento rasteiro e arbustivas. Essa família compreende cerca de 727 gêneros e 19.325 espécies distribuídas nas subfamílias Caesalpinioideae, Faboideae e Mimisoideae (LEWIS et al., 2005).

As leguminosas forrageiras são usadas na agricultura para diferentes propósitos, atualmente buscando a intensificação dos sistemas de produção com menores impactos

ambientais e uma exploração mais sustentável o uso dessa cultura proporciona diferentes benefícios ao produtor.

As leguminosas podem ser utilizadas em consórcio com outras culturas, no pastejo direto em cultivo exclusivo, como uma cultura acompanhante para a recuperação de pastagens, para fins de adubação verde do solo, apresentar efeitos indiretos relacionados com a fixação biológica de nitrogênio e atuar no controle de fitonematóides (ESPÍNDOLA, GUERRA E ALMEIDA, 2005).

Para que o uso da leguminosa na alimentação animal seja eficiente, é importante que a espécie cultivada apresente elevado teor proteico, máxima velocidade de estabelecimento, resistência a cortes frequentes para produção de feno, além de apresentar considerável produção de matéria seca.

Paciullo et al. (2014) afirmam que o uso das leguminosas forrageiras na dieta animal proporcionam boa composição nutricional e uma melhor eficiência para a ruminação animal. Corroborando, Pádua et al. (2006) destacam que o feno de leguminosas é superior ao feno de gramíneas em proporção de proteína, o que gera maior influência sobre nutrição animal.

Annicchiarico et al. (2015) pontuam algumas vantagens para o uso das leguminosas forrageiras quando comparadas às gramíneas. As leguminosas apresentam maior produção de proteína bruta digestível; requerem menor uso de aplicações de pesticidas e herbicidas; promovem uma maior proteção do solo contra a erosão; garantem um melhor aproveitamento da água disponível no solo; nos pastos consorciados com misturas de gramíneas-leguminosas, evidencia-se a eficiência na transferência de nitrogênio da leguminosa para a gramínea ou para outra planta não-leguminosa; apresentam grande flexibilidade de uso na alimentação animal (feno, silagem, pastejo direto e preparo de pellets de alto teor proteico); além de ter potencial para duplo propósito de uso na pecuária, pois fornece alimento proteico e energético, ao mesmo tempo.

No entanto, existem alguns entraves ao se utilizar forrageiras leguminosas:

- Perdas físicas e químicas que ocorrem durante o período de desidratação da forragem, principalmente quando há condições climáticas adversas.

- Perdas físicas durante o revolvimento das leiras (NASCIMENTO et al. ,2000); uma vez que as folhas compõem a proporção mais nobre da planta quando se fala de nutrientes, por isso, é necessário todo cuidado para reduzir a perda de folhas durante a produção do feno.

- A confecção de feno de leguminosas apresenta alguns entraves quando comparado ao feno de gramíneas, uma vez que apresenta desidratação mais rápida de suas folhas em relação às hastes, quando os talos estiverem secos as folhas poderão estar quebradiças, possibilitando

perda dos tecidos foliares (fração mais nutritiva da forrageira) no processo mecânico de enfardamento (HARRIS, TULLBERG, 1980).

- Algumas leguminosas forrageiras não suportam muitos cortes ao longo do ano, podem apresentar rebrote mais lento e geralmente são de difícil manejo mecanizado para produção de feno.

#### 2.4 *Crotalaria* L.

A *Crotalaria* sp. é um gênero botânico pertencente à família das *Fabaceae*, que está inserido na tribo *Crotalarieae* (Benth.) (GARCIA et al., 2013). As espécies desse gênero caracterizam-se por apresentar porte herbáceo ou arbustivo, as folhas em formato digitado-trifolioladas, podem ser unifolioladas ou simples, as flores são apresentadas com uma corola predominantemente amarela, às vezes estriadas com vermelho, dispostas em ráceros vistosos, com cálice maior que a corola, com estames, monadelfos, formando um tubo aberto por uma fenda, com anteras dimorfas e legumes inflados (FLORES, MIOTTO, 2005), as vagens são cilíndricas de 4 a 6 cm de comprimento e se propaga por sementes, as quais apresentam variação na cor do tegumento (ANDRADE et al., 2008).

As espécies de crotalaria são encontradas em diferentes condições ambientais, como áreas próximas aos rios, em morros litorâneos, nas restingas, em orlas de florestas, em campos e cerrados. São plantas oportunistas e muito comuns como sendo invasoras (LEWIS et al., 2005). Quando próximas à sua deiscência, apresentam as sementes livres no interior das vagens (GARCIA et al., 2013).

Diversos são os usos citados para as espécies de crotalaria, como na forma de adubo orgânico em solos manejados para outros plantios, no combate a nematóides de plantações de soja e outras culturas, em programas de revegetação e em áreas contaminadas com substâncias tóxicas, também bastante utilizada na produção de fibras para confecção de papel, além de ser utilizada na medicina popular com finalidade farmacológica, de forma empírica (GARCIA et al., 2013; GARRIDO, 2008).

Entretanto, o uso de algumas espécies de crotalaria torna-se limitante para alimentação animal e humana, uma vez que estas possam ter a presença do Alcalóide de Pirrolizidina (PA), mais conhecido como monocrotalina. Este é considerado cancerígeno e hepatocitotóxico quando ingerido. Os PA's são compostos que atuam diretamente na defesa química destas plantas (PACHECO, SILVA-LÓPEZ, 2012).

De um modo geral, o maior teor de PA destas plantas é encontrado nas inflorescências e sementes. Entretanto, a maior concentração está presente nas sementes (3,98%). Sanchez et al. (2013) citam que a taxa de incorporação de sementes de *crotalaria* sp. na dieta de animais deve ser de 0,2 a 0,4%, onde níveis acima de 0,6% de sementes ofertados na dieta já demonstram efeito sobre a saúde animal, iniciando os sinais clínicos de toxicidade a partir dessa taxa de inclusão.

Candrian et al. (1984) relataram que no processo de ensilagem, uma grande proporção de Alcalóides Pirrolizínicos é destruída. Essa degradação dos PAs pode ser atribuída ao efeito de hidrólise ácida que se inicia devido aos produtos da fermentação da silagem dentro do silo, uma vez que esses alcalóides são biodegradáveis quando ocorre a conservação de das forragens na forma de silagem (EFSA, 2011).

No estudo de Expósito et al. (2020) sobre controle potencial de nematoide de cisto com espécies de *crotalaria* não associado à monocrotalina em três espécies de *crotalarias*, nota-se que a *C. ochroleuca* L. apresenta ausência da substância PA. Desta forma, torna-se favorável seu uso para alimentação animal, enquanto que em seu estudo, a *C. spectabilis* (64,05  $\mu\text{g. g}^{-1}$ ) e *C. Juncea* (28,20  $\mu\text{g. g}^{-1}$ ) apresentaram concentrações nos extratos avaliados.

## 2.5 *Crotalaria ochroleuca* L.

A *C. ochroleuca* L. é muito utilizada em sistemas de rotação de culturas para produção de grãos, na forma de adubação verde, ou na forma de cobertura morta para o solo, utilizada na fixação de nitrogênio atmosférico e na atuação do controle de nematoides e plantas daninhas na agricultura, apresentando capacidade de proteger o solo contra erosão (WANG et al., 2003).

Garrido et al. (2008) citam que esta espécie vem sendo muito utilizada na sucessão da soja, em áreas com infestação mista dos nematoides do cisto, das galhas e das lesões radiculares, além de reduzir significativamente a população de plantas daninhas durante as culturas dos cereais. No estudo de Expósito et al. (2020) o efeito nematicida não está ligado a presença de monocrotalina, uma vez que essa substância não esteve presente na *C. ochroleuca* ao contrário que tem sido atribuído pela literatura.

Segundo Amabile et al. (2000), Barreto e Fernandes (2001), a *C. ochroleuca* L. é uma planta leguminosa anual, que apresenta seu crescimento de forma arbustivo ereto, que pode atingir de 1,5 a 2,0 metros de altura durante seu desenvolvimento. Foi introduzida na região dos

Cerrados no Brasil. Devido à possibilidade de desenvolver-se em solos quimicamente “pobres”, com baixo teor de matéria orgânica favorece seu uso na produção.

Essa espécie apresenta potencial produtivo de 7 a 10 toneladas por hectare ( $t\ ha^{-1}$ ) de matéria seca, podendo atingir valores de até  $17\ t\ ha^{-1}$  (AMABILE et al., 2000). A época de semeadura geralmente entre os meses de outubro a novembro apresenta pleno florescimento a partir dos 120 a 150 dias de idade (CARLOS et al., 2006).

O gasto de semente durante o plantio está em torno de 9 a  $12\ kg\ ha^{-1}$ , para semeaduras em linha e a lanço, respectivamente (PIRAÍ SEMENTES, 2021). O espaçamento recomendado entre linhas para o plantio da *C. ochroleuca* L. é de 50 cm e com utilização de 30 sementes por metro e de 75 sementes por metro quadrado ( $m^2$ ) (AGROINOVAR SEMENTES, 2018).

Essa leguminosa forrageira apresenta raízes capazes de romper as camadas adensadas de solos compactados, o que faz dela uma planta resistente ao estresse hídrico em regiões de secas (SANTOS et al., 2010; INOUE et al., 2012). A *C. ochroleuca* L. apresenta em sua produção uma excelente quantidade de biomassa e fixação de nitrogênio no solo tendo capacidade de reciclar em torno de  $200\ a\ 300\ Kg^{-1}\ ha\ N$  (PIRAÍ SEMENTES, 2022), além de ser recomendada para recuperação da capacidade produtiva dos solos.

Garcia et al. (2013) citam que esta é uma leguminosa anual que apresenta grande semelhança com a *C. juncea*. Apresenta expressiva relação folha:caule na composição da MS da parte aérea e suas as folhas são estreitas e trifoliada. Algumas dificuldades enfrentadas durante o cultivo da *C. ochroleuca* L. é o ataque de pragas como o das lagartas que, dependendo da intensidade de ataque pode chegar a comprometer a produção de sementes dessas leguminosas.

A *C. ochroleuca* L. é citada em algumas literaturas no uso para alimentação animal, como os trabalhos publicados por Sarwatt (1990) sobre consumo de ração, taxa de crescimento e coeficientes de digestibilidade de ovinos em crescimento alimentados com feno com *C. ochroleuca*, o estudo de Sarwatt (1992) sobre os efeitos da substituição da torta de semente de girassol por feno de *C. ochroleuca* L. na ingestão de ração, digestibilidade e taxa de crescimento de ovelhas em pastejo e, o trabalho de Mkiwa, et al. (1988) avaliando a composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca em diferentes estágios de crescimento e no trabalho de Mbutia (2003) avaliando a produção de silagem de capim Napier sobre o efeito da inclusão de *C. ochroleuca* L..

## 2.6. Valor nutricional do feno

O valor nutricional de um alimento está condicionado ao teor de nutrientes que o compõem, a eficiência energética e a sua digestibilidade (FERREIRA et al., 2013; MEDEIROS, MARINO, 2015).

Entretanto, o teor de matéria seca (MS) é o parâmetro que determina o valor nutricional do alimento, uma vez que é a ingestão de MS do alimento que determina seu valor alimentar, pois, este equivale ao potencial para gerar desempenho animal.

A digestibilidade por sua vez é definida por Cochran e Galyean (1994) como a fração do alimento perdida durante a passagem pelo trato digestivo.

Segundo Van Soest et al. (1984), a composição bromatológica e valor nutricional das plantas forrageiras podem destacar a importância que a análise qualitativa para os teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro podem influenciar de forma direta ou indiretamente sobre o consumo de matéria seca animal.

O valor nutritivo de uma forragem depende dos teores de nutrientes nela presentes, da digestibilidade, dos produtos da digestão e do consumo do alimento pelos animais. Essas características afetam o consumo alterando a produção (VAN SOEST, 1994).

Ao selecionar uma forrageira para fenação, é preciso buscar uma planta que apresente características nutricionais e estruturais adequadas a cada procedimento adotado e a forma de armazenamento, caso contrário ocorrerá influência sobre o valor nutricional final do alimento.

## 2.7. Perfil microbiológico do feno

O processo de fenação em decorrência de alterações ocorridas pelas mudanças contínuas, oriundas dos manejos de secagem, viragem, transporte e armazenamento, sofrem com alterações na população de microrganismos presentes na forrageira. Durante o processo de fenação, grandes alterações podem ocorrer no volumoso conservado devido à ação de fenômenos bioquímicos e microbiológicos (JOBIM et al., 2007). Segundo Domingues (2009) o manejo adotado na desidratação e no armazenamento interfere diretamente na qualidade químico-bromatológica e sanitária do feno.

Reis et al. (2008) citam que plantas forrageiras em crescimento estão contaminadas naturalmente com uma ampla variedade de fungos. Dessa forma, é importante reconhecer os principais gêneros de fungos que ocorrem durante o armazenamento de volumosos, pois a alta população de fungos patogênicos poderá comprometer a saúde dos animais, induzirem a efeitos

carcinogênicos, hepatotóxicos e mutagênicos ao produzirem micotoxinas (FREIRE et al., 2007).

A população de fungos presentes no campo é mais variada do que a população registrada durante o armazenamento de feno, e os microrganismos presentes durante este período são xerotolerantes os quais são capazes de sobreviver em condições de baixa atividade de água (LEBRE et al., 2017) e mais termotolerantes do que os microrganismos de campo. Neste grupo estão incluídos os gêneros *Aspergillus*, *Rhizopus*, *Penicillium* e *Humicola* (KASPERSSON et al., 1984).

De forma geral, a população de microrganismos é afetada pelo teor de umidade e temperatura registrada durante o armazenamento, e o efeito destes fatores são difíceis de separar no contexto prático (ROBERTS, 1995). Hlodversson e Kaspersson (1986) citam que o processo de fenação modifica a população de fungos presentes na forragem, promovendo redução de gêneros típicos do campo como a *Alternaria*, *Fusarium* e *Cladosporium* e elevando o número populacional de gêneros como a do *Aspergillus* e *Penicillium* que possuem maior ocorrência durante o período de armazenamento do feno.

Para que ocorra o desenvolvimento de fungos, é preciso ter fontes de nitrogênio, energia, atividade de água e temperatura ambiente apropriada para cada gênero. Cada gênero tem seus limites para desenvolver-se e ser capaz de produzir toxinas (CRUZ, 2010). As condições climáticas desfavoráveis durante o processo de secagem no campo podem resultar em um extensivo crescimento de fungos saprófitas, tais como *Fusarium*, *Alternaria* e *Cladosporium*.

Além das alterações na composição química do feno, o desenvolvimento de fungos pode ser prejudicial à saúde dos animais e das pessoas que manejam este alimento, devido à produção de toxinas, principalmente aquelas relacionadas aos fungos patogênicos, como *Aspergillus glaucus* e *Aspergillus fumigatus* (EVANGELISTA; PINTO, 2005).

Os fungos *Aspergillus* e *Penicillium* apresentam desenvolvimento ótimo em temperatura elevada (de 24 a 35°C) e UR do ar superior a 70%, enquanto que os *Fusarium* tendem a ter preferência por temperaturas próximas a 25 °C para seu crescimento, enquanto que o *Fusarium* quando presente quando há temperaturas de 10°C com umidade superior a 14% são capazes de produzir micotoxinas como zearalenona e fumonisina (MALLMANN, DILKIN, 2007).

Segundo Reis et al. (2008) quando ocorre o armazenamento de feno com baixo teor de umidade, menor será a incidência de bactérias e esporos de fungos. Roberts (1995) cita que pode ter aumento de esporos de fungos em feno com umidade abaixo de 15%, enquanto que feno com umidade maior que 15% ocorre uma elevação na população de bactérias e fungos.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ANDRADE, D.A.V.; et al. Aspectos morfológicos de frutos e sementes e caracterização citogenética de *Crotalaria lanceolata* E. Mey (Papilionoideae - Fabaceae). **Acta Botânica Brasileira**, v.22, n.3, p.1150-1162, 2008.
- AGROINOVAR SEMENTES: **Crotalaria ochroleuca**, set. 2018. Disponível em: <<http://www.agroinovar.com.br/site/?p=produto&id=14>> Acesso em: 19 set. 2018.
- AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v.35, n.1, p.47-54, 2000.
- ANNICCHIARICO, P. et al. Achievements and challenges in improving temperate perennial forage legumes. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 34, p. 327-380, 2015.
- BAYÃO, G. F. V. et al. Desidratação e composição química do feno de *Leucena* (*Leucena leucocephala*) e *Gliricidia* (*Gliricidia sepium*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 17, nº 3, p. 365-373, 2016.
- BARRETO, A.C.; FERNANDES, M.F.F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. **Circular técnica** 19. p. 1-7. 2001.
- CALCERLEY, D. J. B. **Métodos de conservación de forajes**. In: WILKINS, R.J. *Conservación de forajes*. Zaragoza: Acribia, p. 27-35, 1970.
- CÂMARA, C.S. et al. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras Anglo Nubianas de tipo misto em lactação. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, p. 443-450, 2015.
- CÂNDIDO, M.J.D. et al. Técnicas de fenação para a produção de leite. Research Gate, **Anais... Seminário Nordeste de Pecuária-PEC Nordeste**, Fortaleza, Volume: 12, 2008. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/242282912\\_Tecnicas\\_de\\_fenacao\\_para\\_a\\_producao\\_de\\_leite](https://www.researchgate.net/publication/242282912_Tecnicas_de_fenacao_para_a_producao_de_leite)> Acesso em: 15 set. 2018.
- CANDRIAN, U., et al. Stability of Pyrrolizidine Alkaloids in hay and silage. **Journal of Agriculture Food Chemical**. 32, 2813–2823. 1984.
- CARLOS, J.A.D. et al. **Adubação Verde: do conceito à prática**. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 32 p., 2006.
- CHEEKE, P.R. Toxicity and metabolism of Pyrrolizidine Alkaloids. **Journal Animal Science**. 66, 2343–2350, 1988.
- COCHRAN, R.C., GALYEAN, M.L. **Measurement of in vivo forage digestion by ruminants**. In: FAHEEY J.R., G.C. (ed) *Forage quality, evaluation, and utilization*. Madison: American Society of Agronomy, p. 613-643, 1994.
- CRUZ, L.C.H. **Micologia veterinária**. 2.ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2010.

- DAHER, R.F. et al. Seasonal variation in forage production of intra and interspecific clones of elephant grass. **Revista Agrarian**. v.10, n.38, p. 294-303, Dourados, mai. 2017.
- DOMINGUES, J.L. Use of conserved roughage in the horse feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.28, supl. esp., p.259-269, 2009.
- EFSA, European Food Safety Authority. Scientific opinion on pyrrolizidine alkaloids in food and feed: EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. **EFSA Journal**. 9, 1–134. 2011.
- ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G M.; ALMEIDA, D.L. **Uso de Leguminosas Herbáceas para Adubação Verde**. Embrapa Agrobiologia (CNPAB), capítulo 18. p. 436-451. 2005.
- EVANGELISTA, A.R.; PINTO J.C. Potencial do gênero *Cynodon* para a produção de ruminantes: realidades e perspectivas. In: REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; BERTIPAGLIA, L.M.A.; OLIVEIRA, A.P.; MELO, G.M.P.; BERNARDES, T.F. (Ed) **Volumosos na produção de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.257-280, 2005.
- EVANGELISTA, A.F. et al. Características de produção e crescimento de espécies forrageiras para produção de silagem: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Nutritime**. 2016. Disponível em:<<http://www.nutritime.com.br/home/>> Acesso em: 15 set. 2018.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Conservação de alimentos para bovinos: Produção de feno. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.34, n.277, p.43-52, nov./dez. 2013.
- EXPÓSITO, L.O. et al. Controle potencial de nematoide de cisto com espécies de crotalaria não associado à monocrotalina. **Revista Atena**. Ponta Grossa, PR. Cap. 25, p. 221-230, Mai. 2020.
- FARIA, V.P. Técnicas de Produção de Feno. In: Simpósio Sobre Manejo de Pastagem, n.2, Piracicaba, 1975. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p. 229-240, 1975.
- FARIA, V.P.; CORSI, M. **Técnicas de Produção de feno**. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Confinamento de bovinos de leiteiros. Piracicaba: FEALQ, P. 171-194, 1993.
- FEYISSA, F. et al. Dynamics in nutritional characteristics of natural pasture hay as affected by harvesting stage, storage method and storage duration in the cooler tropical highlands. **African Journal of Agricultural Research**, v. 9, n. 43, p. 3233-3244, 2014.
- FERREIRA, S.F. et al. Fatores que afetam o consumo alimentar de bovinos. **Arquivos de Pesquisa Animal**, v.2, n.1, p.9 - 19, 2013.
- FLORES, A.S.; MIOTTO, S.T.S. Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae – Faboideae) na região Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, V.19(2): n. 245-249, 2005.
- FREIRE, F.C.O. et al. **Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal**. Fortaleza: EMBRAPA Agroindústria Tropical, 48p., 2007.

- GARCIA, J. M. et al. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae, Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná, Brasil. **Revista brasileira de Biociências.**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 209-226, abr./jun. 2013.
- GARRIDO, M.S. et al. Manejo da crotalaria e do guandu no controle de nematoses do inhame. **Summa Phytopathologica**, 34(3): 222-227. 2008.
- HADDAD, C.M., CASTRO, F.G.F. Produção de feno. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1998. p.151-172, 1998.
- HARRIS, C.E.; TULLBERG, J.N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut from conservation. **Grass and Forage Science**, v.35, p.1-11, 1980.
- HLODVERSSON, R.; KASPERSSON, A. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**. 15:149-165, 1986.
- INOUE, M. H. Eficácia de herbicidas aplicados em plantas adultas de *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca*. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v.11, n.2, p.148-58, mai./agos. 2012.
- JOBIM, C.C. et al. P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.
- JONES, L.; HARRIS C. E. Plant and sward limits to drying. In: CONFERENCE ON FORAGE CONSERVATION IN THE 80's, Brighton. **Proceedings...** p. 53-60, 1979.
- KASPERSSON, A. et al. Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. Swedish, **Journal of Agriculture Reserch**. 14: 127-133, 1984.
- LAVEZZO, W.; ANDRADE, J. B. Conservação de Forragens: Feno e Silagem. In: Simpósio Brasileiro de Forragens e Pastagens. **Anais...** Campinas: CBNA, p. 105, 1994.
- LEBRE, P. H., et al. Xerotolerant bacteria: surviving through a dry spell. **Nature Reviews, Microbiology**, v. 15, n. 5, p. 285-296, 2017.
- LEWIS, G.P. Legumes of the world. Kew: **Royal Botanic Gardens**, 2005. 577p.
- MALLMANN, C.A.; DILKIN, P. **Micotoxinas e micotoxicoses em suínos**. Santa Maria: Ed. Do autor, 2007.
- MBUTHIA, E.W. Effect inclusion of protein rich forages on quality of Napier grass silage. **Tese** (Doutorado em Ciência Animal). Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade de Nairóbi, 2003. Disponível em: < [http://41.204.161.209/bitstream/handle/11295/155573/Mbuthia\\_Effect%20of%20Inclusion%20of%20Protein-rich%20Forages%20on%20Quality%20of%20Napier%20Grass%20Silage.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://41.204.161.209/bitstream/handle/11295/155573/Mbuthia_Effect%20of%20Inclusion%20of%20Protein-rich%20Forages%20on%20Quality%20of%20Napier%20Grass%20Silage.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 27 mai. 2020.

- McDONALD, A.D.; CLARK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v.41, p.407-437, 1987.
- MEDEIROS, S.R.; MARINO, C.T. Valor nutricional dos alimentos na nutrição de ruminantes e sua determinação. In: Medeiros, S.R.; Gomes, R.C.; Bungenstab, D.J. **Nutrição de Bovinos de Corte**. 1 ed. Embrapa, Brasília, 2015.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, 80, 1463–1481, 1997.
- MKIWA, F. E. J. et al. Nutritive value of crotalaria ochroleuca: I chemical in vitro dry matter digestibility Composition and at different stages of growth. **PROCEEDINGS....** Of the first joint workshop held in Lilongwe, Malawi 5-9, Dez. 1988.
- MONTEIRO, A. L. G. Fisiologia do crescimento. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 16., 1999, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 23-45, 1999.
- MORAES, E.A.; RAMOS, A.K.B. Produção de Feno. **Comunicado Técnico Nº 76- Embrapa**. 6p. 1998.
- MOSER, L.E. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). **American Society of Agronomy Inc.**, Madison, Wisconsin, p. 1-19, 1995.
- NASCIMENTO, J.M.; COSTA, C.; SILVEIRA, A.C. et al. Influência do método de fenação e tempo de armazenamento sobre a composição bromatológica e ocorrência de fungos no feno de alfafa (*Medicago sativa*, L. cv. Flórida 77). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.669-677, 2000.
- NERES, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; MESQUITA, E. E.; JOBIM, C. C.; TRÊS, T. T.; OLIVEIRA, P. S. R.; OLIVEIRA, A. A. M. Production of tifton 85 hay overseeded with White oats or ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 40, n. 8, p. 1638-1644, 2011.
- NERES, M.A.; AMES, J.P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 14, n. 1, jan./mar., p. 10-17, 2015.
- NERES, M.A.; NATH, C.D.; SUNAHARA, M.M. Cenário da Produção e Comercialização de Feno e Pré secado no Brasil. **Anais...VI Simpósio: Produção e Utilização de Forragens Conservadas**. 6ed.Maringá, v. 6, p. 141-170, 2017.
- NERES, M.A.; NATH, C.D; HOPPEN, S.M. Expansion of hay production and marketing in Brazil. **Journal of Heliyon**, (7); 8 p. 2021.
- PACHECO, J. S., SILVA-LÓPEZ, R.E. Study of the proteolytic activity of the tropical legume *Crotalaria spectabilis*. **Journal of Biosciences**. 67, 495–509, 2012.
- PACIULLO, D.S.C.; et al. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass–legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, p. 1264-1271, 2014.

- PADUA, F.T.; et al. Produção de matéria seca e composição químico bromatológica do feno de três leguminosas forrageiras tropicais em dois sistemas de cultivo. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1253-1257, 2006.
- PIRAÍ SEMENTES, **Espécie: Crotalaria Ochroleuca**, Pirai Sementes, 2018. Disponível em: <[http://www.pirai.com.br/semente\\_crotalaria\\_ochroleuca-texto-b96.html](http://www.pirai.com.br/semente_crotalaria_ochroleuca-texto-b96.html)> Acesso em: 19 fevereiro, 2021.
- RAYMOND, W.F., SHEPPERSON, G., WALTHAM, R. Forage Conservation and Feeding. Ipswich: **Farming Press**, 1978. p.148.
- REIS, R.A. et al. **Produção qualidade e aspectos sanitários de fenos**. Jaboticabal: FCAV/UNESP, 2008. Disponível em: <[chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefin dmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.fcav.unesp.br%2FHome%2Fdepartamentos%2Fzootecnia%2FANACLAUDIARUGGIERI%2Ffeno\\_palestra\\_botucatu.pdf&cl en=579779&chunk=true](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefin dmkaj/viewer.html?pdfurl=https%3A%2F%2Fwww.fcav.unesp.br%2FHome%2Fdepartamentos%2Fzootecnia%2FANACLAUDIARUGGIERI%2Ffeno_palestra_botucatu.pdf&cl en=579779&chunk=true)> Acesso em: março de 2020.
- REIS, R. A. et al. Fenação. In: REIS, R. A.; BERNADES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). **Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros**. 1ª ed. Jaboticabal, SP, p. 699-714. 2013.
- ROBERTS, C.A. Microbiology of stored forages. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). **American Society of Agronomy. Inc.**, Madison, Wisconsin. 21-38, 1995.
- ROTZ, C.A. Harvesting and storage systems for hay and haylage. **PROCEEDINGS / REPORTS**. Volume 13. American Forage and Grassland Council Roanoke, Virginia June 13-16, 2004.
- SANCHEZ, D.C.C., et al. Clinical and laboratory evaluation of sheep experimentally intoxicated with *Crotalaria spectabilis* (leg. papilionoidea) seeds. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias Ambiental**. 11, 263–273, 2013.
- SANTANA, S.S.; FONSECA, D.M.; SANTOS, M.E.R et al. Initial height of pasture deferred and utilized in winter and tillering dynamics of signal grass during the following spring. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.36, n.1, p.17-23, 2014.
- SANTOS, P.A. 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.
- SARWATT, S.V. Feed intake, growth rate and digestibility coefficients of growing sheep fed hay supplemented with *Crotalaria ochroleuca*. **Anim. Feed Science Technology**, 28:51-59, 1990.
- SARWATT, S.V. Effects of replacing sunflower seed cake with *Crotalaria ochroleuca* hay on feed intake, digestibility and growth rate of grazing sheep. *Small Ruminant Research*, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. N.7, p. 21-28, 1992.
- VAN SOEST, P.J., MERTENS, D.R., DEINUM, B. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. **Journal Animal Science**, 47(3):712-720. 1984.

- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell. 476p. 1994.
- WANDERLEY, W. L. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, nº 2, p. 444-456, 2012.
- WANG, K. H.; MCSORLEY, R; GALLAHER, R. N. Effect of *Crotalaria juncea* amendment on nematode communities in soil with different agricultural histories. **Journal of Nematology**, v. 35, n. 3, p. 294-301, 2003.
- WROBEL, F. L. et al. Características produtivas e nutricionais do feno de trigo cultivado em dois níveis de adubação nitrogenada e estádios de colheita. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.3, p.725-732, 2017.

## CAPITULO I

### VALOR NUTRICIONAL DO FENO DE *Crotalaria. ochroleuca* L. COM DIFERENTES MANEJOS DE SECAGEM E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

#### RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito dos manejos de secagem (com e sem viragem) e tempos de armazenamento sobre o valor nutricional e sanitário do feno de *C. ochroleuca* L. O delineamento foi DBC, com parcelas subdivididas no tempo (2 manejos de secagem: com e sem viragem), 4 tempos de armazenamento e 4 repetições. A MS foi avaliada para determinar a curva de desidratação. Foram realizadas análises bromatológicas do feno durante o armazenamento. O corte das plantas foi aos 123 dias de idade e enfardado 72 horas após o corte quando atingiu 85% MS. A MS para determinar a curva de desidratação não diferiu ( $P \geq 0,001$ ) para os manejos de secagem. O teor de MS (84,87 %) diferiu ( $P \leq 0,001$ ) para tempo de secagem e apresentou efeito linear quando avaliada a curva de desidratação. Os teores de MS, FDN, PB, hemicelulose foram influenciados pelo tempo de armazenamento e apresentaram efeito quadrático. O máximo teor de MS foi observado aos 35 dias de armazenamento. O maior teor de FDN foi 36 dias. O maior teor de PB foi aos 35 dias. Os teores de EE diferiram ( $P \leq 0,001$ ) para manejo sem viragem (12,15 g Kg<sup>-1</sup>) e para o tempo zero (13,46 g Kg<sup>-1</sup>) durante o armazenamento, com efeito linear decrescente. Os teores de MM, MO, FDA, LDA e celulose não foram influenciados pelos manejos de secagem e tempo de armazenamento do feno. A digestibilidade *in vitro* da DIVMS, DIVMO e DIVFDN do feno não foram influenciados pelos manejos de secagem e tempo de armazenamento. Com base nos resultados obtidos, recomenda-se utilizar o manejo de secagem sem viragem do feno, pois não influenciou o valor nutritivo do feno e por sua vez demanda menor uso de mão de obra e maquinário durante a secagem e o armazenamento pode ser realizado por até 90 dias.

**Palavras-chave:** Leguminosa forrageira, conservação, suplementação.

## CHAPTER I

### NUTRITIONAL VALUE OF HAY *Crotalaria ochroleuca* L. WITH DIFFERENT DRYING MANAGERMENTS AND STORAGE TIMES

#### ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of drying management (with and without turning) and storage times on the nutritional and health value of *C. ochroleuca* L. The design was DBC, with plots subdivided in time (2 drying managements: with and without turning), 4 storage times and 4 replications. The MS was assessed to determine the dehydration curve. Bromatological analyzes of the hay were performed during storage. The plants were cut at 123 days of age and baled 72 hours after the cut when it reached 85% DM. The MS to determine the dehydration curve did not differ ( $P \geq 0.001$ ) for the drying managements. The DM content (84.87%) differed ( $P \leq 0.001$ ) for drying time and presented a linear effect when the dehydration curve was evaluated. The DM, NDF, CP, hemicellulose contents were influenced by storage time and showed a quadratic effect. The maximum DM content was observed at 35 days of storage. The highest NDF content was 36 days. The highest CP content was at 35 days. The EE contents differed ( $P \leq 0.001$ ) for management without turning (12.15 g Kg<sup>-1</sup>) and for time zero (13.46 g Kg<sup>-1</sup>) during storage, with a decreasing linear effect. MM, MO, ADF, LDA and cellulose contents have not been influenced by drying management and hay storage time. The in vitro digestibility of DM, OM and NDF of hay were not influenced by drying management and storage time. Based on the results obtained, it is recommended to use drying management without turning the hay, as it has not influenced the nutritive value of the hay and in turn requires less use of labor and machinery during drying and storage can be carried out for up to 90 days.

**Keywords:** Forage legume, conservation, supplementation.

## 1 Introdução

A sazonalidade na produção de forrageiras tropicais influencia o suprimento de volumosos para alimentação de ruminantes, tais como bovinos, ovinos e caprinos. O uso da suplementação volumosa na forma de feno nos períodos críticos de produção forrageira é uma alternativa para a produção animal.

O processo de fenação inicia-se com a evaporação da água via estômatos, o que permite a desidratação da forragem logo após o corte. Após a desidratação parcial da camada superficial, o revolvimento uniforme permite que a aeração e a penetração dos raios solares no interior da leira acelerem a desidratação da forragem.

O uso de leguminosas forrageiras na alimentação animal possibilita aumentar o valor nutricional uma vez que eleva o teor proteico na dieta animal, além de apresentar grande potencial forrageiro para a produção de feno e elevar o nível de nitrogênio no solo.

A leguminosa do gênero *Crotalaria L.* pertencente à família Fabaceae Lindl., apresenta cerca de 690 espécies distribuídas em regiões tropicais e subtropicais, e os locais mais ricos são na África e na Índia (GARCIA et al., 2013).

Dentre as cultivares, destacamos a *C. ochroleuca* que apresenta crescimento arbustivo ereto, com altura de 1,5 a 2 metros, capaz de se desenvolver em solos com baixa disponibilidade de nutrientes e com baixo teor de matéria orgânica (FERREIRA et al., 2016).

A *C. ochroleuca* por ser uma leguminosa, possui elevados teores de proteína bruta, atua na fixação de nitrogênio atmosférico, além de dispensar o uso de adubos nitrogenados no solo durante seu cultivo (MKIWA et al., 1990).

Utilizada em rotação com a cultura de soja pelo seu potencial de controle de nematoides, apresenta grande produção de biomassa. A época de semeadura entre os meses de outubro a novembro, com pleno florescimento dos 120 aos 150 dias de idade.

Amabile et al. (2000) citam que *C. ochroleuca* tem apresentado potencial produtivo de 7 a 17 toneladas por hectare ( $t\ ha^{-1}$ ) de matéria seca. O espaçamento recomendado entre linhas para o plantio das sementes é de 0,50 m e com utilização de 15 a 30 sementes por metro ou 75 sementes por metro quadrado ( $m^2$ ) (CALEGARI et al., 1993).

A *C. ochroleuca L.* apresenta grande potencial de produção de biomassa, a hipótese testada é que o valor nutritivo e qualidade nutricional possam ser modificados devido ao efeito do manejo de secagem a campo e com o tempo de armazenamento do feno.

Logo, objetivou-se verificar o efeito do manejo de viragem do material cortado durante a desidratação e do tempo de armazenamento por até 90 dias, sobre valor nutricional do feno de *C. ochroleuca* L..

## 2 Material e Métodos

Este estudo foi conduzido de acordo com as normas da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, e a canulação dos animais foi realizada de acordo com o protocolo n° 06411 (CEUA/UNIOESTE).

### 2.1 Localização

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. Localizava-se ao lado da Estação Climatológica da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Para armazenamento dos fardos de feno, foi utilizado um local coberto, com estrutura que comportava a armazenagem total do feno produzido e, o local era provido de janelas para que fosse possível a entrada de ventilação dos fardos, evitando assim, aquecimento dos mesmos.

### 2.2 Área experimental

Na área experimental o solo é classificado como Oxisol Ustox Eustrtox (SOIL SURVEY STAFF, 2014) ou Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2013) de textura argilosa e apresenta as seguintes características químicas: 23,76 (P mg dm<sup>3</sup>), 24,1 (MO g dm<sup>3</sup>), 4,86 (pH CaCl<sub>2</sub> 0,01 molL<sup>-1</sup>), 4,82 (H+AL cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 0,21 (AL<sup>3+</sup> cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 0,2 (K cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 3,32 (Ca<sup>2+</sup> cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 2,94 (Mg cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 6,46 (SB cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 1,29 (CTC cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 50,1 (V%), 3,4 (AL%).

Foi realizada na área experimental a escarificação do solo antes da implantação do projeto, pois, o local foi utilizado anteriormente como área de pastejo com cultivo antecessor com *Avena sativa* spp..

### 2.3 Delineamento experimental

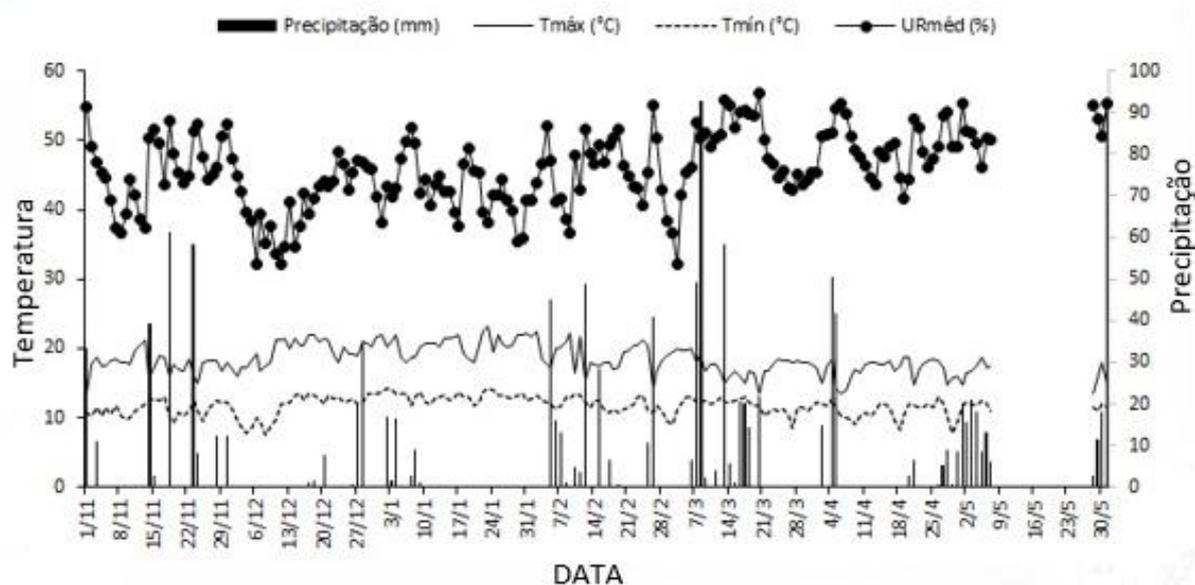
O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com parcelas subdivididas no tempo, com 2 manejos de secagem da leguminosa: com viragem e sem viragem, alocados nas parcelas principais com 4 tempos de armazenamento do feno (0, 30, 60 e 90 dias de armazenagem) e 4 repetições para cada tempo de armazenagem.

O arranjo foi constituído por duas parcelas (400m<sup>2</sup> cada), subdivididas em quatro subparcelas de 100 m<sup>2</sup>.

### 2.4 Clima

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).

Durante o estudo, foi realizado o acompanhamento da temperatura e da pluviosidade ao longo do crescimento e desenvolvimento da planta e durante o armazenamento dos fardos de feno da *C. ochroleuca* L.. Os dados relacionados à fase de crescimento e desenvolvimento das plantas foram obtidos através da Estação Climatológica Automática da UNIOESTE, localizado próximo à área experimental.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (Tmáx °C) e mínima (Tmín °C), umidade relativa média do ar (URméd %) durante o crescimento das plantas, corte, produção de feno e período de armazenagem dos fenos de *C. ochroleuca* L..

Fonte: Estação meteorológica da Fazenda Experimental da UNIOESTE, Marechal C. Rondon – PR, novembro a dezembro/2018 e de janeiro a fevereiro de 2019.

## 2.5 Implantação do Experimento

Foram controladas na área experimental as plantas daninhas presentes no ambiente. O controle ocorreu de forma manual (com uso de enxada) durante o crescimento e desenvolvimento das plantas e, de forma química com uso de Glifosato®, utilizado antes da semeadura a aplicação de graminicida (Finale® e Roundup®).

Dentre as plantas daninhas presentes foram encontradas: *Ipomoea ramosíssima* (corda de viola), *Amaranthus caudatus*, *Conyza bonariensis* (buva), *Digitaria Insularis* (L.) (amargoso), *Amaranthus viridis* (caruru), *Sapium glandulatum* (leiteiro), *Commelina Benghalensis* (trapoeraba), *Hypochoeris brasiliensis* (almeirão de campo), *Sonchus oleraceus* (serralha), *Taraxacum officinale* (dente de leão), *Desmodium tortuosum* (pega-pega), *Leonurus sibiricus* (rubim), *Sida rhombifolia* (guanxuma), *Cenchrus echinatus* (carrapicho), *Eleusine Indica* (L.) (capim pé de galinha).

A implantação do experimento ocorreu no dia 9 do mês de novembro de 2018, com a semeadura, utilizando uma semeadora (modelo SHM 11/13, Semeato®) de 5 linhas. Foram utilizadas 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras para o cultivo da *Crotalaria o.* na área experimental.

Não foi realizada nenhuma adubação do solo, apenas semeadura sobre a palhada do cultivo antecessor (*Avena sativa* sp.).

A emergência da *C. ochroleuca* L. deu-se 5 dias após a semeadura (no dia 13 de novembro de 2018) atingindo 50% de sua emergência na área total no dia 27 de novembro de 2018.

## 2.6 Fenação

O corte da *C. ochroleuca* L. ocorreu no dia 21 de fevereiro de 2019, no período da manhã após secagem do orvalho. As plantas apresentavam idade de 123 DAG (dias após germinação), com porte médio de 2 metros de altura e iniciando o estágio de floração.

O corte foi realizado com uma segadora condicionadora de discos com batedores de dedos livres (modelo FC 243 GII Lift Control TL, largura 3,50 m, marca Kunh®). O corte foi realizado nas plantas com 30 cm de altura do solo.

O período de secagem foi de 3 dias, onde o processo de viragem das plantas ocorreu no segundo e terceiro dia da desidratação das plantas. A viragem das plantas foi realizada de forma manual, com auxílio de ancinho, devido ao fato de a fazenda experimental não possuir equipamento específico para o manejo.

Durante o processo de secagem para obtenção do feno, foram coletadas 4 amostras de cada tratamento para avaliar os teores de MS e assim determinar uma curva desidratação. Os dias de secagem compreenderam do momento do corte até o enfardamento. Essa avaliação foi realizada todos os dias, às 14 horas da tarde.

O material foi enfardado quando a leguminosa forrageira apresentava matéria seca de 85%. Segundo Neres e Ames (2015) o teor de matéria seca recomendado para fenos é de 85% a 90%. Como não havia maquinário específico para enfardamento da leguminosa forrageira, o procedimento foi realizado manualmente.

Para o acondicionamento do material seco, foram utilizados sacos de tecido de algodão (saco cru) para o armazenamento. Foram coletadas as plantas secas de maneira cautelosa, para que não houvesse perdas do material a campo (folhas), pois, as folhas já se apresentavam em estágio de desidratação completo e estavam quebradiças.

Os fardos de feno foram acondicionados sobre paletes de madeira, para que evitasse contato direto com o chão ou paredes, possibilitando que os fardos não absorvessem umidade ambiente.

Após armazenamento, iniciaram-se as primeiras aberturas dos fardos de feno. As coletas de amostras para análises laboratoriais ocorreram conforme as aberturas sequenciais de cada tempo de armazenamento.

## 2.8 Avaliação das temperaturas dos fardos de feno e análises laboratoriais

Para as avaliações de temperatura e umidade relativa durante o armazenamento do feno, foram utilizados termômetros digitais (Termo Higrômetro com sensor externo AK28new, AKSO<sup>®</sup>), além de serem monitoradas a temperatura e umidade relativa do ar através de um registrador de dados de temperatura e umidade com display (DT 172, Temperature and humidity DataLogger, CEM<sup>®</sup>) alocado no centro do local de armazenamento dos fardos de feno.

O monitoramento foi realizado diariamente, no horário mais quente (compreendido entre as 12 horas e 14 horas da tarde), avaliando-se as temperaturas máximas e mínimas na parte interna (IN) e externa (OUT) de cada fardo de feno, individualmente.

As amostras para análises bromatológicas foram coletadas aproximadamente 0,3 kg de feno da porção central do fardo, onde o material amostrado foi acondicionado em saco de papel, identificados e submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada de ar sob a temperatura de 55°C por 72 horas, para quantificação dos teores de matéria pré-seca. Após a secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneiras de 1 mm de crivo e posteriormente submetidas a procedimentos laboratoriais.

Os teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) foram determinados segundo a AOAC (1990). Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (LDA) conforme descrito por Van Soest et al. (1991). Celulose (CEL) e hemicelulose (HEM) de acordo com Silva e Queiroz (2006). O extrato etéreo (EE) foi determinado pelo equipamento semiautomático ANKOM XT15 (ANKOM Technology Corporation, Fairport, NY, EUA), essa metodologia foi aprovada pela American Oil Chemists' Society (AOCS) em 2005.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) do feno foram estimados segundo a equação:  $NDT = MO \{ [26,8 + 0,595 (DIVMO)] / 100 \}$ , descrita por Kunkle e Bates (1998), em que MO é a matéria orgânica (%) e DIVMO é a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (%).

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 descrito por Holden (1999). Para a coleta do líquido ruminal, via cânula ruminal, foram utilizados dois bovinos, machos castrados, submetidos a dieta contendo 50% de volumoso (silagem de milho) e 50% de concentrado (quirera de milho, farelo de soja e suplemento mineral).

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) do feno, foi determinada através da queima em mufla (600°C após 4 horas), do resíduo do material incubado obtido após o término das análises de DIVMS, e seu resultado expresso através do cálculo da diferença entre os resíduos de incubação e as cinzas.

A determinação da digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (DIVFDN), adotou-se a metodologia descrita por Goering e Van Soest (1975), com incubação das amostras por 48 horas a 39°C, posteriormente submetendo-as a análise de fibra em detergente neutro.

Foi determinada a condutividade elétrica dos fenos utilizando um condutivímetro, conforme método apresentado segundo o manual de instruções do medidor de condutividade (modelo TEC4-MP, Tecnal®). Os valores obtidos, foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ .

## 2.9 Análise Estatística

Os dados foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, utilizando o modelo estatístico de fatorial em blocos casualizados. Os fatores foram o tratamento “TRAT” (com viragem e sem viragem) e o tempo (0, 30, 60 e 90 dias).

Posteriormente submetidos à análise de variância estatística utilizando o procedimento MIXED do SAS® University Edition, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + \delta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Na qual  $Y_{ijk}$  é o valor observado para a variável resposta;  $\mu$  é a média de todas as observações;  $T_i$  é o efeito do nível  $i$  do fator feno,  $\beta_j$  é o efeito  $j$  do fator Tempo,  $(T\beta)_{ij}$  é o fator de interação entre os fatores feno (com e sem viragem) e Tempo.  $\delta_k$  é o efeito do bloco.  $\varepsilon_{ijk}$  erro associado a cada observação  $ijk$ .

Após ANOVA realizou-se as análises de regressões. Foi considerado nível de 0,001 de significância em todos os testes e utilizado para auxílio das análises o software SAS® University Edition.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Curva de desidratação da leguminosa forrageira *C. ochroleuca* L.

Não houve interação ( $P \geq 0,001$ ) entre tratamentos com viragem e sem viragem e tempo de secagem das plantas de *C. ochroleuca* L. durante a desidratação (Tabela 1). Não houve efeito ( $P \geq 0,001$ ) dos manejos de secagem com viragem e sem viragem na curva de desidratação das plantas de *C. ochroleuca* L.. O tempo de secagem apresentou efeito significativo ( $P \leq 0,001$ ) para o teor de matéria seca (848,7 g kg<sup>-1</sup>) das plantas de *C. ochroleuca* L.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância da curva da desidratação para os manejos de com viragem e sem viragem do feno de *C. ochroleuca* L.

	Manejo		Secagem/horas				p-Valor			CV (%)
	Com Vir	Sem Vir	0	24	48	72	Manejo	Tempo	M*T	
MS	672,1	667,7	503,9	552,0	775,1	848,7	0,6446	0,0001	0,49238	3,94

Valores de P igual a zero, significa que foi menor que 0.001.

Com Vir: com viragem; Sem Vir: sem viragem. Manejo: tratamento. Tempo: Tempo de secagem. M\*T: Interação. CV (%): Coeficiente de variação.

Índices de MS abaixo de 850 g kg<sup>-1</sup> pode favorecer ao surgimento de microrganismos que causam deterioração do volumoso, produzindo toxinas que afetam a saúde dos animais. O teor de matéria seca recomendado para fenos é de 850 g kg<sup>-1</sup> a 900 g kg<sup>-1</sup> (Neres e Ames, 2015), dessa forma, impede a respiração celular e atividade de micro-organismos indesejáveis, o que permite evitar a deterioração da forragem.

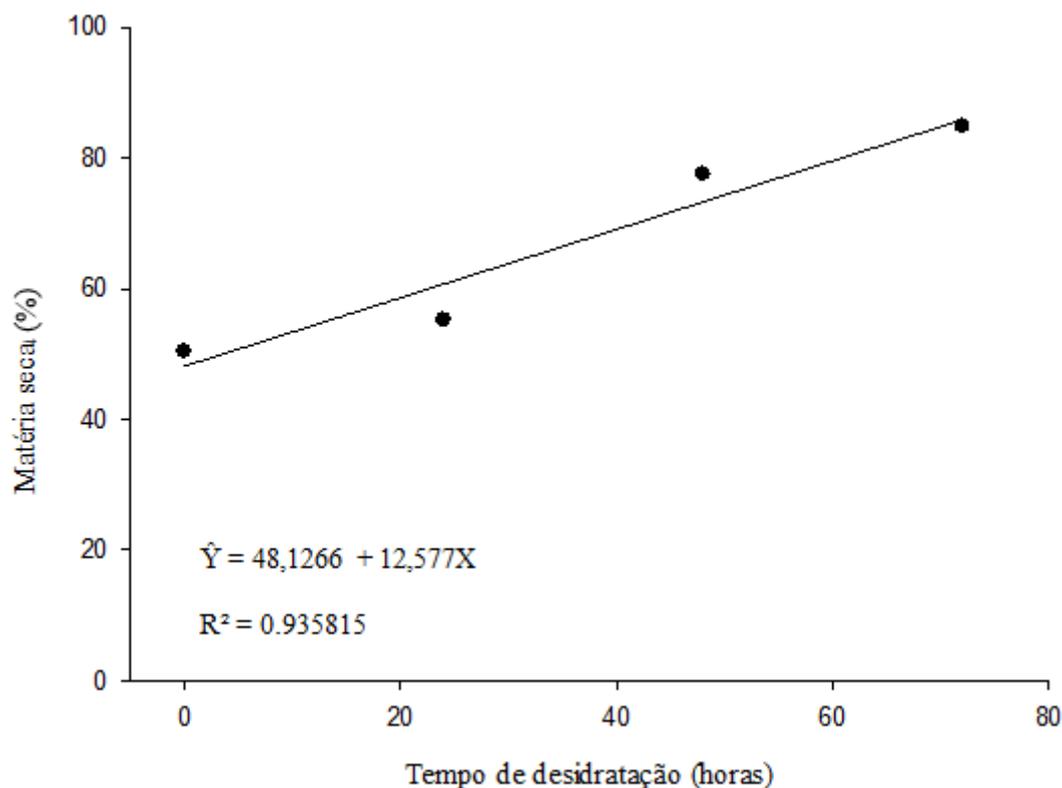
Os teores de MS (Tabela 1) obtidos a partir das 72 horas de desidratação das plantas de *C. ochroleuca* L. alcançaram 850 g kg<sup>-1</sup> para o enfardamento. Conforme Zanine e Diniz (2006), quanto mais rápido ocorre a desidratação da leguminosa, melhor a preservação dos nutrientes do feno e menores serão as chances de deterioração.

Segundo Neres et al. (2010), não só o teor de matéria seca no momento do corte, mas o período de tempo de desidratação influencia na qualidade do feno produzido, sendo determinante o período de tempo de exposição da leguminosa forrageira durante a secagem.

Neres et al. (2011) destacam que a taxa de secagem pode variar de acordo com as características estruturais da forrageira, principalmente em relação a espessura do colmo, da razão folha/colmo, que podem interferir no tempo de secagem e no teor final de matéria seca.

Como o período de secagem apresenta três fases distintas, diferindo na duração, na taxa de perda de água e na resistência à desidratação (MACDONALD; CLARK, 1987), observa-se (Tabela 1) que houve efeito significativo ( $P < 0,001$ ) crescente da secagem das plantas para os teores de MS ( $503,9 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $552,0 \text{ g kg}^{-1}$ ;  $775,1 \text{ g kg}^{-1}$  e  $848,7 \text{ g kg}^{-1}$ ) durante o período de secagem e relação decrescente para a perda de água até o momento do enfardamento.

A regressão atribuída a MS na desidratação do feno de *C. ochroleuca* L. é representada pela equação  $Y = 48,1266 + 12,577X$  (Figura 2), com efeito linear. Observa-se uma associação positiva entre o teor de MS em função do período de secagem, uma vez que os valores da constante ( $b_0$ ) mostraram dependência positiva da matéria seca em relação ao tempo de secagem, enquanto o coeficiente angular ( $b_1$ ) mostra que quanto maior foi o tempo de exposição durante a secagem, maior foi o índice de matéria seca presente na leguminosa forrageira.



**Figura 2.** Efeito da curva de desidratação para as plantas de *C. ochroleuca* L..

Ressalta-se que os teores de umidade elevaram-se durante o período da manhã em decorrência do orvalho que se forma durante o período da noite. Observou-se nas primeiras horas (Figura 2) que a taxa de desidratação das plantas foi lenta, podendo ser justificada pelo evento de reidratação das plantas, após 25 horas em exposição de secagem ocorre uma desidratação mais acelerada, na qual demonstra efeito do nível de condicionamento das plantas durante o corte.

Calixto Junior et al. (2007), observaram que a taxa de desidratação sofre oscilação durante o período de secagem que compreende entre 0 e 49 horas, em decorrência da presença de orvalho da noite que passa a reidratar a massa de forragem cortada. Entretanto, a umidade adquirida no período da noite é baixa e acaba sendo rapidamente perdida em poucas horas de exposição ao sol.

As plantas apresentaram uma desidratação eficiente a partir segundo dia de secagem (Figura 2), o que possibilitou garantir a qualidade dos nutrientes para o armazenamento. No momento do enfardamento da forrageira leguminosa que ocorreu após 72 horas de desidratação, os teores de MS encontravam-se dentro do esperado com  $848,7 \text{ g kg}^{-1}$ , o que demonstrou eficiência do uso da segadeira condicionadora durante o processo de corte, tornando mais eficiente a desidratação das plantas.

As injúrias provocadas pela condicionadora promovem lesões dos colmos e folhas das plantas, permitindo acelerar o processo de desidratação através do rompimento da cutícula da planta e aumenta da área das partículas, o que permite maior área para evaporação.

Castagnara et al. (2011) citam, que há maiores teores de MS na forragem de tifton 85, no momento do enfardamento quando utilizando condicionadora segadora para o corte da forrageira ( $803,3 \text{ g Kg}^{-1}$ ), o que corrobora com os valores encontrados na desidratação do feno de *C. ochroleuca* L. (Tabela 2).

McDonald e Clark (1987) explicam que após o corte, o período de secagem das plantas é dividido em três fases distintas e que as fases se diferem no tempo de duração de cada evento, na proporção de perda de água e na resistência da desidratação. Portanto, pode-se considerar que a taxa de desidratação pode aumentar com a técnica de viragem do material enleirado, estimulando a perda de umidade através do revolvimento do material cortado.

O revolvimento (tratamento com viragem) das plantas de *C. ochroleuca* L. acelerou a desidratação (Figura 2) quando comparada ao material não revolvido (tratamento sem viragem). O tratamento sem viragem mesmo sem acelerar a secagem da forrageira leguminosa apresentou curva de desidratação para as plantas de forma eficiente as 72 horas para o enfardamento.

As plantas apresentaram elevada quantidade de umidade até 48 horas de exposição durante a secagem (Figura 2), uma vez que a leguminosa forrageira apresentou ser higroscópica (absorver e perder água para o ambiente) durante esse período. A partir das 72 horas de desidratação os índices de MS mostraram-se efetivos para o armazenamento.

### 3.2 Avaliação de temperatura dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L..

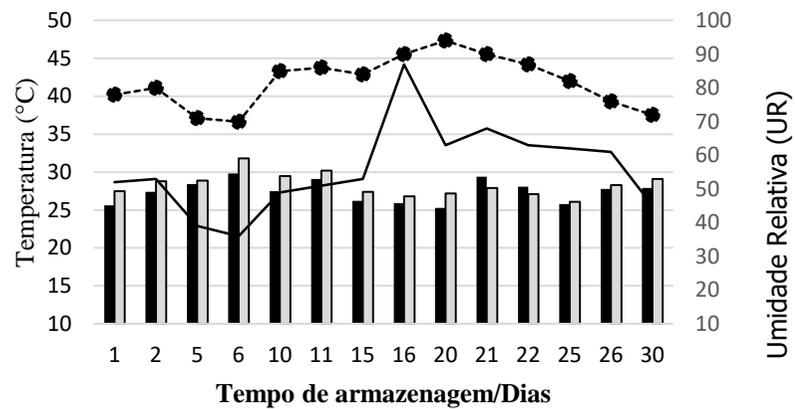
A temperatura dos fardos de feno (Figuras 3 e 4) manteve-se inferior a temperatura ambiente durante o armazenamento (0, 30, 60 e 90 dias), para ambos os manejos de viragem. Mesmo havendo oscilações de temperatura em alguns dias para alguns fardos de feno durante o período de armazenamento, a temperatura dos fardos não ultrapassou médias diárias maiores que 35°C.

É possível afirmar que não houve aquecimento dos fardos e por sua vez não tenha ocorrido reação de Maillard. Uma vez que esse processo ocorre quando há elevada umidade no material armazenado e apresente temperaturas acima de 55°C (MOSER, 1980, 1995), o que induz a reações não enzimáticas entre carboidratos solúveis e o grupo amina dos aminoácidos (VAN SOEST, 1994).

Observa-se que os manejos de viragem (Figura 3 e 4), não foram a causa do aquecimento dos fardos de feno durante o armazenamento e sim o efeito do ambiente sobre a temperatura dos fardos. Quando analisando individualmente os tratamentos, o manejo com viragem apresentou a maior temperatura do feno em relação ao ambiente quando armazenado durante 30 dias nos dias 6 e 22 onde atingiu média diária de 30°C.

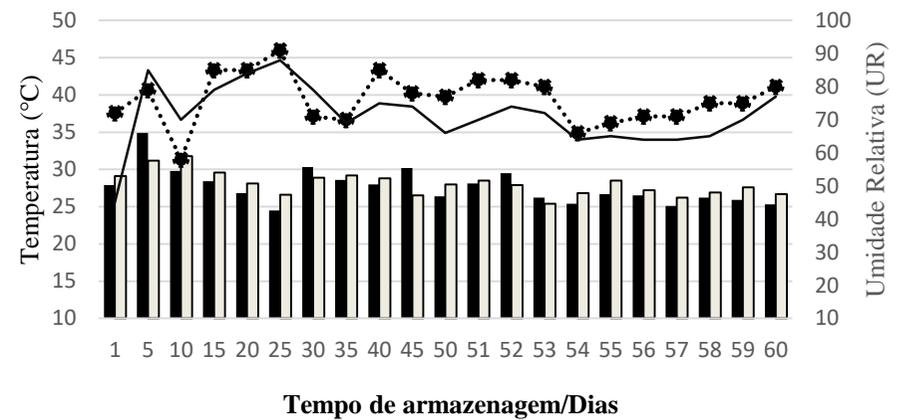
Durante 60 dias de armazenamento das plantas submetidas ao manejo de viragem durante a secagem, a maior temperatura diária em relação ao ambiente se apresentaram em 5 momentos (nos dias 5, 30, 45, 52 e 53) alcançando média diária de até 35°C. Aos 90 dias, a maior temperatura diária esteve presente em relação ao ambiente nos dias 30, 53, 63 e 85.

O tratamento sem viragem apresentou elevação de temperatura do feno em relação ao ambiente quando armazenado após 30 dias. Quando armazenado por 60 dias, observa-se elevação de temperatura quando armazenado aos 35 dias (29°C). Para o armazenamento de 90 dias observa-se elevação de temperatura aos 45 dias (30°C).



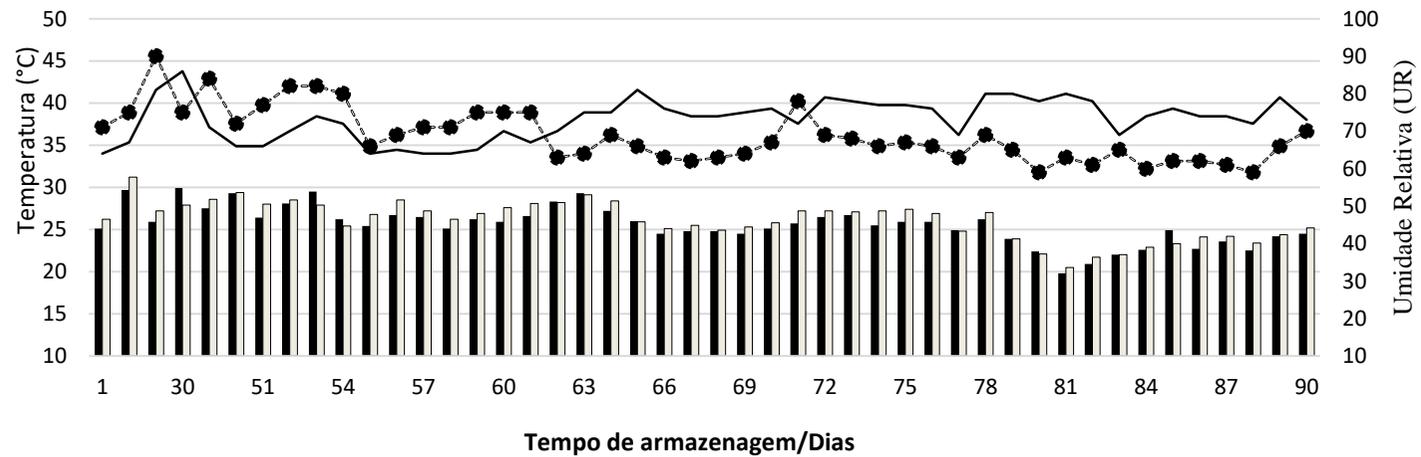
■ Temperatura C° Fardo      □ Temperatura C° Ambiente  
 -●- UR% Fardo                  - UR% Ambiente

(A)



■ Temperatura C° Fardo      □ Temperatura C° Ambiente  
 -●- UR% Fardo                  - UR% Ambiente

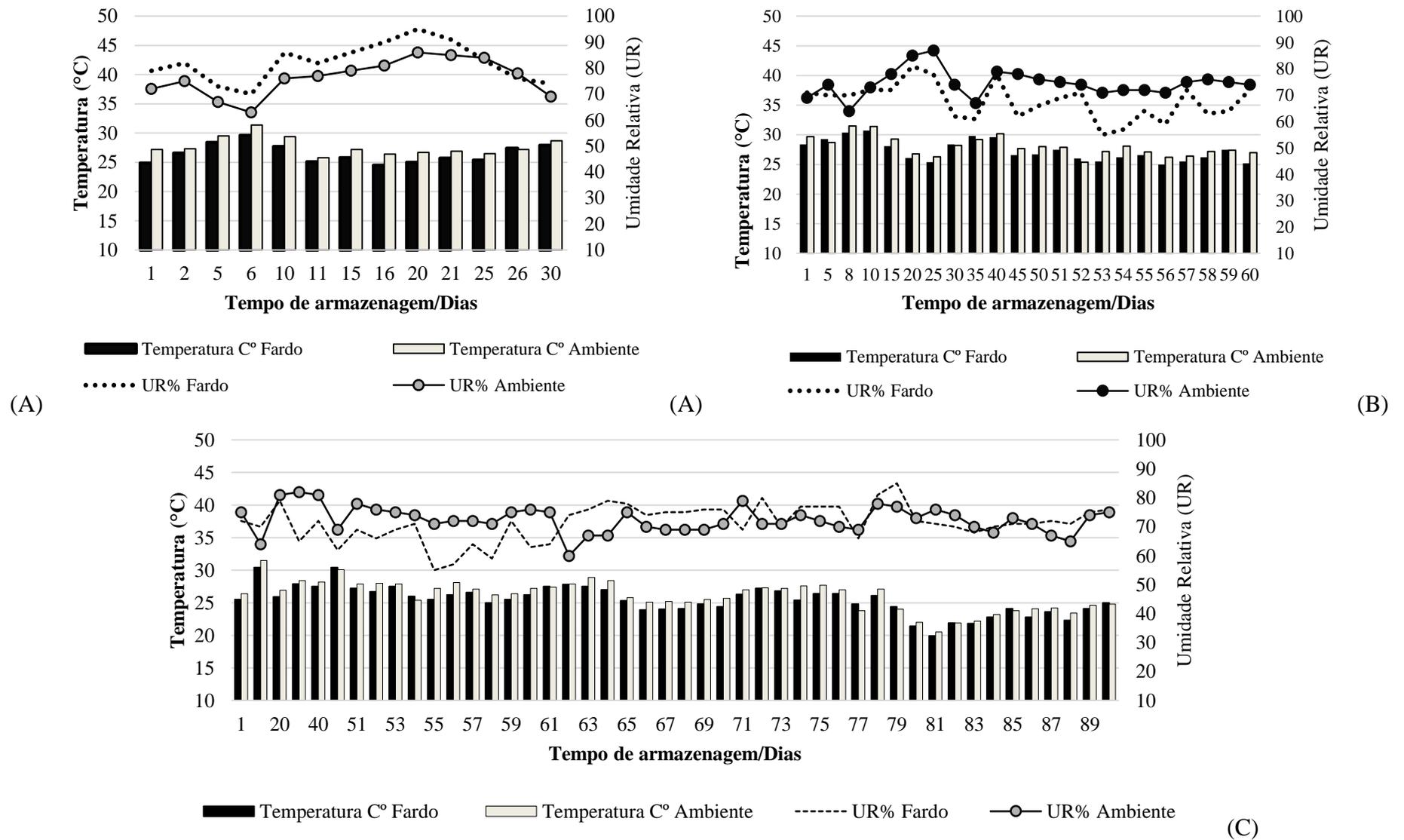
(B)



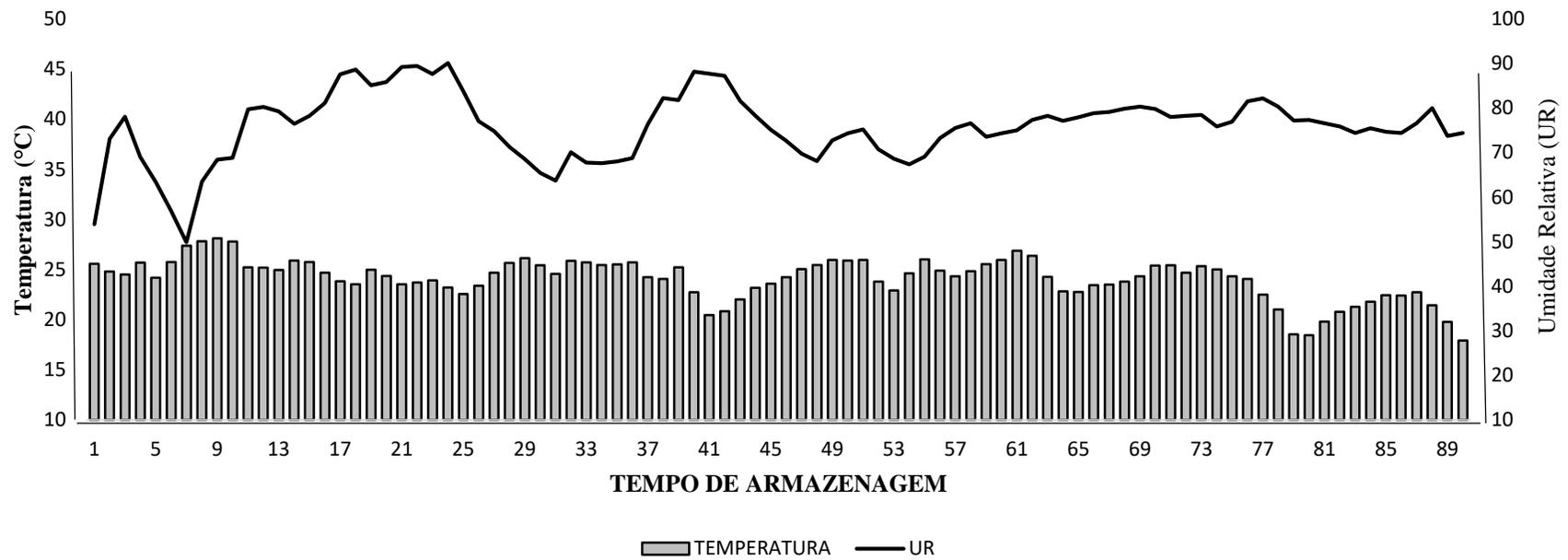
■ Temperatura C° Fardo      □ Temperatura C° Ambiente      -●- UR% Fardo      - UR% Ambiente

(C)

**Figura 3.** Temperatura (°C), interna e externa dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L. e umidade relativa do ar (UR %) aferidos pôr Termo Higromêtro durante os períodos armazenagem (A: 0, 30 dias; B: 60 dias e C: 90 dias) com manejo de viragem.



**Figura 4.** Temperatura (°C) interna e externa dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L. e umidade relativa do ar (UR %) aferidos pôr Termo Higromêtro durante os períodos armazenagem (A: 0, 30 dias; B: 60 dias e C: 90 dias) com manejo de sem viragem.



**Figura 5.** Temperatura ambiente (°C) e Umidade Relativa do ar (UR) durante o período de armazenamento dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L., através de avaliação por Data Logger.

### 3.3 Valor nutricional do feno de *C. ochroleuca* L.

Não houve efeito de interação de manejo e tempo de armazenamento para os teores de MS, FDN e PB. Houve efeito significativo ( $P \leq 0,001$ ) para tempo de armazenamento os teores de matéria seca (MS), fibra detergente neutro (FDN), proteína (PB), hemicelulose (Tabela 2). Os teores de extrato etéreo (EE) apresentou efeito de interação entre os tratamentos e tempo de armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L., foi significativo ( $P \leq 0,001$ ) para os manejos de viragem e tempos de armazenamento (Tabela 2).

Não houve efeito ( $P \geq 0,005$ ) de interação, manejo de viragem ou de tempo de armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L. de para os teores de matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), fibra detergente ácido (FDA), lignina e celulose (Tabela 2).

O maior teor de MS foi apresentado aos 35 dias de armazenamento ( $> 888 \text{ g kg}^{-1}$ ). Esse efeito talvez seja decorrente da qualidade do armazenamento em galpão e das alterações nas condições climáticas (Figura 1) a qual os fardos estiveram submetidos durante o período de avaliação (a temperatura ambiente não excedeu  $22^\circ \text{C}$ ), o que possibilitou baixo crescimento microbiológico no feno. Segundo Raymond et al. (1978), devido ao feno ser higroscópico, absorver e perder água para o ambiente, a umidade relativa influencia o teor de umidade da forragem armazenada.

O tempo de avaliação zero apresentou teor de MS de  $848,72 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 2). O teor de MS no enfardamento possibilitou menor influência de atividade microbiana durante os demais tempos de armazenamento. Dessa forma é possível afirmar que a desidratação por 72 h foi eficiente para o processo de fenação, permitindo um armazenamento seguro do material enfenado.

Segundo Neres et al. (2010) o tempo de secagem afeta diretamente a qualidade do feno produzido e não somente aos teores de matéria seca presentes no momento do corte da forragem. Neres et al. (2015) citam que no enfardamento da forragem é necessário que os teores de umidade estejam entre 10% a 15%.

Sales et al. (2021) recomendam que os teores de MS de feno de leguminosas sejam de 89%. Evangelista (2013) recomenda que feno de leguminosas deva apresentar teores de 89 a 92% MS, para que seja possível obter um alimento de qualidade, mantendo o máximo possível do valor nutricional da forrageira original e com menores riscos de perdas.

**Tabela 2.** Análise de Variância para a composição bromatológica de fenos dos *C. ochroleuca* L. avaliados em diferentes tempos de armazenamento e dois tratamentos (sem viragem e com viragem).

Teores	Manejo		Tempo de Armazenagem/Dias				p - valor			
	Sem Viragem	Com Viragem	0	30	60	90	Manejo	Tempo	M*T	CV (%)
MS <sup>1</sup>	871,15	865,68	848,72	888,00	873,77	863,16	0,24294	0,00004	0,1413	1,48
MM <sup>2</sup>	73,05	70,89	77,57	72,43	69,59	68,26	0,49100	0,17900	0,0623	12,1
MO <sup>2</sup>	92,69	92,91	92,24	92,75	93,04	93,17	0,49100	0,17947	0,0620	0,94
FDN <sup>2</sup>	536,09	533,98	534,38	552,13	557,37	496,25	0,79899	0,00012	0,1733	3,15
PIDN <sup>3</sup>	493,57	459,37	448,85	574,28	360,39	522,36	0,07734	0,00000	0,6306	10,93
FDA <sup>2</sup>	418,18	421,23	411,03	436,66	412,04	419,10	0,80100	0,41900	0,9280	5,45
PIDA <sup>3</sup>	448,89	405,22	393,16	496,93	329,17	488,95	0,05930	0,00004	0,8940	14,5
PB <sup>2</sup>	182,83	186,23	186,42	164,12	182,95	204,64	0,63478	0,00600	0,7670	10,81
LDA <sup>2</sup>	199,84	188,59	211,10	190,52	184,70	190,53	0,17372	0,13000	0,1643	11,64
CEL <sup>2</sup>	395,76	399,92	379,75	397,25	401,58	412,77	0,62412	0,07300	0,7340	5,96
HEMI	116,45	116,18	129,81	109,22	139,08	87,16	0,97176	0,00031	0,0278	17,97
EE <sup>2</sup>	12,15	10,63	13,46	10,48	10,75	10,87	0,00128	0,00011	0,0001	10,12

<sup>1</sup>g kg<sup>-1</sup>; <sup>2</sup>g kg<sup>-1</sup> MS; <sup>3</sup>g kg<sup>-1</sup> PB. Tempo 0= Momento do enfiamento. MS – Matéria seca; MM – matéria mineral; EE – extrato etéreo; PB – proteína bruta; PIDN – proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido; FDN – fibra em detergente neutro; FDA- fibra em detergente ácido; LDA – lignina; CEL – celulose; HEM – hemicelulose. M\*T: Interação entre manejo e tempo de armazenagem.

Neres et al. (2011) destacam em seu estudo sobre expansão da produção e comercialização de feno no Brasil, que a taxa de secagem da forragem pode sofrer variação devido as suas características estruturais, tais como a espessura do colmo, a razão folha/colmo, favorecendo maior interferência no tempo de secagem e no teor final de matéria seca.

Os teores de fibra detergente neutro (FDN) (Tabela 2), não diferiu ( $P \geq 0,001$ ) para efeito de interação entre manejo de viragem e tempo de armazenamento. Os teores de FDN diferiram ( $P \leq 0,001$ ) para o tempo de armazenamento. O teor de FDN elevou-se aos 60 dias de armazenamento ( $557,376 \text{ g Kg}^{-1}$ ).

A FDN por ser constituída de celulose, hemicelulose, lignina, proteína lignificada, esta, pode apresentar uma ligeira tendência a redução ( $496,255 \text{ g Kg}^{-1}$ ) ao longo do tempo de armazenamento (90 dias) (Tabela 2), sugerindo uma maior digestibilidade da matéria seca neste período. Esta redução nos teores de FDN pode ser atribuída à solubilização parcial da fração hemicelulose da parede celular (Van Soest et al., 1984).

Ladeira et al (2002) cita que quanto menor o teor de fibra de uma forrageira, maior será seu consumo, sua digestibilidade será maior, devido ao fato de a maior parte dos componentes digestíveis encontrarem-se nessa fração.

Os teores de FDN (Tabela 2), presentes no feno de *C. ochroleuca* L. são similares aos teores encontrados por Mkiwa et al. (1988) e Sarwatt (1990) em seu estudo sobre os valores nutricionais da *C. ochroleuca* L. cortada até 16 semanas de crescimento apresentando médias de  $451 \text{ g Kg}^{-1}$  de FDN na MS.

Os teores de FDN do feno de *C. ochroleuca* L. demonstraram ser superiores ao FDN de feno de leguminosas tropicais, como amendoim forrageiro que apresenta em torno de 43% (FERNANDES et al., 2011), glicidia 49% (BAYÃO et al., 2016) e feno de leucena com 33% de FDN (ANDRADE et al., 2014). Enquanto que os valores obtidos no feno de *C. ochroleuca* L. foram inferiores ao feno de estilosantes (64% FDN) (CÂMARA et al., 2015) e feno de feijão guandu (69% de FDN) (WANDERLEY et al., 2012).

A concentração de FDN na dieta pode influenciar negativamente o consumo de MS devido ao efeito da fermentação mais lenta, porém a fibra digestível pode estimular o consumo, aumentando a taxa de passagem.

Os teores de PB (Tabela 2) não apresentaram efeito de interação entre manejo de secagem e tempo de armazenamento. Os teores de PB apresentaram efeito significativo ( $P \leq 0,001$ ) para tempo de armazenamento. Os teores mantiveram-se acima de 18% PB durante o armazenamento do feno e elevaram-se até os 90 dias (20,4% PB). Os teores de PB obtidos demonstraram serem superiores aos preconizados para a manutenção animal, conforme

recomendado por Moore et al. (1991), mínimo de 7% PB na dieta de ruminantes, para suprir as necessidades das bactérias ruminais.

Moser (1980) e Van Soest (1994) citam que algumas alterações nos teores de PB de alimentos conservados, podem ser decorrentes da influência exercida pelos fatores ambientais durante o armazenamento (calor e umidade), fazendo com que a proteína presente na forrageira se ligue a parede celular da planta. Reis, Moreira e Pedreira (2001) explicam que a variação nos teores da PB durante o armazenamento é decorrente da conversão da proteína em forma mais simples de nitrogênio não proteico solúvel.

A hemicelulose diferiu ( $P \leq 0,001$ ) para o tempo de armazenamento, com teores mais elevados no período de 60 dias ( $139,08 \text{ g Kg}^{-1}$ ) e sofrendo decréscimo aos 90 dias. Por ser um constituinte da fração fibrosa da forragem, a hemicelulose pode ter apresentado este efeito em decorrência de ter sido calculada a partir da diferença entre os teores de FDN e FDA, já que as curvas de redução de FDN e FDA apresentaram comportamento diferenciado ao longo dos tempos de armazenamento.

Os teores de EE (Tabela 2) apresentou efeito de interação ( $P \leq 0,001$ ) entre os manejos e tempo de armazenamento. Os teores foram significativos ( $P \leq 0,001$ ) para o efeito de manejo, e diferiu ( $P \leq 0,001$ ) para o tempo de armazenamento dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L..

Os teores de EE mais elevado foram identificados no tempo zero (enfardamento). Esse efeito pode ser decorrente da presença de enzimas hidrolíticas e respiratórias presentes nas células das plantas (MACDONALD e CLARK, 1987). A respiração celular irá cessar somente quando os teores de água forem inferiores a 35 a 40% (REES, 1982; MOSER, 1995).

Quando a planta permanece respirando, ocorre perda dos carboidratos solúveis de alta digestibilidade e os demais compostos, como gordura podem ser usados no processo de atividade respiratória de microrganismos, fato este que ocorre quando se esgotam os carboidratos e a umidade continua elevada (Reis, Moreira e Pedreira, 2001). Fato este apresentado durante os armazenamentos (Tabela 2), onde só foi identificado maior teor de MS e perda de umidade aos 30 dias de armazenamento (Tabela 2).

O efeito dos manejos de viragem e tempo de armazenamento nos teores de EE pode ser explicado em decorrência do processo enzimático exercido sobre os carboidratos solúveis devido ao comportamento da umidade e temperatura durante o armazenamento (MOSER et al., 1995).

Bogdan (1977) relata que leguminosas de clima tropical podem atingir teores de EE de 1 a 3%, o que corrobora que os valores deste estudo estejam dentro do preconizado para dietas de ruminantes. Câmara et al. (2015), demonstram que o EE diminui de acordo com tempo da

desidratação das plantas a campo e durante o armazenamento tanto no período chuvoso, como na estação seca.

Efeito esse, pode ser observado após 30 dias (Tabela 2) de armazenagem dos fenos de *C. ochroleuca* L. onde passou de 13 g Kg<sup>-1</sup> EE para 10,4 g Kg<sup>-1</sup>; 10,7 g Kg<sup>-1</sup> e 10,8 g Kg<sup>-1</sup> EE (nos tempos 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento respectivamente).

Segundo Nuernberg et al. (1992), para que se consiga um feno de boa qualidade é preciso obter um processo operacional eficiente durante as etapas de corte da forrageira, secagem do material a campo e durante os períodos de armazenamento dos fardos de feno.

Os teores de MS (Tabela 3) apresentaram efeito quadrático em função dos tempos de armazenamento conforme apresentado na equação  $Y = 94,3044 - 0,0499X + 0,0007X^2$ , no qual demonstrou efeito negativo do teor de MS em função do tempo de armazenamento.

Observa-se que, mesmo havendo a devida secagem e cuidados durante o armazenamento do material, houve um aumento dos teores de umidade no período de 60 e 90 dias de armazenamento (873,77 g Kg<sup>-1</sup>; 863,16 g Kg<sup>-1</sup>), em comparação ao armazenamento de 30 dias (888 g Kg<sup>-1</sup>).

**Tabela 3.** Equação de regressão para os manejos de secagem com viragem e sem viragem sobre os teores MS, PB, hemicelulose e EE, dos fenos de *C. ochroleuca* L..

Teores	Regressões	R <sup>2</sup>	p – valor		Ponto de inflexão
			Linear	Quadrática	
MS	$Y = 94,3044 - 0,0499X + 0,0007X^2$	0,1898	0,0648	0,0352	35,6428
FDN	$Y = 731,6884 + 1,6079X - 0,0219X^2$	0,9368	0,0070	0,00009	36,7105
PB	$Y = 184,5098 - 0,8548X + 0,0122X^2$	0,9114	0,0299	0,0052	35,0327
Hem Sem Vir	$Y = 13,9129 - 0,0504X$	0,8838	0,0039	0,7363	-
Hem Com Vir	$Y = 10,9043 + 0,1239X - 0,0015X^2$	0,2795	0,3469	0,0147	41,3
EE Sem Vir	$Y = 1,5311 - 0,0153X + 0,0001X^2$	0,8882	0,00002	0,0013	76,5
EE Com Vir	-	-	-	0,4042	-

MS – Matéria seca; MM – matéria mineral; EE – extrato etéreo; FDN – fibra em detergente neutro; FDA- fibra em detergente ácido; LDA – lignina; CEL – celulose; HEM – hemicelulose. Sem Vir: Sem viragem; Com Vir: Com viragem

Valores de p igual a zero, significa que foi menor que 0.001.

Foram gerados os valores quando houve efeito linear (b0= Constante, e b1= coeficiente angular), quando ocorreu efeito quadrático a equação foi apresentada (b0= Constante, b1= coeficiente angular, b2= coeficiente angular do tratamento ao quadrado).

Esse evento pode ser explicado pela maior UR do ar presente devido a maiores índices de precipitação durante o armazenamento (Figura 1), considerando o feno de *C. ochroleuca* L. higroscópico, o feno tem a capacidade de absorver e perder água durante o armazenamento, em virtude das alterações climáticas ocorridas (RAYMOND et al., 1978).

A oscilação nos teores de MS pode ser decorrente do efeito dos manejos realizados no feno desde o processo de corte até o armazenamento, do estágio vegetativo ao qual as plantas foram submetidas ao corte e do efeito químico e fisiológico em que a forrageira é submetida durante os períodos de armazenamento.

Verificou-se que o processo de corte da *C. ochroleuca* L., utilizando condicionadora segadora possibilitou gerar lesões nas plantas, garantindo uma maior evaporação de água durante a desidratação. As injúrias causadas permitiram as plantas continuar a perder umidade durante o armazenamento 30 dias após o corte, atingindo 888 g kg<sup>-1</sup> MS (Tabela 2).

Os teores de FDN (Tabela 3) apresentaram efeito quadrático em função do tempo de armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L. conforme apresentado na equação  $Y = 731,6884 + 1,6079X + 1,6079X^2$ . O efeito obtido pode ser explicado por Rotz e Abrams (1988), onde citam que a maioria das perdas ocorreu dentro de 30 dias e que os conteúdos de FDN e lignina podem apresentar mudanças depois do primeiro mês, decrescendo durante armazenamento prolongado. Isso implica que a perda por ação respiratória de microrganismos foi principalmente de carboidratos não estruturais altamente digeríveis. A presença de agentes microbiológicos pode ter sido decorrente do efeito de reidratação do feno durante o armazenamento.

Segundo Shewmaker (2014) a respiração celular reduz a qualidade da forragem e remove alguns dos nutrientes mais digeríveis. Isso causa um aumento nas FDN e FDA do feno, diminuindo a quantidade e a qualidade do feno em armazenamento prolongado. Buxton e Redfearn (1997) citam que leguminosas podem apresentar uma taxa de digestão mais rápida para a fração potencialmente digestível da FDN do que em gramíneas, no entanto, apresentam uma porção maior de FDN potencialmente digestível.

Dietas com base na FDN têm sido recomendadas pela relação positiva que se tem entre a fibra e o enchimento ruminal, a fim de se manter a função ruminal estável evitando queda no teor de gordura do leite (BRANCO et al., 2011).

O teor de PB (Tabela 3) apresentou efeito quadrático em função do período de armazenamento, conforme apresentado na equação  $Y = 184,5098 - 0,8548X + 0,0122X^2$ , com efeito negativo em função do tempo de armazenamento.

Shewmaker (2015) explica que a oscilação nos teores de PB pode ser decorrente do efeito ao qual o conteúdo total de proteína bruta pode sofrer durante o armazenamento podendo

diminuir com o tempo, mas a concentração pode aumentar devido à perda de carboidratos solúveis (açúcar e amido) para os microrganismos.

No entanto, como a respiração microbiana aquece o feno, a proteína utilizável torna-se menor devido à reação de Maillard. Reações severas ocorrem quando o crescimento de fungos aquece o feno acima de 40°C e os aminoácidos e açúcares se combinam para formar formas insolúveis de nitrogênio (COLLINS, COBLENTZ, 2007; COBLENTZ, HOFFMAN, 2009).

Um subproduto do aquecimento é o efeito de caramelização e a produção de um odor semelhante ao do tabaco na forragem fenada. As vacas gostam do sabor ou do aroma, por isso comem bem a forragem, mas não conseguem utilizar muitos dos nutrientes.

A hemicelulose (Tabela 3) apresentou um comportamento linear para o manejo sem viragem conforme apresentado pela equação  $Y = 13,9129 - 0,0504X$ , enquanto que para o manejo com uso de viragem a hemicelulose apresentou um efeito quadrático em função do tempo de armazenamento, conforme a equação  $Y = 10,9043 + 0,1239X - 0,0015X^2$ .

Os teores de EE (Tabela 3) apresentaram efeito linear decrescente em função dos tempos de armazenamento e do manejo sem viragem conforme apresentado na equação  $Y = 1,5311 - 0,0153X + 0,0001X^2$ .

Esse efeito pode ser em decorrência do período de respiração celular mais prolongado durante a desidratação, pois, quanto maior o tempo para ocorrer a paralisação do metabolismo celular, maior será o consumo de energia pela planta, até que ocorra equilíbrio. Esse decréscimo nos teores de EE pode ser decorrente do tempo de estabilização dos microrganismos presentes no feno durante o armazenamento.

Segundo Mkiwa et al. (1988) em seu estudo sobre valor nutritivo da *C. ochroleuca* L. em diferentes estágios de crescimento, obtendo valores de EE decrescente com o avanço da idade das plantas (de 2,7 para 1,8% de EE em plantas inteiras cortas com idade 4 a 16 semanas de idade). O NRC (2001) preconiza que a gordura total presente na dieta de ruminantes não deve exceder 6 a 7% MS, valores acima do recomendado podem causar redução da fermentação ruminal, e diminuir a digestibilidade das fibras e da taxa de passagem.

Os valores de digestibilidade *in vitro* (Tabela 4) de matéria seca (DIVMS), matéria orgânica (DIVMO) e fibra em detergente neutro (DIVFDN) não diferiram ( $P > 0,05$ ) para os manejos de secagem e tempo de armazenamento.

Houve uma pequena variação nos valores de DIVMS, DIVMO e DIVFDN entre os tempos de armazenamento, porém, não diferiram ( $P \geq 0,001$ ) estatisticamente entre os tempos de armazenamento. Foram estimados os teores médios de 711 g kg<sup>-1</sup>; 705 g kg<sup>-1</sup>, 719 g kg<sup>-1</sup> e

746 g kg<sup>-1</sup> para DIVMS respectivamente, para os tempos de 0, 30, 60 e 90 dias de armazenamento (Tabela 4).

Os teores de DIVMS (746 g Kg<sup>-1</sup>) e DIVMO (746 g Kg<sup>-1</sup>) foram mais elevados durante o período de armazenamento de 90 dias (Tabela 6). Os resultados da DIVMS obtidos no feno de *C. ochroleuca* L., deste estudo, são superiores aos obtidos por Mkiwa et al, (1988) que avaliando plantas de *C. ochroleuca* L. em diferentes tempos de crescimento, obtiveram valores médios de DIVMS de 647 g Kg<sup>-1</sup>.

Santos (2013) avaliando a DIVMS de diferentes forrageiras leguminosas (glicíndia e a leucena) obteve percentuais de 770 g Kg<sup>-1</sup> e 704 g Kg<sup>-1</sup> de DIVMS, respectivamente, Valores que se assemelham aos encontrados para o feno de *C. ochroleuca* L. (Tabela 4).

Os resultados de DIVMS, DIVMO e DIVFDN (Tabela 4) podem ter sido influenciados pelo crescimento e desenvolvimento das plantas, uma vez que cortada aos 82 dias, a presença de caules era bastante significativa, tornando a digestibilidade do feno menor durante os períodos de armazenamento.

Tilley e Terry (1963) mostraram que a digestibilidade *in vitro* de caules de alfafa diminuiu de 85 para 56% na maturidade. Isso significa que a digestibilidade encontrada pode ter sido influenciada pela presença de caules mais espessos presentes durante a idade de corte da *C. ochroleuca* L.. A presença de componentes indigeríveis nas plantas, que compõem os caules e que aumentam com o avanço do crescimento da planta torna a digestibilidade do alimento menor (MINSON, 1977).

**Tabela 4.** Análise de Variância da digestibilidade ( $\text{g kg}^{-1}$  MS) *in vitro* e condutividade elétrica dos fenos de *C. ochroleuca* L. nos diferentes tempos de armazenagem.

	Sem Viragem	Com Viragem	Armazenamento/ Dias				P - valor			CV (%)
			0	30	60	90	Manejo	Tempo	M*T	
DIVMS	727	714	711	705	719	746	0,4391	0,3505	0,9341	6,64
DIVMO	722	709	703	699	714	746	0,4889	0,2770	0,9494	7,06
DIVFDN	638	651	657	662	642	618	0,5250	0,3783	0,7886	8,38
NDT	39,7	39,5	40,1	38,6	40,0	39,6	0,8010	0,4190	0,9275	4,81
CE	7919,0	6837,3	165,4	1.391,5	14.178,1	13.777,6	0,0091	0.0000	0,0952	14,44

DIVMS: Digestibilidade *in vitro* –Matéria seca; DIVMO: Digestibilidade *in vitro* –Matéria orgânica; DIVFDN: Digestibilidade *in vitro* –Fibra em Detergente Neutro; NDT: Nutrientes Digestíveis totais (%MS); CE: Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ). Tratamento: Sem viragem, Com viragem. M\*T: Interação entre manejo e tempo de armazenagem

**Tabela 5.** Equação de regressão para os manejos de secagem com viragem e sem viragem sobre os índices de condutividade elétrica dos fenos de *C. ochroleuca* L..

	Regressões	R2	P valor		Ponto de inflexão
			Linear	Quadrática	
CE	$Y = -1.072,01 + 219,4097X - 0,4518X^2$	0,8250	0	0,0425	242,82
CE	$Y = -665,36 + 178,7447X$	0,8212	-	-	-

CE: Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ ),

Valores de p igual a zero, significa que foi menor que 0,001.

Foram gerados os valores quando houve efeito linear ( $b_0$ = Constante, e  $b_1$ = coeficiente angular), quando ocorreu efeito quadrático a equação foi apresentada ( $b_0$ = Constante,  $b_1$ = coeficiente angular,  $b_2$ = coeficiente angular do tratamento ao quadrado).

Os valores da DIVMO (Tabela 4) durante o período de armazenamento de 0, 30, 60 e 90 dias foram  $703 \text{ g kg}^{-1}$ ,  $699 \text{ g kg}^{-1}$  e  $714 \text{ g kg}^{-1}$ . Os teores observados no feno de *C. ochroleuca* L. podem estar correlacionados aos teores de NDT e carboidratos solúveis segundo descrito por Pedroso et al. (2005). Raymond et al. (1972) citam, que uma adequada conservação de volumoso é importante, para que os valores médios de DIVMO sejam maiores que  $> 650 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ , resultados esses que corroboram os encontrados no feno de *C. ochroleuca* L..

Os teores de DIVFDN (Tabela 4) obtidos no feno de *C. ochroleuca* L. durante o período de armazenamento de 0, 30, 60 e 90 dias respectivamente foram  $657 \text{ g kg}^{-1}$ ,  $662 \text{ g kg}^{-1}$  e  $642 \text{ g kg}^{-1}$ . Estes resultados apresentados para o feno podem estar correlacionados com a concentração de lignina presente na leguminosa forrageira. Esses resultados evidenciam que a composição da parede celular é provavelmente o principal fator influenciador dos resultados de digestibilidade.

O principal fator limitante na digestão da fibra geralmente é a taxa de hidrólise (VARGA et al., 1998). Essa taxa é limitada em decorrência da ação das enzimas do complexo lignina-polissacarídeos, que atuam degradando a parede celular (CHESSON, FORSBERG, 1988).

Os níveis de digestibilidade (Tabela 4) obtidos no feno de *C. ochroleuca* L. podem estar associados ao seu maior conteúdo proteico e a maior presença de folhas jovens e perfilho durante o período de corte da leguminosa forrageira.

A condutividade elétrica (CE) (Tabela 4) diferiu ( $P>0,05$ ) para tempo de armazenamento. A CE aumentou no intervalo de 0 a 60 dias de armazenamento, mas houve um pequeno decréscimo no período de 60 a 90 dias, independentemente do manejo de viragem.

Os valores para CE (Tabela 4) demonstraram pela média geral que os períodos de armazenamento onde houve os maiores teores de MS ( $\text{g kg}^{-1}$ ) aos 30 e 60 dias foram quando apresentaram maior lise celular (CE aumentou de  $1.391,5$  para  $14.178,1 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ ).

A CE é um teste rápido que busca relacionar os eventos iniciais da sequência de deterioração de um material orgânico, conforme proposto por Delouche e Baskin (1973). Como há degradação das membranas celulares e a redução da atividade respiratória e biossintética durante o armazenamento do feno da leguminosa forrageira, a CE permitiu identificar os períodos mais críticos durante o armazenamento, fato esse observado nesse entre 30 e 60 dias de armazenamento.

A condutividade elétrica possibilita avaliar a intensidade do processamento da forragem. A CE é sensível às variações ocorridas pelo extravasamento do conteúdo celular em decorrência do efeito de corte das partículas da planta, podendo ser realizada por diferentes tipos de equipamentos durante a colheita (KRAUS et al., 1997).

O aumento na CE entre 30 e 60 dias, pode estar relacionado ao uso da segadora condicionadora durante o corte da leguminosa forrageira, o que permitiu maior extravasamento de conteúdo celular durante a desidratação das plantas, aumentando os teores de MS durante o armazenamento.

As equações de regressão apresentadas à condutividade elétrica (Tabela 5) demonstraram efeito negativo em relação aos tempos de armazenamento, conforme apresentado nas equações  $Y = -1.072,01 + 219,4097X - 0,4518X^2$ ;  $Y = -665,36 + 178,7447X$ , e estas se ajustaram aos modelos propostos ( $R^2 = 0,825072$  e  $0,821293$  respectivamente).

## Conclusões

Com base nos resultados, o manejo de secagem com uso de viragem ou sem viragem do feno, não foi suficiente para causar mudança na qualidade nutritiva do volumoso em geral. Já o tempo de armazenamento foi eficiente na mudança dos principais parâmetros de qualidade de forragem, demonstrando a necessidade de muito critério para realizar fenação das leguminosas como a *C. ochroleuca* L.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AMES, J.P. Sistemas de produção de feno de capim Tifton 85 no inverno. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon. PR. 81p., 2012.
- ANDRADE, I.R.A. et al. Desempenho produtivo e econômico do confinamento de ovinos utilizando diferentes fontes proteicas na ração concentrada. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 15, nº 3. p. 717-730, 2014.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 15 ed. Arlington: Kenneth Helrich. 1298p., 1990.
- BAYÃO, G.F.V. et al. Dehydration and chemical composition of Leucena (“Leucena leucocephala”) and Gliricidia (“Gliricidia sepium”). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. Salvador**. v.17, n.3, p.365-373 jul./set.. 2016.
- BOGDAN, A.V. **The legumes**. In:- Tropical pasture and fodder plants. London. Longman. p. 302-17, 1977.
- BRANCO, R. H.. et al.. F. Desempenho de cabras em lactação alimentadas com dietas com diferentes níveis de fibra oriundas de forragem com maturidade avançada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. n40, p.1061-1071, 2011.
- BUXTON, D. R.; REDFEARN. D. D. Plant limitations to fiber digestion and utilization. **British Journal of Nutrition**. Cambridge. v. 127, p. 814S-818S. 1997.
- CALEGARI, A.; et al. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro. AS- PTA. 2a ed. 346p. 1993.
- CÂMARA, C.S.; et al. Dietas contendo fenos de leucena ou estilosantes para cabras Anglo Nubianas de tipo misto em lactação. **Revista Ciência Agronômica**. v. 46. nº 2. p. 443-450. 2015.
- CARVALHO, R.S. et al. AS BACTERIAS DOS NÓDULOS DAS RAIZES DAS LEGUMINOSAS. **Anais... ESALQ**. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1946. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aesalq/a/hVBGPYPwrxDNNs6dd8bTRqt/?lang=pt>> Acesso:16 de julho de 2021.
- CAVIGLIONE, J.H. et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR. 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: 15 de jul.2018.
- CERQUEIRA, D.C.O. Caracterização de Leguminosas para Adubação verde de canaviais em solo de tabuleiro Costeiro. Penedo. Alagoas. **Mestrado** em Agronomia. Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo. 94 f. 2011.

- CHESSON, A.; FORSBERG, C. W. Polysaccharide degradation by rumen microorganisms. In: HOBSON, P. N. **The Rumen Microbial Ecosystem**. Ed. Elsevier Applied Science Publ. New York. p. 251-284. 1988.
- COBLENTZ, W.K. et al. **Storage characteristics and nutritive value changes in bermudagrass hay as affected by moisture content and density of rectangular bales**. Crop Science. Madison. v.40. n.5. p.1375-1383. 2000.
- COBLENTZ, W.K.; HOFFMAN, P.C. Effects of spontaneous heating on fiber composition, fiber digestibility, and in situ disappearance kinetics of neutral detergent fiber for alfalfa-orchardgrass hays. **Journal of Dairy Science**. v.92, n.6, p.2875-2895. 2009.
- COLLINS, M.; COBLENTZ, W.K. Post-harvest Physiology. In: BARNES, R.F. **The Science of Grassland Agriculture**. v.2, p.583-599. 2007.
- COSTA, K.A. et al. Adubação fosfatada e potássica no crescimento e nutrição da *Crotalaria juncea* L. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras. v.30. n., p. 827-831. set./out.. 2006.
- DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**. v.1. n.2. p.427-452. 1973.
- DOMINGUES, J.L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38. supl. p.259-269. 2009.
- DUNN, O.J. **Multiple comparisons using rank sums**. **Technometrics**. 6(3):241- 252, 1964.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 353p., 2013.
- EVANGELISTA, A.R.; REIS, R.A.; MORAES, G. Fatores limitantes para adoção da tecnologia de fenação em diferentes sistemas de produção animal. Editores: Jobim, C.C.; Cecato, U.; Canto, M.W. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. **Anais...IV** p.271-292. 2011.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. de. Produção de feno. **Informe agropecuário**. v. 34. n. 277. p. 45-52. 2013.
- FERNANDES, G.M.; POSSENTI, R.A.; JÚNIOR, E.F.; PAULINO, V.T. Valor nutritivo do feno de amendoim forrageiro em diferentes idades de corte. **Boletim de Indústria Animal**. v. 68. nº 2. p. 133-138. 2011.
- FERREIRA, A.C. de B. et al. F. M. Sistemas de cultivo de plantas de cobertura para a semeadura direta do algodoeiro. **Comunicado Técnico**. Embrapa. Dezembro. Campina Grande. PB. 2016.
- FERRO, M.M. et al. Organic reserves in tropical grasses under grazing. **American Journal of Plant Sciences** 8:2357–2362, 2015.
- FIRESTONE, D. (Ed.). **Official methods and recommended practices of the AOCS**. 6th. ed. 3rd print. Urbana. Ill. : AOCS. c2009.

- FUKUSHIMA, R.S. et al. S. Extração da lignina e emprego da mesma em curvas de calibração para a mensuração da lignina em produtos vegetais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa. MG. v. 29. p. 1302-1311. 2000.
- GARCIA, J.M. et al. O gênero *Crotalaria* L. (Leguminosae. Faboideae. Crotalarieae) na Planície de Inundação do Alto Rio Paraná. Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**. Porto Alegre. v. 11. n. 2. p. 209-226. abr./jun. 2013.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus. reagents. procedures and some applications)**. Washington: United States Department of Agriculture. 20p. (Agriculture Handbook No. 379). 1975.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; PACIULLO, D.S.C. Morfogênese como ferramenta para o manejo de pastagens. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia. 43.. 2006. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia. p.554, 2006.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis (apparatus. reagents. procedures and some applications)**. Washington: United States Department of Agriculture. 20p. (Agriculture Handbook No. 379). 1975.
- HARRIS, C.E.; TULLBERG, J.N. 1980. Pathways of water loss from legumes and grass cut for conservation. **Grass and Forage Sciences**. 35(1):1-11.
- 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.
- INOUE, M.H. Eficácia de herbicidas aplicados em plantas adultas de *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria ochroleuca*. **Revista Brasileira de Herbicidas**. v.11. n.2. p.148-58. mai./agos. 2012.
- JONES, L.; HARRIS, C.E. Plant and sward limits to drying. In: CONFERENCE ON FORAGE CONSERVATION IN THE 80's. Brighton. **Proceedings...** p. 53-60, 1979.
- JULIER, B. et al. Identification of quantitative trait loci influencing aerial morphogenesis in the model legume *Medicago truncatula*. **Theoretical and Applied Genetic**. v.114. p.1391-1406. 2007.
- KRAUS, T.J.; KOEGEL. R.G.; STRAUB. R.J. et al. Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning. In: ASAE ANNUAL INTERNATIONAL MEETING 1997. Minneapolis. **Proceedings...** Minneapolis: ASAE. p.1-12, 1997.
- KENDALL, W.A.; SHAFFER, J.A.; HILL JR., R.R. Effect of temperature and water variables on the juvenile growth of lucerne and red clover. **Grass and Forage Science**. v.49. p.264-269. 1994.
- KUNKLE, W.E.; BATES, D.B. Evaluating feed purchasing options: energy. protein. and mineral supplements. In: FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE. 1998. Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida. p.59-70, 1998.

- KRUSKAL, W.H. A nonparametric test for the several sample problem. **The Annals of Mathematical Statistics**. 23(4):525-540, 1952.
- KRUSKAL, W.H.; Wallis, W.A. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. **Journal of the American Statistical Association**. 47(260):583-621, 1952;
- LADEIRA, M.M. et al. Avaliação do feno de *Arachis pintoi* usando ensaio de digestibilidade *in vivo*. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 31 (6). Nov. 2002.
- LANA, R.P. et al. Óleo de soja e própolis na alimentação de cabras leiteiras: consumo de matéria seca e de nutrientes e parâmetros de fermentação ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36. n.1. p.191-197. 2007.
- LAVEZZO, W.; ANDRADE. J.B. Conservação de forragens: feno e silagem. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS. 1994. Campinas. **Anais...** Campinas: CNBA. p.105-166, 1994.
- LEWIS. G. P. Legumes of the world. Kew: **Royal Botanic Gardens**. 577p., 2005.
- MACDONALD, A. D.; CLARK, E. A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**. Newark. v. 41, p. 407-437. 1987.
- McBETH, L.J. et al. Impact of heating-degree accumulation during bermudagrass hay storage on nutriente utilization y lambs. **Journal Animal Science**. v.79, n.10, p.2698-2703. 2001.
- MIRANDA, C.H.B.; VIEIRA, A.; CADISCH, G.R. Determinação da fixação biológica de Nitrogênio no amendoim forrageiro (*Arachis spp.*) por intermédio da abundância natural de 15N. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.6, p.1859-1865. 2003 (supl. 2).
- MINSON, D.J. The nutritive value of tropical pastures. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science** 37:255 p., 1971.
- MKIWA, F. E. J. et al. Nutritive value of crotalaria ochroleuca: I chemical in vitro dry matter digestibility Composition and at different stages of growth. **PROCEEDINGS OF THE FIRST JOINT WORKSHOP HELD IN LILONGWE. MALAWI 5-9 DECEMBER 1988**.
- MOORE, J.E. et al. Forage quality and the need for protein and energysupplements. In: Florida Beef Cattle Short Course. Gainesville. **Proceedings...** Gainesville:University of Florida. 1991.
- MOSER, L.E. **Quality of forages as affected by post-harvest storage and processing**. In: Crop quality storage. and utilization. ASA. CSSA. Madison. Wisconsin. p.227- 260, 1980.
- MOSER, L.E. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore. K.J.. Kral. D.M.. Viney. M.K. (eds). **American Society of Agronomy Inc.**. Madison. Wisconsin. p. 1-19, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. Washington. D.C.: National Academy Press. 381p., 2001.

- NERES, M.A. et al. Production of alfafa hay under different drying methods. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa. MG. v. 39, n. 8. p. 1676-1683-2010.
- NERES, M.A. et al. Production of tifton 85 hay overseeded with White oats or ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa. MG. v, 40. n. 8, p. 1638- 1644-2011.
- NERES, M. A.; AMES, J. P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 14, n. 1. jan. / mar.. p. 10-17. 2015.
- NERES, M.A.; NATH, C.D.; SUNAHARA, S.M.M. Cenário da produção e comercialização de feno e pré-secado no Brasil. In: JOBIM. C.C.; DANIEL. J.L.P.; CANTO. M.W.; CECATO. U. (Eds.). VI SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 1.. Maringá. **Anais...** Maringá:UEM/CCA/DZO. p.141-169, 2017.
- NUERNBERG, N.; MILAN, P.A.; SILVEIRA, C.A.M. **Manual de produção de alfafa**. Florianópolis: Epagri. 102 p., 1992.
- PEDROSO, A.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**. v.62, n.5, p.427-432. 2005.
- QUEIROZ NETO, A.P. et al. **Características agronômicas da Crotalaria ochroleuca**. Disponível em: <<https://periodicos.ufpi.br/index.php/ie/article/view/220>>. Acesso em: nov. 2020.
- RAYMOND, W.F.; SHEPPERSON. G.; WALTHAM. R. **Forage conservation and feeding**. Ipswich: Farming Press Ltd. 135p., 1972.
- RAYMOND, F. et al.. **Forage conservation and feeding**. v. (3): p. 208. Suffolk: Farming Press. 1978.
- REIS, R. A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para a produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. **Anais...** Maringá. PR. p.1-39. 2001.
- RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. 17.. 1993. Palmerton North. **Proceedings...** Palmerton North: New Zealand Grassland Association. p.85-94, 1993.
- ROTZ, C. A.; ABRAMS. S.M. Losses and quality changes during alfalfa hay harvest and storage. **Trans American Association of Agricultural Engineering**. 31:330-355. 1988.
- ROTZ, C.A. Mechanization: planning and selection of equipment. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS. 19°. São Pedro. SP. 2001. **Proceedings...** Piracicaba. SP: Brazilian Society of Animal Husbandry. p. 763-768, 2001.
- RUGGIERRI, A. C. et al. **Cultivo e utilização de alfafa nos trópicos**. São Carlos. SP: Embrapa Pecuária Sudeste. Cap. 11. p. 317-358. 2008.

- RUGGIERI, A.C.; et al.. **Conservação da Forragem**. In: FERREIRA. R. P.; VILELA. D.; COMERON. E. A.; BERNARDI. A. C. C.; KARAM. D. (Eds). Cultivo e utilização da alfafa em pastejo para alimentação de vacas leiteiras. Brasília. DF: Embrapa. Cap. 7, p. 105-130. 2015.
- SALLES, M.F.L. et al. Feno de Amendoim Forrageiro: uma Alternativa Sustentável para Suplementação Animal. **CIRCULAR TÉCNICA 81**. Rio Branco. AC Janeiro. 2021.
- SANTOS, C. K. Avaliação de espécies forrageiras disponíveis para ruminantes no semiárido. **DISSERTAÇÃO** - (Dissertação mestrado). Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2013.
- SARWATT, S.V. MKIWA, F.E.J. **The value of *Crotalaria ochroleuca* as a livestock feed**. In: A.N. Minjas. M.P. Salema. S.V. Sarwatt. and J.J. Webber (eds) The role of "marejea" (*Crotalaria ochroleuca*) in Agricultural production in Tanzania. Benedictine Publication. Ndanda. Peramiho. Tanzania. 1987.
- SARWATT, S.V.. Feed intake. growth rate and digestibility coefficients of growing sheep fed hay supplemented with *Crotalaria ochroleuca*. Anim. **Feed Science Technology**. 28:51-59, 1990.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV. 2002.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa. MG: UFV. 235 p., 2006.
- SILVA, V.J. et al.. Morphologic and productive characteristics of tropical forage legumes under two harvest frequencies. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39 (1). jan. 2010.
- SILVA, M. S. J.; et al. Estimativa de produção e valor nutritivo do feno de estilosantes cv. Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 34, n° 3, p. 1363-1380,. 2013.
- SILVA, A. C. D. et al. Curva de desidratação de três leguminosas forrageiras tropicais. **Caderno de Ciências Agrárias**. 2015. v. 7, n° 1. jan./abr. 2015.
- SHEWMAKER, G.E. HAY PRESERVATION AND STORAGE LOSSES. In: **Proceedings**. 2015 Western States Alfalfa and Forage Symposium. Reno. NV. 2-4 December. 2015.
- SMOELLER, M. Variações na temperatura. valor nutricional e qualidade sanitária do feno de capim vaqueiro (*Cynodon dactylon*) e Tifton 85 (*cynodon spp.*) sob diferentes tempos de armazenamento. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). Marechal Cândido Rondon. PR. 106p., 2016.
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 12th ed. Washington. DC: United States Department of Agriculture. Natural Resources Conservation Service; 2014.
- 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.

- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 0 and B Books. Corvallis. 1982.
- VAN SOEST, P.J. et al. Chemical properties of fibre in relation to nutritive quality of aminoatreated forages. **Animal Feed Science and Technology**. V.10, n.2, p.156-164, 1984.
- 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.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Cornell University Press. Ithaca. New York. 476p. 1994.
- VARGA, G. A. et al. The use of fiber concentratis for ration formulation. *Journal of Dairy science*. v81, n.11, p. 3063-3074. 1998.
- XAVIER, D.F. et al. Eficiência de inoculantes de rizóbio na nodulação de alfafa em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.3, p.781-785. 2005.
- WANDERLEY, W.L. et al. Consumo. digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 13, nº 2. p. 444-456, 2012.
- WUTKE, E. B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, H. A. A. (Coords.) Curso sobre adubação verde no instituto agrônômico. 1. 1993. **Documentos**. Campinas: Instituto Agrônômico. 1993. p.17-29. (Documentos IAC. 35).
- ZANINE, A.M.; DINIZ. D. Qualidade conservação método de cura relação folha:caule e consumo de feno de gramíneas tropicais. **Revista Eletrônica de Veterinária**. v.7, n.9, p.1-7. 2006.
- ZAVALA, D.. et al. Producción de ensilaje de maíz blanco (*Zea mays* L.) de alto valor proteico con y sin mazorca asociado con dos leguminosas anuales . lablab (*Lablab purpureus* L.) y crotalaria (*Crotalaria juncea* L.). **Journal of Agricultureof the Univiversity of Puerto Rico**. 95. 151–167, 2011.

## CAPITULO II

### PERFIL MICROBIOLÓGICO DO FENO DE *C. ochroleuca* L. COM DIFERENTES MANEJOS DE SECAGEM E TEMPOS DE ARMAZENAMENTO

#### RESUMO

Buscou-se avaliar o efeito dos manejos de secagem e tempos de armazenamento do material fenado sobre o perfil de agentes microbiológicos presentes no feno de *C. ochroleuca* L.. O delineamento experimental foi DBC, com parcelas subdivididas no tempo (2 manejos de secagem: com e sem viragem), 4 tempos de armazenamento (0, 30, 60 e 90 dias) e 4 repetições para cada tempo. Os parâmetros analisados foram a contagem de populações de microrganismos presentes no feno, determinação das UFC de bactérias (bactérias ácido lácticas, *enterobactérias*, *Clostridium*), fungos e leveduras. Os manejos de secagem do feno de *C. ochroleuca* L. não influenciaram no crescimento das bactérias. A população de bactérias do gênero *Clostridium* foi influenciada pelo tempo de armazenamento, com elevação nas UFC aos 60 dias ( $7,16 \log \text{ UFC g}^{-1}$ ) e uma resposta quadrática. As UFC de *Enterobactérias* teve influência do período de armazenamento com elevação das UFC aos 30 dias ( $6,42 \log \text{ UFC g}^{-1}$ ) e comportamento quadrático durante o armazenamento. As bactérias ácido lácticas estiveram presentes durante o armazenamento do feno, entretanto, não foram influenciadas pelo manejo de secagem ou tempo de armazenamento. O desenvolvimento dos fungos no feno de *C. ochroleuca* L. foi influenciado pelos manejos de secagem. O *Cladosporium* diferiu ( $P < 0,05$ ) para o manejo de secagem com viragem ( $2,251 \log \text{ UFC g}^{-1}$ ), apresentando ser mais elevada em relação ao manejo sem viragem. O feno de *C. ochroleuca* L. pode ser utilizado como fonte de alimento animal, uma vez que os manejos de secagem não influenciaram no desenvolvimento de bactérias e os tempos de armazenamento influenciou o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, *Enterobacteria* e bactérias totais, podendo ser armazenado por até 90 dias, uma vez que estes agentes reduziram o crescimento neste período. Recomenda-se utilizar o manejo de secagem sem viragem, já que o uso do manejo com viragem influenciou o crescimento do fungo *Cladosporium* durante o armazenamento do feno.

**Palavras-chave:** Conservação de forragens, bactérias, fungos.

## CHAPTER II

### MICROBIOLOGICAL PROFILE OF *C. ochroleuca* L. HAY AT DIFFERENT DRYING MANAGERMENTS AND STORAGE TIMES

#### ABSTRACT

This work sought to evaluate the effect of drying management and hay storage times on the profile of microbiological agents present in *C. ochroleuca* L. hay. The experimental design was DBC, with split plots in time (2 drying managements: with and without turning), 4 storage times (0, 30, 60 and 90 days) and 4 replications for each time. The parameters analyzed were the counting of populations of microorganisms present in the hay, determination of CFU of bacteria (lactic acid bacteria, Enterobacteriaceae, Clostridium), fungi and yeasts. Drying methods of *C. ochroleuca* L. hay have not influenced the growth of bacteria. The population of bacteria of the genus Clostridium was influenced by storage time, with an increase in CFU at 60 days (7.16 log CFU g<sup>-1</sup>) and a quadratic response. The CFU of Enterobacteriaceae was influenced by the storage period, with an increase in CFU at 30 days (6.42 log CFU g<sup>-1</sup>) and quadratic behavior during storage. Lactic acid bacteria were present during hay storage; however, they were not influenced by drying management or storage time. The development of fungi in *C. ochroleuca* L. hay was influenced by drying management. Cladosporium differed ( $P < 0.05$ ) for the drying management with turning (2.251 log CFU g<sup>-1</sup>), showing to be higher regarding the management without turning. *C. ochroleuca* L. hay can be used as a source of animal feed, since the drying methods have not influenced the development of bacteria and the storage times influenced the growth of bacteria of the genus Clostridium, Enterobacteria and total bacteria, allowing it to be stored for up to 90 days, since these agents reduced growth in this period. It is recommended to use drying management without turning over, since the use of turning management influenced the growth of the Cladosporium fungus during hay storage.

**Keywords:** Forage conservation, bacteria, fungi.

## 1 Introdução

Durante o processo de fenação, ocorrem alterações no volumoso conservado em decorrência das contínuas mudanças oriundas dos manejos realizados. O manejo inadequado durante o processo ocasionará alterações na qualidade do alimento. Uma das alterações decorrentes do manejo inadequado é contaminação por agentes microbiológicos e ou a ocorrência de aquecimento do material fenado, que irá reduzir a qualidade nutritiva (CASTAGNARA et al., 2011).

O crescimento microbiológico em excesso pode ocasionar o aquecimento do feno, o calor gerado pode ser em decorrência da oxidação dos carboidratos estruturais, que promoverá aumento nos compostos fibrosos e irá gerar um aumento na degradação proteica. Este evento faz com que ocorram perdas no valor nutritivo do alimento ofertado aos ruminantes, o que promove menor desempenho animal.

A qualidade do feno vai estar diretamente ligada ao manejo durante o processo de desidratação até seu armazenamento. Desde que o manejo no corte e o armazenamento sejam realizados corretamente, as condições sanitárias do feno vão estar diretamente ligadas à população de microrganismos presentes no material fenado.

Naturalmente as plantas forrageiras são contaminadas com diferentes tipos de microrganismos quando estão no campo, bactérias, fungos e leveduras são microrganismos comuns durante seu desenvolvimento. Quando cortadas e após sua desidratação, essas plantas sofrem com profunda alteração na população destes agentes microbiológicos em decorrência dos efeitos fisiológicos ocorridos nestas plantas (KASPERSSON et al., 1984).

A população de fungos ou bactérias que antes dominavam no campo, acaba sendo substituída por agentes que se tornam mais tolerantes às condições de baixa umidade e altas temperaturas, fatores estes mais observados durante o armazenamento. A presença de microrganismos ou o aumento considerável destes durante o período de armazenamento pode ocasionar alterações no valor nutricional na conservação da forrageira, gerando impacto na qualidade sanitária e na estabilidade do volumoso.

Os fungos oriundos do processo de fenação e armazenamento, quando manejados de forma inadequada, produzem metabólitos que podem ser tóxicos aos animais e ao homem, além de comprometer a qualidade nutricional do alimento produzido (HLODVERSSON, KASPERSSON, 1986).

Em hipótese, pode ocorrer a presença de uma grande variedade de agentes contaminantes como bactérias e fungos no feno de *C. ochroleuca* L., principalmente em função do manejo de secagem utilizado e do tempo de armazenamento.

Neste intuito, objetivou-se avaliar o efeito dos manejos de secagem com e sem viragem e dos diferentes períodos de armazenamento do material fenado, sobre o perfil microbiológico presente no feno de *C. ochroleuca* L..

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Localização

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. Localizava-se ao lado da Estação Climatológica da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

Para armazenamento dos fardos de feno, foi utilizado um local coberto (casa de armazenamento de insumos/patrimônios da Instituição – Unioeste), com estrutura que comportava a armazenagem total do feno produzido e, o local era provido de janelas para que fosse possível a entrada de ventilação dos fardos, evitando assim, aquecimento dos mesmos.

### 2.2 Área experimental

Na área experimental o solo é classificado como Oxisol Ustox Eustrtox (SOIL SURVEY STAFF, 2014) ou Latossolo Vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2013) de textura argilosa e apresenta as seguintes características químicas: 23,76 (P mg dm<sup>3</sup>), 24,1 (MO g dm<sup>3</sup>), 4,86 (pH CaCl<sub>2</sub> 0,01molL<sup>-1</sup>), 4,82 (H+AL cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 0,21 (AL<sup>3+</sup> cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 0,2 (K cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 3,32 (Ca<sup>2+</sup> cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 2,94 (Mg cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 6,46 (SB cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 1,29 (CTC cmol<sub>c</sub>dm<sup>-3</sup>), 50,1 (V%), 3,4 (AL%).

Foi realizada na área experimental a escarificação do solo antes da implantação do projeto, pois, o local foi utilizado anteriormente como área de pastejo com cultivo antecessor com *Avena sativa* spp..

### 2.3 Delineamento experimental

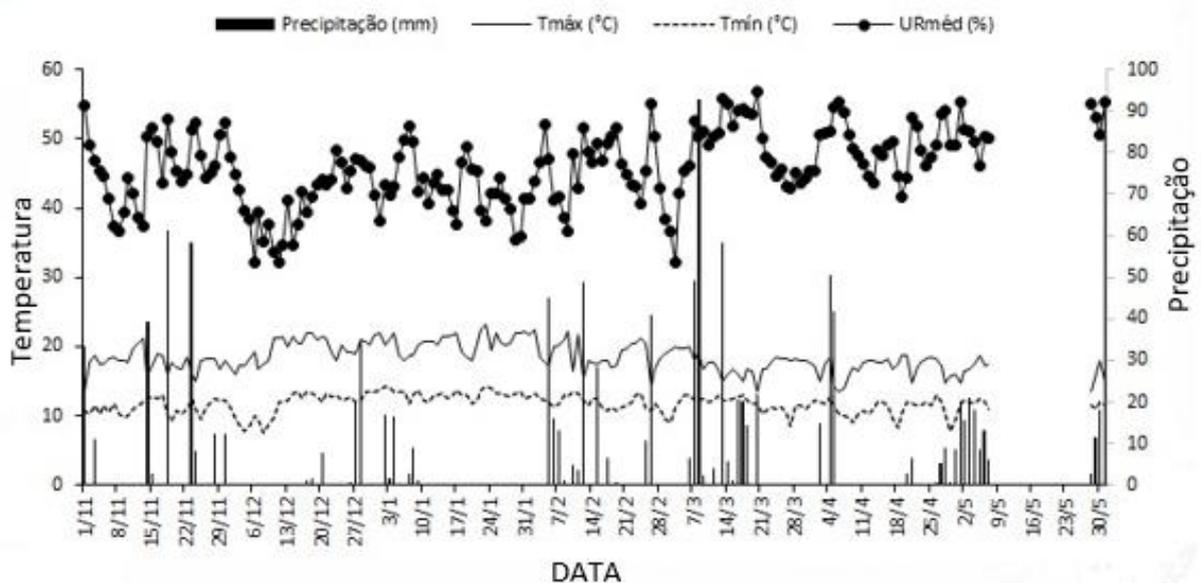
O delineamento experimental utilizado foi blocos casualizados, com parcelas subdivididas no tempo, com 2 manejos de secagem da leguminosa: com viragem e sem viragem, alocados nas parcelas principais com 4 tempos de armazenamento do feno (0, 30, 60 e 90 dias de armazenagem) e 4 repetições para cada tempo de armazenagem.

Cada parcela possuía 10 m por 40 m. Cada bloco constituiu-se de fileiras com espaçamento de 0,50 m entrelinhas, perfazendo uma área total de 800 m<sup>2</sup> (20m x 40 m).

### 2.4 Clima

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).

Durante o estudo, foi realizado o acompanhamento da temperatura e da pluviosidade durante ao longo do crescimento e desenvolvimento da planta e durante o armazenamento dos fardos de feno da *C. ochroleuca* L.. Os dados relacionados à fase de crescimento e desenvolvimento das plantas foram obtidos através da Estação Climatológica Automática da UNIOESTE, localizado próximo à área experimental (Figura 6).



**Figura 6.** Precipitação pluviométrica (mm), temperatura máxima (T<sub>máx</sub> °C) e mínima (T<sub>mín</sub> °C), umidade relativa média do ar (UR<sub>méd</sub> %) durante o crescimento das plantas, corte, período de secagem, produção de feno e período de armazenamento dos fenos de *C. ochroleuca* L..

Fonte: Estação meteorológica da Fazenda Experimental da UNIOESTE, Marechal C. Rondon – PR, novembro a dezembro/2018 e de janeiro a fevereiro de 2019.

Para as avaliações de temperatura e umidade relativa durante o armazenamento do feno, foram utilizados termômetros digitais (Termo Higrômetro com sensor externo AK28new, AKSO<sup>®</sup>), além de serem monitoradas a temperatura e umidade relativa do ar através de um registrador de dados de temperatura de umidade com display (DT 172, Temperature and humidity DataLogger, CEM<sup>®</sup>) alocado no centro do local de armazenamento dos fardos de feno.

O monitoramento foi realizado diariamente, no horário mais quente (compreendido entre as 12 horas e 14 horas da tarde), avaliando-se as temperaturas máximas e mínimas na parte interna (IN) e externa (OUT) de cada fardo de feno, individualmente.

## 2.5 Implantação do Experimento

A implantação do experimento ocorreu no dia 9 do mês de novembro de 2018, com a semeadura, utilizando uma semeadora (modelo SHM 11/13, Semeato<sup>®</sup>) de 5 linhas. Foram utilizados 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras para o cultivo da *C. ochroleuca* L. na área experimental. Não foi realizada nenhuma adubação do solo, apenas semeadura sobre a palhada do cultivo antecessor (*Avena sativa* sp.). A germinação das plântulas de *C. ochroleuca* L., se deu 13 dias após o plantio.

## 2.3 Fenação

Para realização do processo da fenação, iniciou-se com o corte da *C. ochroleuca* L., que ocorreu no dia 21 de fevereiro de 2019, no período da manhã após secagem no orvalho. As plantas apresentavam idade de 123 DAG (dias após germinação), com porte médio de 2 metros de altura e iniciando o estágio de floração.

Para o corte, utilizou-se o equipamento segadora condicionadora de discos com batedores de dedos livres (modelo FC 243 GII Lift Control TL, largura 3,50 m, marca Kunh<sup>®</sup>). O corte foi realizado nas plantas com 30 cm de altura do solo.

O período de secagem foi de 3 dias, onde o processo de viragem das plantas ocorreu no segundo e terceiro dia da desidratação das plantas, de acordo com o manejo de viragem da leguminosa forrageira. A viragem das plantas foi realizada de forma manual, com auxílio de ancinho devido ao fato de a fazenda experimental não possuir equipamento específico para o manejo.

Durante o processo de secagem para obtenção do feno, foram coletadas 4 amostras de cada tratamento para determinar os teores de umidade para determinar a matéria seca para a curva desidratação para as plantas de *C. ochroleuca* L.. Os dias de secagem compreenderam do momento do corte até o enfardamento. Essa avaliação foi realizada todos os dias, às 14 horas da tarde.

O material foi enfardado quando a leguminosa forrageira apresentava matéria seca de 85%. Segundo Neres e Ames (2015) o teor de matéria seca recomendado para fenos é de 85% a 90%. Como não havia maquinário específico para enfardamento da leguminosa forrageira, o procedimento foi realizado manualmente.

Para o enfardamento, foram utilizados sacos de tecido de algodão (saco cru) para o armazenamento do material coletado para formar cada fardo. Foram coletadas as plantas secas de maneira cautelosa, para que não houvesse perdas do material a campo (folhas), pois, as folhas já se apresentavam em estágio de desidratação completo e estavam quebradiças.

Os fardos de feno foram acondicionados sobre paletes de madeira, para que evitasse contato direto com o chão ou paredes, possibilitando que os fardos não absorvessem umidade ambiente.

Após armazenamento, iniciaram-se as primeiras aberturas dos fardos de fenos. As coletas de amostras para análises laboratoriais ocorreram conforme as aberturas sequenciais de cada tempo de armazenamento.

## **2.5 Parâmetros analisados**

Na abertura dos fardos de feno, foram coletadas amostras na porção central dos fardos, para cada período de armazenamento (0, 30, 60 e 90 dias de armazenagem), os quais foram submetidos a procedimentos laboratoriais para a quantificação da população microbológica e determinação dos fungos existentes no material.

As populações de microrganismos foram determinadas por meio de técnicas de culturas segundo Silva et al. (2007).

Para determinar as UFC de bactérias foram utilizados os seguintes meios: Lactobacillus MRS Broth para quantificação de bactérias ácido lácticas (BAL), mantendo-se as placas em incubação a 30°C por 48 horas; Violet Red Bile Agar para contagem de *enterobacterias*, mantendo-se as placas em incubação a 36°C por 24 horas e Reinforced Clostridial Agar para contagem de *Clostridium*, com incubação das placas por 24 horas em estufa com sistema de gás carbônico a 36°C.

Para avaliação de fungos e leveduras, os extratos diluídos foram semeados em placas contendo meio Potato Dextrose Ágar acidificado com ácido tartárico a 10%, e incubadas a 28°C por sete dias.

Após o período de incubação dos microrganismos, as colônias foram contadas, utilizando-se um contador de colônias Quebec e o aplicativo APD Colony Counter Lite®, sendo passíveis de serem contadas as placas que apresentaram entre 30 e 300 UFC (Unidade Formadora Colônia) por placa de Petri e os resultados foram expressos em log de UFC g<sup>-1</sup>.

## 2.6 Análise Estatística

Os dados obtidos para os microrganismos (bactérias) foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, utilizando o modelo estatístico de fatorial em blocos casualizados.

Sendo usado como fatores o tratamento “TRAT” (viragem e sem viragem) e o tempo. Posteriormente foram submetidos à análise estatística utilizando o procedimento MIXED do SAS® University Edition, de acordo com o modelo a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta_j + (T\beta)_{ij} + \delta_k + \varepsilon_{ijk}$$

Na qual  $Y_{ijk}$  é o valor observado para a variável resposta;  $\mu$  é a média de todas as observações;  $T_i$  é o efeito do nível  $i$  do fator feno,  $\beta_j$  é o efeito  $j$  do fator Tempo,  $(T\beta)_{ij}$  é o fator de interação entre os fatores feno (com e sem viragem) e Tempo.  $\delta_k$  é o efeito do bloco.  $\varepsilon_{ijk}$  erro associado a observação  $ijk$ .

Após ANOVA realizou-se as análises de regressões. Foi considerado nível de 0,001 de significância em todos os testes e utilizado para auxílio das análises o software SAS® University Edition.

Para as análises de fungos foi realizado o teste de Friedman (S) para todos os gêneros de fungos presentes em todos os tempos de armazenamento. Uma vez que os dados obtidos não permitiam uma avaliação paramétrica normal, o teste de Friedman é a alternativa não paramétrica à ANOVA para medidas repetidas. Em todas as análises, a significância foi declarada a  $P \leq 0,05$ .

### 3 Resultados e Discussão

Houve efeito ( $P \leq 0,001$ ) de tempo de armazenamento no desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* no feno de *C. ochroleuca* L. O desenvolvimento das bactérias *Clostridium* aumentou após o enfardamento, elevando-se nos 30 dias de armazenamento (7,05 log UFC g<sup>-1</sup>) e alcançando um pico de desenvolvimento até os 60 dias (7,16 log UFC g<sup>-1</sup>). Logo após este período iniciou-se um decréscimo no desenvolvimento do *Clostridium* até o período de 90 dias de armazenamento (7,04 log UFC g<sup>-1</sup>) (Tabela 6).

**Tabela 6.** População de microrganismos (bactérias log UFC g<sup>-1</sup>) e pH em fenos de *C. ochroleuca* L. com dois manejos de secagens e quatro tempos de armazenamento.

	Manejo		Tempo de armazenamento / dias				P – valor			
	SEM VIR	COM VIR	0	30	60	90	Manejo	Tempo	M*T	CV (%)
CLOS	6,74	6,35	4,94	7,05	7,16	7,04	0,125	0,000	0,13	10,39
ETRB	4,99	4,97	4,05	6,42	5,30	4,13	0,934	0,000	0,68	13,72
BAL	4,28	4,06	3,72	4,62	3,65	4,69	0,496	0,047	0,70	21,5
B. Total	6,49	6,37	4,50	7,56	6,73	6,92	0,619	0,000	0,24	10,42

CLOS: *Clostridium*; ETRB: *Enterobactérias*; BAL – Bactérias Ácido Lácticas, B. Total – Bactérias Totais. SEM VIR – Sem viragem, COM VIR – Com viragem.

A elevação de bactérias do gênero *Clostridium* durante o período que compreendeu dos 30 aos 60 dias de armazenamento, pode estar diretamente ligada ao fato de que estas bactérias sejam anaeróbias e tendem a ter capacidade de fermentar açúcares da forragem, fato este a se considerar, uma vez que o feno de *C. ochroleuca* L. apresentou um decréscimo nos teores de extrato etéreo (EE) após o enfardamento (no enfardamento apresentava 13,46 g Kg<sup>-1</sup> no enfardamento e aos 30 e 60 dias 10,48 e 10,75 g Kg<sup>-1</sup> EE, respectivamente).

Em todos os períodos de armazenamento do feno a quantidade de bactérias clostrídicas esteve elevada, possivelmente em virtude do aumento dos esporos de clostrídeos ocasionado pelo emurchecimento da planta durante a secagem (PAHLOW et al., 2003).

A presença da bactéria *Clostridium* na alimentação animal é indesejável (RABELO et al., 2014), uma vez que estas bactérias são capazes de fermentar os carboidratos da forragem e degradar as suas proteínas, reduzindo desta forma o valor nutricional do alimento (NERES et al., 2013).

A população de *Enterobacterias* não apresentou efeito de interação ( $P \geq 0,001$ ) entre manejo de secagem e tempo de armazenamento. A população de *Enterobacterias* diferiram ( $P \leq 0,001$ ) para tempo de armazenamento, apresentando um aumento para 6,42 log UFC g<sup>-1</sup> até os 30 dias, seguido de um decréscimo para 5,30 log UFC g<sup>-1</sup> e 4,13 log UFC g<sup>-1</sup> para os períodos de 60 e 90 dias, respectivamente (Tabela 6).

No entanto, como o pH não cai no feno, números elevados de *Enterobacterias* podem permanecer no material vegetal mais seco (MÜLLER, 2018). Neste estudo o pH não esteve abaixo de 5,9 e não excedeu 6,77. O aumento das *Enterobacterias* até 30 dias de armazenamento ocorre nesta etapa, pois estas tendem a fermentar carboidratos solúveis da forrageira para elevar seu desenvolvimento (McDONALD, HENDERSON e HERON, 1991).

Por outro lado, embora as *Enterobactérias* alcançassem pico de elevação no feno aos 30 dias, os números de UFC diminuiriam durante o armazenamento do feno aos 90 dias. Este evento pode ser em decorrência do aumento de bactérias ácido lácticas neste período.

A população total de *Enterobacterias* foi superior a população de BAL ao longo do armazenamento. Pereira e Santos (2006) afirmaram que a população epífita de *Enterobactérias* pode quase sempre atingir valores superiores aos de BAL.

O crescimento de bactérias ácido lácticas não apresentou efeito significativo ( $P \geq 0,001$ ) para os manejos de viragem ou para os tempos de armazenamento dos fardos de feno de *C. ochroleuca* L. (Tabela 6).

A população de bactérias totais diferiu ( $P \leq 0,001$ ) para o tempo de armazenamento, apresentando elevação no crescimento até os 30 dias atingindo 7,56 log UFC g<sup>-1</sup>. A partir do 31º até os 60 dias de armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L. ocorreu um decréscimo no número das bactérias toais para 6,73 log UFC g<sup>-1</sup> (Tabela 6).

O crescimento da população de *Clostridium* (Tabela 7) apresentou uma resposta quadrática positiva para o tempo de armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L. conforme apresentado na equação  $Y = 5,0263 + 0,0771X - 0,0006X^2$ . Este efeito pode ser justificado pelo aumento da esporulação deste agente durante o armazenamento.

**Tabela 7.** Equação de regressão para valores microbiológicos (log UFC g<sup>-1</sup>) de *Clostridium*, *Enterobactérias*, Bactérias Ácido Lácticas e Bactéria total de feno de *C. ochroleuca* L..

	Regressão	R <sup>2</sup>	P valor		Ponto de inflexão
			Linear	Quadrática	
CLOS	Y= 5,0263 + 0,0771X -0,0006X <sup>2</sup>	0,9542	0,00001	0,00014	64,25
ETRB	Y= 4,2212 + 0,0856 X -0,001 X <sup>2</sup>	0,8418	0,43331	0	42,80
B. Total	Y= 4,7482 + 0,0932X -0,0008X <sup>2</sup>	0,7736	0,00001	0,00001	58,25

CLOS: *Clostridium*; ETRB: *Enterobactérias*; BAL – Bactérias Ácido Lácticas, B. Total – Bactérias Totais. SEM VIR – Sem viragem, COM VIR – Com viragem.

A população de *Enterobacterias* apresentou uma resposta quadrática para o tempo de armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L. conforme apresentado na equação  $Y= 4,2212 + 0,0856 X -0,001 X^2$ .

Segundo Bernardes et al. (2005) o maior desenvolvimento de *Enterobacterias* pode estar relacionado ao aumento pH acima de 4,5 o qual favorece o maior desenvolvimento destes agentes durante o armazenamento.

Muller et al. (2015) também registraram elevados crescimento de *Enterobacterias* (4,9 log UFC g<sup>-1</sup>) em amostras de feno seco. Portanto, claramente o feno apresenta capacidade de suportar o crescimento destas bactérias durante o armazenamento.

A população de bactérias totais (Tabela 7) apresentou resposta quadrática, conforme apresentado pela equação  $Y= 4,7482 + 0,0932X -0,0008X^2$ .

Os resultados apresentados (Tabela 8) para a população de diferentes gêneros de fungos mostra que estes agentes estiveram presentes durante o armazenamento dos fenos de *C. ochroleuca* L.. Não houve efeito estatístico para tempo de armazenamento para nenhum dos fungos avaliados neste estudo.

Apenas o *Cladosporium* sp. diferiu ( $P \leq 0,05$ ) para os manejos de secagem quando realizado o manejo com viragem (2,251 log UFC g<sup>-1</sup>) independente do período de armazenamento do feno. Para os demais fungos avaliados não houve diferença ( $P \geq 0,05$ ) para os manejos utilizados durante a secagem.

**Tabela 8.** População de fungos - log UFC g<sup>-1</sup> encontrados no feno de *C. ochroleuca* L. com dois manejos de viragem.

Gêneros	Manejo (log UFC g <sup>-1</sup> )		P –Valor
	Sem Viragem	Com Viragem	
<i>Cladosporium</i>	1,373	2,251	0,046
<i>Levedura</i>	3,837	3,832	1,000
<i>Rhizopus</i>	1,247	0,968	0,564
<i>Rhizoctonia</i>	0,880	1,059	0,564
<i>Aspergylus</i>	1,019	1,272	1,000
<i>Helminthosporium</i>	0,000	0,313	0,317
<i>Fusarium</i>	1,296	1,015	0,317
<i>Penicilium</i>	1,688	1,218	0,564
<i>Trichoderma</i>	0,188	0,250	1,000
<i>Macrophomina</i>	0,380	0,500	0,564
<i>Alternaria</i>	0,000	0,313	0,317

População de fungos analisados pelo Friedman test. P-valor quando significativo a 5%.

Vale ressaltar que na região onde o estudo ocorreu as culturas do milho, milho safrinha, bem como a soja, são produzidos em grandes áreas, e, portanto, a presença desse gênero de fungo (*Cladosporium* sp.) em áreas de pastagens deve ser avaliada e pesquisada com critérios rigorosos, devido à possível patogenicidade deste fungo em plantas.

De acordo com o critério de qualidade microbiológica proposta por Woolford et al. (1990), Gimeno e Martins (2011), todos os fenos avaliados foram classificados como de boa qualidade, ao fato de apresentarem uma contagem de leveduras e fungos inferior a 5 log UFC g<sup>-1</sup>, respectivamente.

Segundo Hlodversson e Kaspersson (1986) o processo de fenação altera a população de fungos presentes na forragem, ocorre diminuição nos gêneros típicos de campo como a presença de *Fusarium* e *Cladosporium* e aumento dos gêneros *Aspergillus* e *Penicilium*, de maior ocorrência durante o período de armazenamento. Este evento ocorreu durante o armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L. conforme apresentado de forma descritiva abaixo.

Foram verificados durante o período do experimento que independente do manejo realizado algum gênero de fungo presente durante o período de armazenamento do feno de *C. ochroleuca* L., conforme apresentado na tabela 9.

Tabela 9. Valores médios de logaritmo (base dez) da contagem individual de fungos identificados, conforme o manejo de secagem e tempo de armazenamento dos fenos de *C. ochroleuca* L.

Manejo	Armazenamento (Dias)	<i>Cladosporium</i>	<i>Levedura</i>	<i>Rhizopus</i>	<i>Rhizoctonia</i>	<i>Aspergillus</i>	<i>Helminthosporium</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Penicillium</i>	<i>Trichoderma</i>	<i>Macrophomina</i>	<i>Alternaria</i>
COM VIR	0	-	-	-	-	-	1,25	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	-	-	-	1,63	1,00	0,83	-
	60	1,36	-	2,75	1,75	1,43	-	-	-	-	-	-
	90	-	4,00	-	-	-	-	2,10	-	-	-	-
SEM VIR	0	1,36	5,66	2,36	-	-	-	-	-	-	-	-
	30	-	-	-	-	1,47	-	1,70	1,51	-	-	-
	60	-	-	-	2,52	-	-	-	-	0,75	1,25	1,25
	90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

COM VIR: Manejo com uso de viragem da forragem durante a secagem; SEM VIR: Manejo sem uso de viragem da forragem durante a secagem.

O *Cladosporium* esteve presente durante o período de armazenamento de 60 dias (com 1,36 log UFC g<sup>-1</sup>) quando avaliado o manejo com viragem. Enquanto que o manejo sem viragem esteve presente no momento do enfardamento (tempo zero) com 1,36 log UFC g<sup>-1</sup>.

As leveduras estiveram presentes no feno de *C. ochroleuca* L quando realizado o manejo com viragem durante o período de 90 dias, apresentando 4,00 log UFC g<sup>-1</sup>. Enquanto que no manejo sem viragem as leveduras estiveram presentes no momento do enfardamento (tempo zero) com 5,66 log UFC g<sup>-1</sup>.

A contagem do fungo *Rhizopus*, mostrou que este, esteve presente no período de armazenamento de 60 dias com 2,75 log UFC g<sup>-1</sup>, quando realizado o manejo dos fenos com viragem. Enquanto que para o manejo sem viragem esse fungo esteve presente no momento do enfardamento com 2,36 log UFC g<sup>-1</sup>.

As *Rhizoctonias* apareceram durante o período de armazenamento de 60 dias, quando realizados ambos os manejos de viragem do feno (com viragem 1,75 log UFC g<sup>-1</sup> e 2,52 log UFC g<sup>-1</sup> sem viragem).

Os *Aspergylus* foram encontrados nos fenos com o manejo de viragem aos 60 dias, com 1,43 log UFC g<sup>-1</sup>, enquanto que para o manejo sem viragem esteve presente aos 30 dias de armazenamento, com 1,47 log UFC g<sup>-1</sup>.

O *Helminthosporium* esteve presente no armazenamento dos fenos apenas no período do enfardamento (tempo zero) com 1,25 log UFC g<sup>-1</sup> para o manejo com viragem.

O fungo *Fusarium* foi identificado durante o armazenamento de 30 dias para o manejo sem viragem (1,70 log UFC g<sup>-1</sup>), enquanto que para o manejo com viragem esteve presente aos 90 dias com 2,10 log UFC g<sup>-1</sup>.

Houve presença de *Penicilium* durante o armazenamento de 30 dias quando realizado os manejos com e sem viragem, com 1,63 log UFC g<sup>-1</sup> e 1,51 log UFC g<sup>-1</sup>, respectivamente.

O fungo *Trichoderma* foi identificado no feno aos 30 dias de armazenamento quando realizado o manejo com viragem (1,00 log UFC g<sup>-1</sup>) e para os 60 dias quando realizado o manejo sem viragem (0,75 log UFC g<sup>-1</sup>).

A *Macrophomina* esteve presente durante o armazenamento de 30 dias quando realizado o manejo com viragem (0,83 log UFC g<sup>-1</sup>) e para o período de 60 dias de armazenamento quando realizado o manejo sem viragem do feno (1,25 log UFC g<sup>-1</sup>).

O fungo *Alternaria* esteve presente somente no manejo sem viragem durante o período de armazenamento de 60 dias, com 1,25 log UFC g<sup>-1</sup>.

Observou-se que a maior incidência de fungos no início do armazenamento foi de gêneros típicos de campo, que tenderam a diminuir ou desaparecer no decorrer do armazenamento, enquanto que gêneros típicos do armazenamento tenderam a aumentar. Este evento pode ser corroborado pelo trabalho de Mufatto et al. (2016) que estudando a caracterização e quantificação da população de fungos na produção de feno observou o aumento de fungos típicos de campo como *Fusarium* e *Cladosporium* no início do armazenamento e aumento nos típicos de armazenamento como *Aspergillus* e *Penicilium*.

Bossuyt et al. (1996) e Undi e Wittenberg (1996) ressaltam que a presença de fungos no feno influencia indiretamente sobre a fermentação ruminal, esta, pode favorecer a digestibilidade da fibra, uma vez que os fungos possam causar lesões no xilema e nos vasos lignificados.

Segundo Muck et al. (1984) o oferecimento de feno altamente contaminado pode ser prejudicial à saúde dos animais (UNDI e WITTENBERG, 1996) e das pessoas que manuseiam

o feno, devido ao efeito da presença de toxinas no organismo (MOSER, 1980; REIS, RODRIGUES, 1992).

## Conclusões

O feno de *C. ochroleuca* L. pode ser utilizado como fonte de alimento animal, uma vez que os manejos de secagem não influenciaram no desenvolvimento de bactérias e os tempos de armazenamento influenciou o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*, *Enterobacteria* e bactérias totais, podendo ser armazenado por até 90 dias, uma vez que estes agentes reduziram o crescimento neste período. Recomenda-se utilizar o manejo de secagem sem viragem, já que o uso do manejo com viragem influenciou o crescimento do fungo *Cladosporium* durante o armazenamento do feno.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENSCH, K.; et al. Species and ecological diversity within the *Cladosporium cladosporioides* complex (Davidiellaceae, Capnodiales). **StuDieS in Mycology** 67: 1–94, 2010.
- BERNARDES, T.F.; et al. Fermentative and microbiological profile of Marandu palisadegrass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, n.3, p.214-220, 2005.
- BOSSUYT, C.V. et al. Effect of fungal biomass in alfalfa hay on intake and total digestion in growing beef calves. **Journal Animal Science**, 74:1336-1342, 1996.
- CAVIGLIONE, et al. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>>. Acesso em: jul. 2020.
- DUGAN, F.M.; SCHUBERT, K.; BRAUN, U. **Check-list of Cladosporium names**. **Food And Indoor Fungi**. Utrecht: CBS, p.1-103, 2004.
- ELAD, Y.; CHET, I. Parasitismo f *Trichoderma* spp. on *Rhizoctonia solani* and *Sclerotium rolfsii*. Scanning Electron Microscopy and Fluorescence Microscopy. **Physiology and Biochemistry**. v.73, n.1, 1983.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- GIMENO, A.; MARTINS, M.L. **Micotoxinas y Micotoxicosis em Animales y Humanos**. 3. ed. Miami:Special Nutrients, 130p., 2011.
- HLODVERSON, R.; KASPERSSON, A. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**. V.15, n.12, p.149, 1986.
- KASPERSSON, A. et al. Microbial and biochemical changes occurring deterioration of hay and preservative effect of urea. Sweed. **Journal Agriculture Resourche**. V.4, n.1, p.127-133, 1984.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage** 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 340p., 1991.
- MOSER, L.C. 1980. Quality of forage as affected by post-harvest storage and processing. In: **Crop quality storage, and utilization** ASA/CSSA. p.227-260.
- MUCK, A.P., et al. Physiological functions of glicocorticoides in stress and their relation to pharmacological actions. **Endocrinological Review**, v.5, n.1, p. 25-44, 1984.
- MUFATTO, L.M. et al. Characterization and quantification of the population of fungi in area of Tifton 85 bermudagrass hay fertilized with swine biofertilizer. **Ciencia Rural**. Santa Maria, RS. v.46, n.3, p.486-491, marc. 2016.

- MULLER, C.E. et al. Microbial Counts in Forages for Horses—Effect of Storage Time and of Water Soaking Before Feeding. **Journal of Equine Veterinary Science**. Volume 35, Issue 7, p. 622-627. July 2015.
- MÜLLER, C.E. Silage and haylage for horses. **Grass Forage Science**. p.1-13, Ago. 2018.
- NERES, M.A. et al. Microbiological profile and aerobic stability of Tifton 85 bermudagrass silage with different additives. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.6, p.381-387, 2013.
- NERES. M. A.; AMES. J. P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**. v. 14, n. 1. jan. / mar.. p. 10-17. 2015.
- PAHLOW, G; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.31-94.
- PEREIRA, O.G.; SANTOS, E.M. Microbiologia e o processo de fermentação em silagens. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p.393-429.
- RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; RABELO, F.H.S. et al. Silagens de milho inoculadas microbiologicamente em diferentes estádios de maturidade: perdas fermentativas, composição bromatológica e digestibilidade *in vitro*. **Ciência Rural**, v.44, n.2, p.368-373, 2014.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R. de A. Uso de conservantes em fenos com alto teor de umidade. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 14, 1992, Pirassununga. **Anais...**Pirassununga: Fundação Cargill, 1992. p.77-89.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela; 2007. 536p.
- SOIL SURVEY STAFF. **Keys to soil taxonomy**. 12th ed. Washington, DC: United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service; 2014.
- UNDI, M., WITTENBERG, K.M. Effect of fungal biomass in mouldy alfalfa hay on preference by dairy calves with no previous exposure to mouldy feeds. **Journal Animal Science**, v.79(n.7): p.1250-1254, 1996.
- WEIRICH, D.T.; NERES, M.A.; HUNOFF, C.A. et al. Microbiological profile and aerobic stability of tifton 85 bermudagrass silage with or without vacuum and microbial inoculants. **Bioscience Journal**, v.34, n.1, p.151-161, 2018.
- WOOLFORD, M.K. A Review: The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, n.1, p.101-116, 1990.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *C. ochroleuca* L. é uma leguminosa forrageira que pode estar sendo destinada à produção de feno como uma fonte alternativa na alimentação animal, tendo em vista os resultados apresentados neste estudo para o valor nutricional do feno e da qualidade sanitária durante o armazenamento e, por ser uma leguminosa forrageira que não apresenta efeito tóxico aos animais, uma vez que não apresenta monocrotalina em sua composição.

Contudo, ainda surge a necessidade de realizar novos estudos sobre o desempenho da *C. ochroleuca* L. para a alimentação animal.