

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**IDENTIFICAÇÃO DOS PREDITORES DE PREFERÊNCIA AOS  
FENOS DE ALFAFA PELOS EQUINOS**

**JANAINA CAROLINA DE SÁ**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das  
exigências para obtenção do  
Título de Mestre.

BOTUCATU - SP  
Julho - 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CÂMPUS DE BOTUCATU

**IDENTIFICAÇÃO DOS PREDITORES DE PREFERÊNCIA AOS  
FENOS DE ALFAFA PELOS EQUINOS**

**JANAINA CAROLINA DE SÁ**

**Zootecnista**

**Orientador: Prof. Dr. Ciniro Costa**

**Coorientadores: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Kátia de Oliveira**

**Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles**

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Zootecnia como parte das  
exigências para obtenção do  
Título de Mestre.

BOTUCATU - SP  
Julho - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S111i Sá, Janaina Carolina de, 1989-  
Identificação dos preditores de preferência aos fenos de alfafa pelos equinos/ Janaina Carolina de Sá. - Botucatu : [s.n.], 2014  
iv, 38 f. : tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2014

Orientador: Ciniro Costa

Coorientador: Kátia de Oliveira

Coorientador: Paulo Roberto de Lima Meirelles

Inclui bibliografia

1. Cavalo - Alimentação e rações. 2. Alfafa. 3. Forragem. 4. Cavalo - Preferências alimentares. I. Costa, Ciniro. II. Oliveira, Kátia de. III. Meirelles, Paulo Roberto de Lima. IV. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. V. Título.

*Dedico à minha mãe Sônia,  
por tudo que fez por mim,  
pela confiança, incentivo e  
ensinamentos que foram  
essenciais para formação  
da minha personalidade.*

### **Agradecimentos**

Agradeço ao meu eterno Pai do céu, por iluminar meu caminho, e me dar forças para seguir sempre em frente.

À minha mãe Sônia Maria de Sá, por todo esforço e dedicação que teve na minha criação, e incentivo para que eu pudesse conquistar meus sonhos.

Aos familiares que de alguma maneira apoiaram meu crescimento profissional.

À Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Kátia de Oliveira, pelas oportunidades e confiança concedidas desde a graduação, que foram essenciais para meu crescimento profissional.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Unesp/Botucatu e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de cursar o mestrado.

Ao Prof. Dr. Ciniro Costa, por ter me acolhido, orientado e amparado durante essa etapa da minha formação.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto de Lima Meirelles, pelo auxílio e apoio na execução desse trabalho.

Ao Haras RR, por ter cedido os animais para a pesquisa.

A CAPES pela bolsa de estudos concedida, e a FAPESP, pela concessão da bolsa de estudo (Processo FAPESP: 2012/13656-9) e auxílio para execução do projeto (Processo FAPESP: 2011/02597-9).

Aos professores, alunos e funcionários da FMVZ – UNESP, Campus de Botucatu e do Curso de Zootecnia – UNESP, Campus Experimental de Dracena, que contribuíram para a realização desse projeto e para minha formação.

Aos amigos que estiveram sempre ao meu lado, ao apoio incondicional oferecido, vocês com certeza foram os maiores responsáveis por esse título.

Muito obrigada!

*"Ame muitas coisas, porque em amar está a verdadeira força. Quem ama muito conquistará muito, e o que for feito com amor estará bem feito."*

*Vincent Van Gogh*

## SUMÁRIO

	Página
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	2
1. O Cavalo no Brasil e no Mundo .....	2
2. Feno de Alfafa na Alimentação de Equinos .....	3
3. Avaliação dos Fenos de Alfafa .....	4
4. Referências Bibliográficas .....	8
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
Identificação dos preditores de preferência aos fenos de alfafa na alimentação de equinos .....	12
Identification of the predictors of preference for alfalfa hays on feeding of equines .....	13
Introdução .....	14
Material e Métodos .....	15
Resultados e Discussão .....	22
Conclusões .....	33
Referências Bibliográficas .....	33
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>37</b>
IMPLICAÇÕES .....	38

## **CAPÍTULO 1**

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

### 1. O Cavalo no Brasil e no Mundo

A população mundial de equinos está em crescente expansão, com a expressiva quantidade de 59 milhões de cabeças, segundo FAO (2011). A maior quantidade de cavalos está no continente americano (57%), a segunda maior população está presente na Ásia (23,3%), seguidos pela Europa (9,9%), África (9,1%) e Oceania (0,7%). O Brasil possui o quarto maior rebanho equino mundial (5.508.550 animais), ficando atrás apenas dos Estados Unidos, China e México (FAO, 2011). Desde a década de 90, o rebanho nacional de equinos tem demonstrado relevância, pois já abrangia diversos setores da economia, além da geração de empregos, como a comercialização de animais, competições equestres com altas premiações, além da importância pública na cavalaria da polícia e na produção de vacinas (IBGE, 1993).

Lima et al. (2006), verificaram que no Brasil, 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos são gerados no complexo do agronegócio equino, R\$ 7,5 bilhões anuais são movimentados, R\$ 53.440.000,00 são referentes aos custos com ração e R\$ 176.400.000,00 desse valor está relacionado aos fênos comercializados. Tal cenário possibilitou o reconhecimento do Brasil como potência mundial no agronegócio do cavalo e recentemente, o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento classificou a Equideocultura Brasileira como parte integrante da atividade pecuária em virtude de sua importância econômica e social (VIEIRA, 2011).

Recentemente, a equinocultura nacional tem conquistado espaço em novas áreas, como lazer, esportes e terapia, atividades estas que exigem investimentos. As propriedades para estes fins caracterizam-se por não dispor de espaço adequado para que haja forragem suficiente aos animais, havendo assim, a complementação com volumosos comerciais. Ainda, o cenário nacional da produção de equinos, que se encontra em crescimento, tem grande potencial para o desenvolvimento da nutrição desta espécie animal, para atender o mercado competitivo dos cavalos de esporte. Desta forma, o desenvolvimento de pesquisas na área da avaliação de alimentos volumosos para equinos é relevante para atender as necessidades dos variados mercados dos criadores desta espécie animal do país.

## **2. Feno de Alfafa na Alimentação de Equinos**

Várias espécies de forragens são bem aceitas pelos equinos, e podem fornecer nutrientes em níveis adequados para atender as exigências nutricionais dos cavalos em manutenção, potros acima de um ano, e éguas em início de gestação (NRC, 2007). A principal fonte de fibra na dieta dos equinos é representada pelos fenos de gramíneas ou de leguminosas. Geralmente os fenos de leguminosas possuem maior valor nutricional em relação aos fenos de gramíneas (LEWIS, 2000). Neste sentido, a alfafa se destaca por apresentar elevado valor proteico, com variação de 16,5 a 25 %, e menores teores de fibras em comparação aos fenos de gramíneas, bem como digestibilidade da matéria seca próximo a 60% (ALMEIDA et al., 1999, FURTADO et al., 1999 e RASSINI et al., 2006). Ainda, a alfafa possui a capacidade de produzir forragem tenra e de boa aceitabilidade aos cavalos (RASSINI et al., 2006).

Devido a sua composição nutricional a alfafa é a principal leguminosa utilizada na alimentação dos equinos no Brasil, e apesar de ser uma das forrageiras mais difundidas em clima temperado, atualmente a alfafa tem sido cultivada com sucesso em ambientes tropicais. No Brasil, até 1968, o Estado do Rio Grande do Sul respondia por mais de 70% da área cultivada com alfafa, pelo fato das condições climáticas serem mais favoráveis às cultivares da época, além de haver informações disponíveis sobre o desempenho produtivo de diversas cultivares. Rassini et al. (2006) relataram que os pecuaristas do Sudeste do Brasil podem utilizar a alfafa em sistemas de produção animal. No entanto, é recomendado que, independentemente das condições financeiras do produtor, o cultivo de alfafa nas condições do Sudeste seja com base na busca de alto rendimento por área e não no aumento da produção de forragem por meio de maior área plantada.

Os fenos disponíveis para comercialização no Brasil não possuem padronização, e às vezes o custo é o fator relevante para a escolha dos mesmos, pois não há conhecimento por parte dos criadores em relação às características desejáveis para os mesmos. Na tentativa de comprar o feno mais adequado, os criadores baseiam-se em fatores de observação e não em conhecimento sobre os valores nutricionais ou preferência pelos cavalos. Segundo Frappe (2008), o feno de melhor qualidade deve possuir alta proporção de folhas e ser verde, mas livre de excesso de umidade, plantas daninhas e partes com

excessos de quebras. Ainda Lima et al. (2006) complementam que o feno deve apresentar maciez ao tato, alta proporção de folhas em relação às hastes, temperatura do fardo sempre fria (ambiente), presença de odor característico de feno (capim cortado), presença de apenas uma espécie vegetal, ausência de odores estranhos, fungos e bolores, ausência de sementes ou pendões florais e ausência de terra, gravetos ou materiais estranhos.

O comércio de feno de alfafa para cavalos ocorre fundamentalmente na forma de fardos, objetivando atender os estabelecimentos como, os hipódromos, hípicas, haras e unidades militares. Neste aspecto, o Estado de São Paulo, com grande número dessas atividades, é o maior comprador de feno de alfafa das regiões tradicionais de cultivo. Na década de 80, apenas o Jockey Clube de São Paulo eram consumidos de 400 a 500 toneladas de feno de alfafa por mês. O transporte de forragem entre as áreas de produção no Sul e as de maior consumo, principalmente a Sudeste, é o fator responsável pela predominância ou pela tradição do comércio de alfafa na forma de feno no Brasil (EMBRAPA, 2007). Tal situação reafirma a importância da equinocultura na atividade econômica do país e a necessidade de se melhorar a avaliação dos fenos de alfafa destinados à alimentação de equinos, que estão sendo comercializados no país.

### **3. Avaliação dos Fenos de Alfafa**

O processo de avaliação da qualidade, dos fenos de alfafa, tem como base os fatores proteicos e características morfológicas. A inclusão da preferência pelo cavalo a estes preditores convencionais, a um determinado volumoso, não tem sido alvo das pesquisas até o momento. A percepção sensorial do alimento pelo animal, como gosto, cheiro, temperatura, textura e consistência, interfere na preferência, por meio de sua palatabilidade.

A palatabilidade é um termo relativo, usado para quantificar a medida de aceitabilidade do alimento, o qual é obtido, inicialmente, pela mensuração da ingestão voluntária de um feno em relação a outro alternativo (CANNAS et al., 2009). Portanto, os animais somente poderão demonstrar qual alimento é preferido se for permitido a eles chance de escolha, sendo assim quantificado o “valor de preferência”. Para assegurar a preferência dos cavalos pelo alimento os ensaios são conduzidos, utilizando teste de escolha. O teste mais utilizado na alimentação animal, baseia-se no tempo limitado de

exposição ao alimento oferecido, em torno de 10-20 minutos, denominado curto-período. Contudo, há poucos relatos e ensaios utilizando o teste de curto-período em equinos (CAIRNS et al., 2002).

A preferência pelos equinos ao feno de alfafa pode ser predita pelas características químicas, morfológicas, microbiológicas presentes na planta, bem como por fatores do próprio animal (digestivo e mastigatório). Os fatores pré-gástricos sensoriais afetam primordialmente a ingestão de alimento e de forma secundária os comportamentos mastigatórios em cavalos (HILL, 2002). A atividade mastigatória tem sido mensurada nos equinos pela determinação dos parâmetros como, mastigação/minuto, por meio dos testes de curto-período (DOREAU, 1978). Os dados podem ser representados e analisados usando métodos simples, como frequências mastigatórias. Esta avaliação tem sido realizada pela observação visual dos cavalos durante consumo, registrando a frequência de coleta em segundo/segundo ou minuto/minuto. A coleta destes dados em etograma representa a ocorrência e duração dos atos, permite comparação entre alimentos, expressando comportamento de consumo em termos de ritmo e velocidade (HILL, 2007).

A atividade mastigatória dos animais sofre grande influência da textura física do alimento (SUDWEEKS et al., 1981). Meyer et al. (1975) observaram em equinos consumindo feno variação de 3000-3500 mastigações/kg na matéria natural (MN) e para concentrados, valor médio de 832 mastigações/kg MN. A maior intensidade na mastigação durante consumo de alimentos volumosos fundamenta-se na concentração de fibra presente no alimento e possivelmente pela estrutura física desta fibra. Os efeitos negativos do elevado teor de fibra nas forragens sobre a digestibilidade de nutrientes, já estão bem documentados, mas as alterações do seu efeito sobre a capacidade de quebra do alimento ainda necessita de maiores esclarecimentos (VINCENT, 1990).

Jones et al. (1994) citado por Domingues (2009), observaram que o fornecimento de forragens mofadas aos equinos, resulta em diminuição de consumo e até a recusa do mesmo. Similarmente, Muler e Uden (2007), verificaram menor preferência do feno em relação à silagem pelos animais, devido possivelmente a elevada contagem de fungos presentes no primeiro alimento. Esta alteração no consumo é provocada pela produção de compostos voláteis exógenos, devido aos fungos presentes nos volumosos, que causam o

odor de mofo associado a presença de micotoxinas perigosas. Por este motivo, fenos mofados são normalmente recusados pelos cavalos graças a sua percepção olfativa (CANNAS et al., 2009). Adicionalmente, Nascimento et al. (2000), não identificaram a interferência de fungos no feno de alfafa sobre a composição bromatológica, ocorrendo apenas modificações na aparência geral, como mudança na coloração. Atualmente, como ainda não há uma grade de classificação comercial para fenos quanto a coloração e como os fungos não alteram os teores nutricionais dos mesmos, entende-se que seja necessário realizar o monitoramento microbiológico dos fenos, na avaliação dos testes de preferência por equinos. O valor nutritivo e a digestibilidade dos fenos são parâmetros importantes em sua avaliação, somente quando a forragem não for rejeitada pelos cavalos.

A análise da forragem por meio do uso da técnica analítica denominada, espectrofotometria de refletância do infravermelho proximal (NIRS) tem aplicação tanto na pesquisa científica quanto na indústria, por ser uma técnica rápida e confiável para medidas de controle de qualidade e análises dinâmicas. Esta técnica refere-se à utilização de curvas espectrais dos materiais analisados, obtidas por meio da radiação da amostra no infravermelho proximal. O processamento de valores espectrofotométricos de amostras, com seus valores de análises laboratoriais previamente determinados, torna-se necessário para a realização da calibração. A equação de calibração torna possível a predição da composição de amostras desconhecidas, mas pertencentes à população que originou a calibração, com bom grau de confiabilidade. A partir da leitura do espectro, são realizadas transformações matemáticas que possibilitam o aprimoramento da informação disponível e correção dos efeitos causados por diferenças no tamanho de partícula (densidade e orientação) das amostras, para predizer sua composição.

O primeiro relato que se tem do uso deste procedimento foi para estimar conteúdo de umidade de grãos de cereais (NORRIS; HART, 1996). Posteriormente, a técnica mostrou-se eficiente na determinação simultânea do teor de umidade e proteína do trigo (WILLIAMS; NORRIS, 1982). A tecnologia NIRS foi aplicada em plantas a partir de 1976, quando Norris et al. (1976) demonstraram a possibilidade de usar programa computacional ao NIRS para estimar a composição bromatológica de forragens, bem como, atribuir qualidade associada a resposta animal à dieta, como a digestibilidade e ingestão.

Os parâmetros mais utilizados na avaliação da equação de calibração são: comprimento de onda, erro-padrão da calibração, ou seja, o desvio-padrão da diferença entre os cálculos do aparelho com os resultados de preferência observados e o coeficiente de determinação simples ( $r^2$ ) (PIRES; PRATES, 1998).

Abrams et al. (1987), mostraram que o NIRS poderia ser procedimento mais eficiente em prever de maneira acurada a resposta animal do que qualquer outra metodologia laboratorial ou combinação destes métodos tradicionais. Devido a sua capacidade de incorporar diversos comprimentos de onda em único teste, pois cada característica alimentar absorve diferentes níveis distintos de energia. Assim, a espectroscopia no infravermelho possibilita a análise de grande número de amostras e a determinação de vários parâmetros, uma vez estabelecida curvas de calibração a partir de um conjunto de amostras de controle, não havendo a necessidade de reagentes suplementares de alto custo. Portanto, esta técnica será de grande importância no processo de identificação de preditores de preferência de feno na alimentação para equinos. Entretanto, torna-se imprescindível o desenvolvimento de banco de dados e de seus correspondentes espectrais dos feno, para que o procedimento analítico NIRS, possa ser usado no futuro como rotina na avaliação da qualidade de feno para esta espécie animal.

Neste contexto, o presente trabalho objetivou identificar os preditores de preferência aos feno de alfafa para equinos e disponibilizar procedimento analítico rápido e preciso, aos produtores de feno e proprietários, por meio do NIRS (espectrofotometria de refletância do infravermelho proximal).

O Capítulo 2, intitulado, “**Identificação dos preditores de preferência aos feno de alfafa na alimentação de equinos**” apresenta-se de acordo com as normas para publicação na Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira (PAB), com exceção das Tabelas que foram inseridas no decorrer do texto.

#### 4. Referências Bibliográficas

ABRAMS, S.M.; WESTERHAUS, M.O.; BARTON, F.E. Determination of forage quality by near infrared reflectance spectroscopy: efficacy of broad-based calibration equations. **Journal Dairy Science**, v.70, p.806-813, 1987.

ALMEIDA, M.I.V.; FERREIRA, W.M.; ALMEIDA F.Q.; SAINT JUST C.A.; GONÇALVES, L.C.; REZENDE, A.S.C. Valor Nutritivo do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), do Feno de Alfafa (*Medicago sativa*, L.) e do Feno de Capim *Coast-cross* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) para Equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.743-752, 1999.

CAIRNS, M.C.; COOPER, J.J.; DAVIDSON, H.P.B.; et al. Association in horses of orosensory characteristics of food with their post-ingestive consequences. **Animal Science**. v. 75, p. 257-265, 2002.

CANNAS, A.; MEREU, A.; DECANDIA, M.; MOLLE, G. Role of sensorial perceptions in feed selection and intake by domestic herbivores. **Italian Journal Animal Science**. v.8 (Suppl. 2), p. 243-251, 2009.

DOMINGUES, J.L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38 (supl. especial), p. 259-269, 2009.

DOREAU, M. Feeding behaviour of stabled horses. **Annales De Zootechnie**. v. 27, p. 291-302, 1978.

EMBRAPA - Embrapa Pecuária Sudeste. **Cultivo da Alfafa**. Sistemas de Produção, 1 - 2ª Edição, 2007. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Alfafa/SistemaProducaSistema\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Alfafa/SistemaProducaSistema_2ed/index.htm)>. Acesso em: 20 de junho de 2013.

**FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION** - FAO. United Nations, 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/home/en/>> Acesso em: 07 de junho de 2013.

FRAPE, D. **Nutrição e alimentação de equinos**. 3.ed. São Paulo: Roca, 2008. 602p.

HILL, J. Effect of level of inclusion and method of presentation of a single distillery by-product on the processes of ingestion of concentrate feeds by horses. **Livestock Production Science**. v. 75, p. 209-218, 2002.

- FURTADO, C.E.; CABRERA L., FONSECA N.A.N.; PINHEIRO, J.W., ARAGÃO, D.A.; BELINELLI, E.; OLIVEIRA, C.A.A. Avaliação da digestibilidade aparente de fenos de gramíneas e de leguminosa para equinos. **Acta Scientiarum**. 21(3):651-655, 1999.
- HILL, J. Impacts of nutritional technology on feeds offered to horses: A review of effects of processing on voluntaring intake, digesta characteristics and feed utilization. **Animal Feed Science and Technology**. v.138, p. 92-117, 2007.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro: IBGE, v.43, 904p., 1993.
- LEWIS, L. D. **Nutrição clínica equina**: alimentação e cuidados. São Paulo: Roca, 2000. 710 p.
- LIMA, R.A.S.; SHIROTA, R.; BARROS, G.S.C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. 250p.
- MEYER, H.; AHISWEDEU, L.; REINHARDT, H.J. Studies on the duration of feeding, masticatory frequency and mincing of feed in horses. **Dtsch Tierarztl Wochenschr**. v. 82, p. 54-58, 1975.
- MULER, C.E.; UDEN, P. Preference of horses for grass conserved as hay, haylage or silage. **Animal Feed Science and Technology**. v.132, p. 66-78, 2007.
- NASCIMENTO, J.M.; COSTA, C.; SILVEIRA, A.C. 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, p. 669-677, 2000.
- NORRIS, K.H.; HART, J.R. Direct spectrophotometric determination of moisture content of grain and seeds. **Journal of Near Infrared Spectroscopy**. v. 4, n.1, p.23-30, 1996.
- NORRIS, K.H.; BARNES, R.F.; MOORE, J.E.; SHENK J.S. Predicting forage quality by near infrared reflectance spectroscopy. **Journal Animal Science** v. 43, p. 889-897, 1976.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of horses**. 6 ed. Washington, D.C., 2007. 341p.
- PIRES, F.F.; PRATES, E.R. Uso da Técnica da Espectrofotometria de Refletância no Infravermelho Proximal (NIRS) na Predição da Composição Química da Alfafa (*Medicago sativa*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1076-1081, 1998.

RASSINI, J.B.; FERREIRA, R.P.; MOREIRA, A. Recomendações para o cultivo de alfafa na região Sudeste do Brasil. **EMBRAPA Circular Técnica**, 46. São Carlos, 2006. Disponível em: <[http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/cultivo\\_alfafa\\_cppse.pdf](http://www.caprilvirtual.com.br/Artigos/cultivo_alfafa_cppse.pdf)>. Acesso em: 12 de maio de 2014.

SUDWEEKS, E.M.; ELY, L.O.; MERTENS, D.R.; SISK, L.R. Assessing minimum amounts and form of roughages in ruminant diets: roughage value index system. **Journal Animal Science**. v.53, p. 1406-1411, 1981.

VIEIRA, E.V. **Aspectos Econômicos e Sociais do Complexo Agronegócio Cavalo no Estado de Minas Gerais**. 2011. 140f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – UFMG, Belo Horizonte.

VINCENT, J.F.V. Fracture properties of plants. **Advances in Botanical Research**. v.17, p. 235-287, 1990.

WILLIAMS, J.; NORRIS, K.H. Effect of mutual interactions on the estimation of protein and moisture in wheat. **Cereal Chemistry Journal**. v. 60, p. 202-207, 1982.

## **CAPÍTULO 2**

## **Identificação dos preditores de preferência aos fenos de alfafa na alimentação de equinos**

Resumo - O propósito deste trabalho foi identificar os preditores de preferência aos fenos de alfafa para equinos e disponibilizar procedimento analítico rápido e preciso, por meio de espectrofotometria de refletância do infravermelho proximal (NIRS). Foram utilizados 15 equinos da raça quarto de milha, com idade e peso vivo médios de 10 anos e 500 kg, respectivamente. Efetuou-se a avaliação da preferência aos fenos de alfafa pelos equinos, por meio de testes de curto-período, durante 10 min. Esta avaliação foi realizada, em pares, para cada feno teste (1 a 30) contra cada padrão (A, B, C), até a finalização de todas combinações resultantes, por meio de três cavalos e replicados três vezes/animal, totalizando 810 testes de preferência. As variáveis avaliadas constituíram-se por análises etológica (movimento mastigatório - MM), morfológicas (coloração - COR, relação folha:caule, espessura de caule - EC), microbiológica (contagem de fungos - CF), químicas (fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido - FDA, proteína bruta e carboidratos solúveis em água), biológica (digestibilidade *in vitro* da matéria seca - DIMS) e NIRS. Os cavalos apresentaram preferência pelos fenos de alfafa do tipo A ( $P < 0,05$ ), seguidos pelos tipos B e C, no qual o valor médio do log da preferência foi de -2,0439, -1,5481 e 1,0584, respectivamente. Identificou-se significativamente as variáveis MM, COR, EC, CF, FDA e DIMS como preditores de preferência aos fenos de alfafa pelos equinos. A preferência aos fenos de alfafa do tipo A (Pref. A) pode ser predita pela equação:  $\text{Pref. A} = -98,19 + 1,61(\text{FDA}) + 1,53(\text{DIMS}) + 18,54(\text{EC}) - 0,03(\text{FDA} \times \text{DIMS}) - 0,02(\text{FDA} \times \text{EC}) - 0,28(\text{DIMS} \times \text{EC})$ ,  $r^2 = 0,31$ ,  $P = 0,0044$ . A técnica NIRS para prever a preferência pelos cavalos apresentou  $r^2$  de 0,51, mediante uso de espectro total. Concluiu-se que os equinos apresentam preferência aos fenos de alfafa em que os melhores fardos, do tipo A, podem ser identificados selecionando-os por conter baixos valores de EC e FDA, bem como elevados teores de DIMS. A técnica da espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal apresentou-se promissora na predição de preferência aos fenos de alfafa pelos equinos.

Termos para indexação: Cavalos, Forragem conservada, *Medicago sativa*, Palatabilidade

### **Identification of the predictors of preference for alfalfa hays on feeding of equines**

Abstract - The purpose of this study was to identify predictors of preference to alfalfa hay for horses and provide fast and accurate analytical procedure, by means of near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). A total of 15 quarter horses, with age and average body weight of 10 years and 500 kg, were used respectively. We conducted an evaluation to the preference of alfalfa hay for horses by means of short test period of 10 min. This evaluation was conducted in pairs for each test hay (1-30) against standard (A, B, C), until the completion of all resulting combinations, using three horses and replicated three times/animal, totaling 810 preference tests. The variables evaluated were constituted by ethological analysis (chewing motion - CM), morphological (color - COL, leaf:stem ratio, stem thickness - ST), microbiological (mold count - MC), chemical (neutral detergent fiber, acid detergent fiber - ADF, crude protein and water soluble carbohydrates), biological (in vitro dry matter digestibility - IVDMD) and NIRS. Significantly identified the CM, COL, ST, MC, ADF and IVDMD variables as predictors of preference for alfalfa hays by equinos. The preference for alfalfa hays type A (pref. A) can be predicted by the equation:  $\text{Pref. A} = -98.19 + 1.61(\text{ADF}) + 1.53(\text{IVDMD}) + 18.54(\text{ST}) - 0.03(\text{ADF} \times \text{IVDMD}) - 0.02(\text{ADF} \times \text{ST}) - 0.28(\text{IVDMD} \times \text{ST})$ ,  $r^2=0.31$ ,  $P = 0,0044$ . The NIRS technique for predicting the preference for horses showed  $r^2$  of 0.51, by using full spectrum. It was concluded that horses have preference to alfalfa hay, wherein the best type A bale can be identified by selecting them contain low amounts of ST and ADF as well as high levels of IVDMD. The technique of reflectance spectrophotometry in the near infrared appeared promising in predicting preference to alfalfa hay for horses.

Index terms: Conserved forages, Horses, *Medicago sativa*, palatability

## Introdução

Os equinos são, por natureza, herbívoros adaptados a consumir grandes quantidades de alimentos em pastejo, contendo alto teor de fibra, com habilidade especial em selecioná-los (DULPHY et al., 1997). A maioria dos proprietários de cavalos destina limitada área de pastagem, além da estacionalidade da produção de forragens, tornando-se importante em sua alimentação diária, o fornecimento de feno de boa qualidade. Equinos atletas necessitam de 1,6 a 2,3 toneladas de feno por ano, representando cerca de 20% do custo total na manutenção deste animal (GIBBS, 2005). Isto denota o potencial de venda de fenos para cavalos, com capacidade de expansão diretamente proporcional a melhora na qualidade dos mesmos, como consequência de sua capacidade de substituição aos concentrados na alimentação dos cavalos em algumas fases da vida.

O feno de alfafa apresenta-se como uma das principais forrageiras comercializadas para esta espécie animal, caracterizando-se por apresentar concentração de energia, de média a baixa, e teores variáveis de proteína e fibra (FISHER et al., 2002). Esta falta de padronização dos fenos disponíveis no mercado dificulta aos proprietários assegurar a compra de fardos de boa composição nutricional, os quais podem reduzir os custos com a compra de concentrados, em aproximadamente 15% (DOMINGUES, 2009). Parâmetros morfológicos do feno que são comumente julgados pela observação humana, trazem confundimento na avaliação da qualidade do feno comercializado, não sendo confiáveis e, frequentemente, contrários à boa nutrição animal. Exemplo disto se verifica quando o cavalo rejeita o feno dito como de “boa qualidade” por razões desconhecidas ao proprietário ou criador, resultando em menor ingestão e consequentemente *performance* ruim (KUGLER, 2004). Ainda, o critério de classificação de fenos, fundamentada apenas no nível de proteína, falha em identificar os melhores fardos, quando há baixos teores deste nutriente na forrageira (RODGERS, 1988).

Portanto, torna-se necessário a elaboração de medidas mais objetivas, para avaliar a qualidade de feno de alfafa, já que o mesmo deveria ser comercializado em termos de seu valor alimentício, considerando a preferência dos cavalos. O entendimento das características do feno de alfafa que afetam sua preferência pelos equinos e o desenvolvimento de método confiável e rápido em predizê-lo, poderão ser importante

ferramenta na avaliação acurada das respostas econômicas resultantes de modificações biológicas demonstradas pelos equinos. Neste sentido, o propósito deste trabalho foi identificar preditores de preferência aos fenos de alfafa pelos equinos, fundamentados nas características etológica, morfológicas, microbiológica, químicas e biológica desta forragem, bem como disponibilizar procedimento analítico rápido e preciso, para uso pelos produtores de feno e proprietários de cavalos, por meio da espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal (NIRS).

### **Material e Métodos**

O ensaio foi realizado no Haras RR, localizado no município de São Pedro/SP. Foram utilizados 15 equinos da raça Quarto de Milha, com idade e peso vivo médios de 10 anos e 500 kg, respectivamente. Os cavalos foram alojados em baias individuais durante o período de teste, permitindo-se, nos momentos de descanso, acesso a piquetes, em grupos formados por três animais. A água esteve disponível *ad libitum*, tanto nas baias como nos piquetes.

Em período pré-experimental procedeu-se a análise nutricional (proteína e fibra) dos fenos de alfafa disponíveis para comercialização. Assim, a partir destes dados, houve a formação de três categorias, ou seja, três padrões (A, B e C). Em seguida foram selecionados 30 tipos de fardos de fenos de alfafa, objetivando obter variabilidade na composição nutricional, que fosse representativa da população de fenos analisados inicialmente. Estes fardos escolhidos compuseram os fenos designados como testes. Assim, os dez primeiros fardos testes (1-10) foram provenientes de fenos de alfafa de categoria superior, os testes de 11 a 20, referentes aos fenos de classificação intermediária e o restante dos fenos testes, de 21 a 30, categorizados como inferiores. Tomada estas providências, esperou-se encontrar diferenças nas respostas de preferência entre os fenos de alfafa testes (1,...,30) e padrões (A, B, C) oferecidos aos equinos.

O termo preferência, utilizado neste trabalho, representa uma particularidade comportamental exibida por um cavalo, quando lhe foi permitido selecionar algo preferencialmente a outro. Portanto, “preferência” é usada para retratar a medida de preferência demonstrada pelo “feno teste” quando oferecido contra a um “feno padrão”,

expressa segundo Cox (2004), sob a forma de log-relação, determinada pelo logaritmo natural (LN) da relação entre os fenos teste e padrão consumidos, da seguinte forma:

$$\text{Preferência} = \text{LN}[(\text{total do feno teste consumido, kg}) / (\text{total do feno padrão consumido, kg})]$$

A transformação logarítmica permite uma medida de preferência mais informativa quando comparada ao valor não transformado. Assim, a preferência em relação ao feno teste, refere-se à medida de preferência, no qual o valor zero representa igual preferência ao feno padrão, número positivo indica que os animais preferem o feno teste ao feno padrão e numeração negativa demonstra maior preferência ao feno padrão.

Os testes de preferência e a contagem de movimentos mastigatórios foram realizados sequencialmente, em primeiro momento foram feitas as anotações das ingestões observadas nos cavalos, após cada período de 10 minutos (curto-período), conforme Shingu et al. (2001). Esta avaliação foi efetuada, em pares, para cada feno experimental (1 a 30) contra cada padrão (A, B, C), até a finalização de todas combinações resultantes, por meio de três cavalos e replicados três vezes/animal. Desta forma, os testes foram divididos em sessões, nos períodos da manhã (PM) e tarde (PT), permitindo a avaliação etológica por meio da contagem de movimentos mastigatórios (movimentos/minuto) e o valor médio de preferência das combinações dos fenos teste e padrão, durante período experimental de seis meses, com duração de dois meses a avaliação de cada feno padrão em relação aos fenos testes.

Diariamente, os cavalos pousaram nos piquetes, no período noturno, e pela manhã eram levados a suas respectivas baias. Todos os animais permaneceram em jejum alimentar por 1 hora antes de cada sessão teste (PM e PT). Ao início de cada sessão, sacolas contendo feno teste pré-pesado foram transferidas ao interior da baia e colocadas na lateral esquerda da mesma. A mensuração do valor de preferência consistiu no oferecimento aos cavalos de 1 kg de feno teste e 1 kg de um dos três fenos padrões (A, B, C), simultaneamente em duas sacolas adjacentes, por período de 10 minutos. Após este tempo o feno não consumido foi removido e pesado para estabelecer, relativamente, a quantidade consumida de cada um. Esta sequência foi repetida até completar três replicações para cada cavalo. Deve-se

salientar que, a posição da sacola na baía do cavalo revezou-se de uma replicação a outra (direita *versus* esquerda), segundo recomendações de Kenney & Black (1984).

Amostras de todos os fenos de alfafa, teste e padrão, foram colhidas de cada período de avaliações e estocadas em saco plástico lacrado para posteriores análises de determinação morfológicas, microbiológica, químicas, biológica e NIRS. Na Tabela 1 encontram-se os grupos de análises, contendo a descrição das variáveis explanatórias avaliadas neste estudo, para prever a preferência aos fenos de alfafa pelos equinos.

**Tabela 1.** Grupos de análises, descrição das variáveis explanatórias, unidade e abreviação utilizada para prever a preferência aos fenos de alfafa em equinos.

Grupos de Análises	Descrição da variável explanatória	Unidade	Abreviação
Etológica	Movimentos mastigatórios (Mov)	Mov/min	MM
Morfológica	Coloração	Escore (1-5)	COR
	Relação Folha:Caule	-	RFC
	Espessura de caule	Mm	EC
Microbiológica	Fungos	log (UFC)	CF
Química	Fibra em detergente neutro	% na MS	FDN
	Fibra em detergente ácido	% na MS	FDA
	Proteína bruta	% na MS	PB
	Carboidratos solúveis em água	% na MS	CSA
Biológica	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	%	DIMS
Espectrofotometria de Refletância no Infravermelho Proximal (NIRS)	Fibra em detergente neutro	% na MS	nFDN
	Fibra em detergente ácido	% na MS	nFDA
	Proteína bruta	% na MS	nPB
	Carboidratos solúveis em água	% na MS	nCSA
	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	%	nDIMS

As análises das características morfológicas dos fenos consistiram de mensuração de cor (COR), relação folha:caule (RFC) e espessura de caule (EC), que foram realizadas no Laboratório de Morfologia e Fisiologia Vegetal, pertencente à UNESP, Campus Experimental de Dracena. O grau de coloração dos fenos foi determinado pela comparação direta de cada amostra de feno a uma escala graduada de cor, variando de 1 (coloração associada a feno com tonalidade marrom) até 5 (representando os fenos de tonalidade verde

escuro), de acordo com Kugler (2004). A relação folha:caule foi determinada como a proporção existente de folhas e caule em cada planta, sendo obtida por meio de cálculo matemático, a partir da pesagem das folhas, dividido pelo peso do caule (RADUNZ, 2005). A espessura de caule foi obtida pela mensuração de 10 caules ao acaso na amostra colhida, usando paquímetro com aproximação de 1 mm (GOMES, 2004).

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia, pertencente à UNESP, Câmpus Experimental de Dracena, onde ocorreu a preparação das amostras pela adição de 450 ml de solução ringer autoclavada (121°C por 15 min) à 50 g de amostra. Estes substratos foram incubados em placas de extrato de ágar Sabouraud a 30°C, e cresceram por 144 h para a contagem de fungos (SEALE et al., 1986).

A composição química dos fenos de alfafa foi constituída pela análise de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB) e carboidratos solúveis em água (CSA), determinadas no Laboratório de Bromatologia, pertencente à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - FMVZ, UNESP/Câmpus de Botucatu. Os conteúdos de MS e PB foram determinados por meio de método descrito por Silva e Queiroz (2006), enquanto que a FDN e FDA segundo Van Soest et al. (1991) e CSA determinado de acordo a Larsson & Bengtsson (1983).

A análise biológica foi avaliada por meio da digestibilidade da matéria seca mediante uso da técnica *in vitro*. Esta técnica foi realizada com uso do equipamento *Daisy Incubator* (ANKOM® Technology), adaptando-se metodologia elaborada por Oliveira et al (2012). Para tanto, coletou-se fezes equinas, obtido de um cavalo castrado, consumindo feno de alfafa, da raça quarto de milha e peso corporal de 400 kg. Assim, as fezes foram colhidas diretamente do reto do animal, antes da primeira refeição do dia e acondicionadas em bolsa térmica e levadas ao laboratório. Nesse local, as fezes equinas foram misturadas com saliva artificial, aquecida a 39°C (MCDOUGALL, 1948) em liquidificador, na proporção de 1:1, com base no peso *in natura* e borbulhadas com CO<sub>2</sub> (EL SHAER et al., 1987), o que originou a mistura fecal. Essa mistura foi filtrada em camadas de gaze estéril e diluída novamente com saliva artificial para obtenção de uma solução fecal a 3%. A essa solução fecal foi acrescentada solução de uréia a 3%, na proporção de 3:100 (solução de uréia: solução fecal), o que resultou na solução fecal diluída, na qual novamente foi

injetado CO<sub>2</sub> por cinco minutos. Portanto, essa solução fecal diluída foi obtida ao adicionar-se, a um becker de 2 litros, 30mL da mistura fecal, 1000mL de saliva artificial e 30mL de solução de ureia a 3%. Após esses procedimentos, acrescentou-se 400 ml de solução fecal diluída mais 1600 ml de saliva artificial aos jarros contendo 25 sacos de filtro do modelo F57 *Filter Bags*, contendo 0,5g de amostra cada, borbulhados com CO<sub>2</sub>, fechados e levados para incubação por 144 horas.

O potencial para prever a preferência a partir do NIRS em equinos foi determinado por regressão dos dados medidos contra o respectivo perfil do espectro, dos fenos de alfafa, produzidos pelo Laboratório de Nutrição Animal, ESALQ/USP. A calibração foi desenvolvida utilizando o FOSS *NIRSystems Infrasoftware International software*, WinISI e uma combinação de Análise de Componente Principal (ACP). Diferentes segmentos do total de espectro foram usados para desenvolver as calibrações preditivas da preferência dos fenos de alfafa pelos equinos. Desta forma, o modelo 1 incluiu todo o espectro, região visível e infravermelha (NIR), 259 comprimento de onda, 400-2498, a 8 nm de intervalo. O modelo 2 usou somente a região do NIR, 173 comprimento de onda, 1100-2498 nm a 8 nm de intervalo.

O NIRS foi usado para estimar o FDN, FDA, PB, CSA e DIMS dos fenos para construção de seus modelos matemáticos para prever a preferência dos fenos de alfafa pelos equinos. A quantificação para todos estes elementos foi obtida de maneira simultânea por amostra, pela colheita dos espectros das leituras das mesmas. Desta forma, por meio do agrupamento de espectros semelhantes, o equipamento realizou seleção de espectros para o desenvolvimento de equações por meio do método de regressão de componentes principais.

As amostras foram moídas em moinho tipo faca, utilizando peneira contendo furos de 0,5 mm de diâmetro e levadas diretamente para análise, sem passar por nenhum tipo de pré-tratamento químico. A calibragem do NIRS foi feita por meio de feno estabilizado, obtendo-se espectro reflectante de 400 - 2500 nm a intervalos de 2nm (SANTOS et al., 2004).

Após a realização das avaliações de todos os grupos de análises (etológica, morfológicas, microbiológica, químicas, biológica e NIRS), foi possível caracterizar todos

os fenos de alfafa testes e padrões, utilizados neste ensaio, em que seus valores médios, mínimo e máximo encontram-se na Tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios das variáveis analisadas aos fenos de alfafa oferecidos aos cavalos para cada feno padrão (A, B e C) e resultados máximo (Máx.), mínimo (Mín.) e média referente aos fenos testes

Variável	Feno de Alfafa Padrão			Feno de Alfafa Teste		
	A	B	C	Máx.	Mín.	Média
	Análise Etológica					
MM <sup>1</sup> (mov/min)	69,50	60,00	49,93	74,63	57,44	66,88
	Análise Morfológica					
COR <sup>2</sup> (escore 1 – 5)	4,85	3,95	3,80	5,00	3,50	4,20
RFC <sup>3</sup>	0,77	0,71	0,46	1,47	0,32	0,73
EC <sup>4</sup> (mm)	1,70	1,60	1,85	2,00	1,30	1,63
	Análise Microbiológica					
CF <sup>5</sup> (log de UFC)	1,19	3,88	4,62	4,62	0,00	2,87
	Análise Química					
FDN <sup>6</sup> (% na MS)	53,26	58,96	60,00	77,36	53,36	61,55
FDA <sup>7</sup> (% na MS)	28,34	38,21	39,31	53,60	24,02	37,27
PB <sup>8</sup> (% na MS)	22,88	17,78	13,16	24,08	12,66	18,37
CSA <sup>9</sup> (% na MS)	17,69	9,21	7,24	19,63	4,47	11,91
	Análise Biológica					
DIMS <sup>10</sup> (%)	69,10	54,22	51,14	68,65	48,82	59,94
	Análise pelo NIRS*					
nFDN <sup>11</sup> (% na MS)	59,03	58,88	63,61	78,01	52,55	60,84
nFDA <sup>13</sup> (% na MS)	30,89	37,22	43,77	52,97	27,20	37,29
nPB <sup>14</sup> (% na MS)	23,02	19,55	14,71	24,80	13,61	19,09
nCSA <sup>14</sup> (% na MS)	15,66	10,97	8,03	18,63	5,92	11,55
nDIMS <sup>15</sup> (%)	67,40	61,38	57,77	69,72	47,03	62,18

<sup>1</sup>MM = movimentos mastigatórios (mov); <sup>2</sup>COR = coloração; <sup>3</sup>RFC = relação folha:caule; <sup>4</sup>EC = espessura de caule; <sup>5</sup>CF = contagem de fungos; <sup>6</sup>FDN = fibra em detergente neutro; <sup>7</sup>FDA = fibra em detergente ácido; <sup>8</sup>PB = proteína bruta; <sup>9</sup>CSA = carboidrato solúvel em água; <sup>10</sup>DIMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; <sup>11</sup>nFDN = fibra em detergente neutro pelo NIRS; <sup>12</sup>nFDA = fibra em detergente ácido pelo NIRS; <sup>13</sup>nPB = proteína bruta pelo NIRS; <sup>14</sup>nCSA = carboidrato solúvel em água pelo NIRS; <sup>15</sup>nDIMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca pelo NIRS; \*NIRS = espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal.

As equações para prever a preferência dos fenos pelos cavalos foram desenvolvidas usando variáveis independentes coletadas para cada tipo de feno, incluindo valor do logaritmo de preferência, MM, características morfológicas (COR, RFC e EC), CF, características químicas (FDN, FDA, PB, CSA) e DIMS. Anteriormente à construção

das equações de predição, procedeu-se a análise de correlação dos coeficientes de Pearson das variáveis explanatórias, para se aumentar o coeficiente de determinação ( $r^2$ ) dos modelos de predição. Esta análise permitiu investigar a presença de efeito significativo da variável dentro de seu grupo de análise, sobre a predição de preferência pelos cavalos. Sendo assim, as variáveis não significativas foram retiradas do modelo de predição. Após estes procedimentos, as equações de preferência foram estruturadas, permitindo a inclusão de todas as variáveis e os produtos das mesmas para cada grupo de análise, a fim de examinar as combinações possíveis e averiguar qual equação melhor representaria o modelo de predição. Desta forma, quando somente uma variável dependente foi incluída no modelo, os dados foram analisados por meio de regressão linear simples. Quando duas variáveis dependentes foram inclusas ao modelo, foi utilizada análise de regressão múltipla. Ainda, foi investigado o potencial do procedimento estimativo NIRS, em prever as equações de preferência, obtidas diretamente da amostra. Na Tabela 3, encontram-se os modelos de predição utilizados, com as respectivas variáveis explanatórias que os compuseram.

**Tabela 3.** Modelos e variáveis explanatórias utilizadas para prever a preferência pelos equinos

Resposta	Modelos e variáveis explanatórias utilizados
Preferência dos equinos pelos fenos de alfafa	MM <sup>1</sup>
	COR <sup>2</sup> e EC <sup>3</sup>
	CF <sup>4</sup>
	FDA <sup>5</sup>
	DIMS <sup>6</sup>
	NIRS <sup>7</sup>

<sup>1</sup>MM = movimentos mastigatórios; <sup>2</sup>COR = coloração; <sup>3</sup>EC = espessura de caule; <sup>4</sup>CF = contagem de fungos; <sup>5</sup>FDA = fibra em detergente ácido; <sup>6</sup>DIMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca; <sup>7</sup>NIRS = espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal.

Todas as análises estatísticas realizadas neste estudo foram submetidas ao programa *Statistical Analysis System* (SAS, 2000). A correlação dos coeficientes de Pearson foi analisada utilizando procedimento COR. As equações de predição foram submetidas à análise mediante uso dos procedimentos REG e GLM, para regressão simples e múltipla,

respectivamente. Ainda, as comparações entre as médias das preferências aos fenos de alfafa foram realizadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância.

### Resultados e Discussão

Na Tabela 4 encontram-se os valores do logaritmo da razão da preferência dos equinos aos fenos de alfafa padrão e teste. Foi verificada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para a preferência entre os fenos de alfafa teste em relação aos padrões A, B e C, no qual os valores médios foram de -2,0439, -1,5481 e 1,0584. Tal resultado indica que o feno de alfafa do tipo padrão A, apresentou-se como o preferido pelos equinos, enquanto que o feno padrão C foi preterido, durante os testes curtos de preferência, quando comparado aos fenos de alfafa testes.

**Tabela 4.** Valores de preferência (Pref.) aos padrões dos fenos de alfafa (A, B e C) oferecidos aos equinos e valor máximo (Máx.), mínimo (Mín.) e média com desvio padrão (d.p.) referentes ao feno teste oferecido para cada padrão

	Feno de Alfafa – Padrão			Feno de Alfafa – Teste			
	A	B	C	Min.	Max.	Media	d.p.±
PrefA <sup>1</sup>	0,0000	0,4957	3,1023	-5,2418	3,5264	-2,0439 <sup>a</sup>	1,8839
PrefB <sup>2</sup>	-0,4957	0,0000	2,6065	-12,2111	2,0477	-1,5481 <sup>b</sup>	2,1364
PrefC <sup>3</sup>	-3,1023	-2,6065	0,0000	-4,3438	4,8904	1,0584 <sup>c</sup>	2,3963
PrefMédia <sup>4</sup>	-1,1993	-0,7036	1,9029	-12,2111	4,8904	-0,8297	2,5454

<sup>1</sup> Preferência do equino quando oferecido em combinação ao feno padrão A (logaritmo da razão);

<sup>2</sup> Preferência do equino quando oferecido em combinação ao feno padrão B (logaritmo da razão);

<sup>3</sup> Preferência do equino quando oferecido em combinação ao feno padrão C (logaritmo da razão);

<sup>4</sup> Médias de preferências entre os fenos padrões A, B e C (logaritmo da razão);

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ) entre si pelo teste de Tukey.

Flinn et al. (2005) e Pain & Revell (2009) verificaram o mesmo comportamento de resposta da atual pesquisa, em que os fenos de alfafa classificados como tipo A foram preferidos pelos cavalos em relação aos tipos B e C. Estes pesquisadores fundamentaram a baixa preferência pelos equinos ao fenos de alfafa do tipo C, por apresentarem pior qualidade nutricional (PAIN & REVELL, 2009). No presente estudo, os cavalos também preferiram os fenos de alfafa com melhor composição nutricional (Tabela 2), sendo esta uma resposta esperada. Porém, tal resultado comprova que os equinos possuem capacidade

de apresentar preferência em relação aos fenos de alfafa disponíveis no mercado. Este fato justifica a inclusão da preferência, como parâmetro na avaliação e classificação de fenos de alfafa destinados para alimentação dessa espécie animal. Contudo, são escassos estudos objetivando a viabilidade de variáveis como preditoras da preferência de equinos aos fenos de alfafa, que limita a discussão dos resultados encontrados.

As equações para predizer a preferência dos equinos aos fenos de alfafa, originadas a partir da variável etológica, encontram-se na Tabela 5. Verificou-se efeito significativo ( $P < 0,0000$ ) do movimento mastigatório sobre a preferência aos fenos de alfafa para equinos, em que esta variável foi responsável por 15,3% da variação na preferência aos fenos de alfafa do tipo A. Esta resposta demonstra que os cavalos realizaram a seleção de fenos de alfafa, com base na facilidade de executar o trabalho mastigatório exigido para reduzir o tamanho de partícula. Tal situação resultou em valores para movimentos mastigatórios elevados aos fenos de alfafa do tipo A, pelo motivo destes fenos apresentarem menor conteúdo de fibra, aumentando a velocidade de mastigação, quando comparado aos tipos B e C (Tabela 2).

**Tabela 5.** Equações para prever a preferência dos feno de alfafa oferecidos aos equinos em relação ao movimento mastigatório (MM). Os valores apresentados são referentes à equação (constante, coeficiente variável e  $r^2$ ) para os feno padrões A (Pref. A), B (Pref. B), C (Pref. C) e média (Pref. Média)

	Coeficiente		
	Constante	MM	$r^2$
Pref.A	-12,81	0,16	
e.p.*	1,93	0,03	0,153
Valor de P	0,0000	0,0000	
Pref.B	-5,58	0,06	
e.p.	2,36	0,04	0,016
Valor de P	0,0193	0,0934	
Pref.C	-0,86	0,03	
e.p.	2,52	0,04	0,003
Valor de P	0,7333	0,4461	
Pref. Média	-6,41	0,08	
e.p.	1,55	0,02	0,024
Valor de P	0,0000	0,0003	

\*e.p. = erro padrão

O movimento mastigatório reflete com que eficiência ocorre a redução de partícula do alimento ingerido pelo cavalo (BONIN et al., 2007), sendo que quanto maior a facilidade em triturar o alimento, mais movimentos mastigatórios o animal realizará, pois implicará na menor utilização de força pelo mesmo. Assim, os altos valores para MM, observados no presente estudo, expressa a menor resistência na diminuição de partícula do material ingerido, possibilitando maior velocidade no processo de mastigação. De acordo com Vincent (1990), a maior lentidão na mastigação durante consumo de alimentos volumosos em comparação aos ingredientes concentrados, fundamenta-se na concentração de fibra presente no alimento e possivelmente pela estrutura física desta fibra. De maneira concordante, Zanine et al. (2006), relataram que os equinos em condições de pastejo, escolhem a forrageira que apresenta menor trabalho mastigatório por bocado, por aumentar a ingestão de MS, sendo considerado uma característica importante para animais neste tipo de criação.

Na Tabela 6 está apresentada a equação de predição do feno de alfafa originada a partir das características morfológicas. Não foi verificado efeito significativo ( $P = 0,3744$ ) desta equação para predizer a preferência aos fenos de alfafa pelos equinos. Contudo, as características do feno de alfafa, coloração ( $P = 0,0011$ ) e a espessura de caule ( $P = 0,0097$ ), foram significativas para determinar a preferência pelos cavalos. Os maiores valores de preferência pelos equinos ocorreram aos fenos com a coloração verde mais intensa, ou seja, positivamente correlacionada (0,6472), enquanto a espessura de caule apresentou correlação negativa (-1,4534). Similarmente, Pain & Revell (2009), investigando a preferência pelos cavalos aos fenos de aveia e alfafa, verificaram que o diâmetro do caule e a interação entre as variáveis, coloração e diâmetro de caule para o feno de aveia, e a coloração do feno de alfafa foram importantes na preferência pelos animais. Ainda, estes pesquisadores encontraram correlação negativa do diâmetro do caule sobre a preferência aos fenos de alfafa em equinos, de maneira concordante aos resultados do presente estudo.

**Tabela 6.** Equação para predizer a preferência do feno de alfafa pelos equinos por meio da avaliação das características morfológicas de coloração (COR) e espessura média de caule (EC), com informações sobre a constante (Cte), coeficiente variável e  $r^2$  resultante da equação de preferência média (Pref. Média) dos fenos padrões

	Cte	Coeficiente		
		COR	EC	$r^2$
Pref. Média	-1,1628	0,6472	-1,4534	0,0353
e.p.*	1,30818	0,1980	0,5598	
Valor de P	0,3744	0,0011	0,0097	

\*erro padrão

A maioria dos proprietários e treinadores prefere comprar fenos com coloração verde escuro, sendo classificada como uma das características mais importante para venda de fenos destinados para alimentação dos equinos (KUGLER, 2004). Contraditoriamente, Cannas et al. (2009), relataram que os cavalos não conseguem distinguir as cores entre amarelo e verde das forragens, diferentemente ao verificado em humanos, não sendo uma característica importante aos equinos. Contudo, na atual pesquisa observou-se efeito significativo da coloração sobre a preferência de equinos ao feno de alfafa. Tal resultado

ocorreu devido às variáveis, coloração e espessura de caule, apresentaram-se altamente correlacionadas. Isto proporcionou a ocorrência desta ambiguidade, em que as duas afirmativas são corretas, pois a escolha pelos cavalos por feno de alfafa com menor espessura de caule, por serem oriundos de plantas mais jovens, resultou, concomitantemente, em fenos com coloração mais verde.

A equação da contagem de fungos (CF), como preditor da preferência do feno de alfafa pelos equinos, pode ser observada na Tabela 7. A contagem de fungos apresentou efeito significativo ( $P = 0,0225$ ) para prever a preferência de feno de alfafa para equinos, no qual apenas 8% da variação da resposta pode ser explicada por esta variável. Ainda, a elevação da contagem de fungos no feno de alfafa foi inversamente correlacionada (-0,12) com os valores de preferência pelos cavalos.

**Tabela 7.** Equações para prever a preferência do feno de alfafa oferecidos aos equinos em relação à contagem de fungos (CF). Os valores apresentados são referentes à equação (constante, coeficiente variável e  $r^2$ ) para preferência aos fenos padrões A (Pref. A), B (Pref. B), C (Pref. C) e média (Pref. Média)

	Coeficiente		
	Constante	CF	$r^2$
Pref.A	-1,92	0,00	0,000
e.p.*	0,27	0,08	
Valor de P	0,0000	0,9983	
Pref.B	-1,20	-0,14	0,013
e.p.	0,31	0,09	
Valor de P	0,0001	0,1210	
Pref.C	1,72	-0,23	0,032
e.p.	0,32	0,09	
Valor de P	0,0000	0,0167	
Pref. Média	-0,47	-0,12	0,008
e.p.	0,20	0,06	
Valor de P	0,0225	0,0394	

\*e.p. = erro padrão

A presença de fungos nos fenos está negativamente relacionada com a qualidade dos mesmos, sendo difíceis de serem comercializados devido ao comportamento do cavalo em refugar este tipo de alimento (GIBBS, 2005). Adicionalmente Horne et al. (1991) observaram que independentemente do valor nutricional das forragens, a presença de fungos leva a rejeição pelos animais. Corroborativamente, no atual trabalho, a contagem de fungos foi determinante para explicar a variação na preferência dos fenos de alfafa pelos cavalos (Tabela 7). O valor médio para esta variável de 4,62 log UFC observado nos fenos de alfafa tipo C (Tabela 2), foram suficientes para refletir em menores valores preferência ( $P = 0,0167$ ) aos fenos de alfafa pelos cavalos (Tabela 7). Adicionalmente, Kugler (2004) relatou que os cavalos são afetados pela presença de fungos nos alimentos quando há presença de metabólitos secundários produzidos por *Aspergillus sp.*, *Calviceps*, *Fusarium sp.* e *Penicillium sp.*, no entanto a identificação de fungos não foi objeto deste experimento.

O modelo de predição para preferência ao feno de alfafa pelos equinos baseado em característica química nutricional apresenta-se na Tabela 8. O modelo demonstrou ser significativo ( $P = 0,013$ ) para predizer a preferência de feno de alfafa para cavalos, em que a FDA foi responsável por 20,37% da variação na escolha pelos equinos ao feno de alfafa do tipo C. Tal resultado foi inferior ao encontrado por Pain & Revell (2009) de 47%, obtido para equação de predição contendo as variáveis FDA e hemicelulose ao feno de alfafa do tipo C para mesma espécie animal. A melhor resposta da variável FDA em poder responder pela variação na preferência ao feno de alfafa (atual ensaio) e de alfafa do tipo C (ensaio acima) foi devida, possivelmente, à presença do alto conteúdo deste nutriente, nos fardos de categoria inferior (Tabela 2). Isto indica que a FDA pode se tornar em importante preditor da preferência de feno de alfafa pelos equinos. Ainda, na atual pesquisa o teor de FDA presente no feno de alfafa correlacionou-se negativamente ( $-0,0599$ ) com a preferência pelos cavalos, sendo similar ao encontrado por Pain & Revell (2009).

**Tabela 8.** Equações para prever a preferência do feno de alfafa pelos equinos por meio da avaliação do valor nutritivo, representado pela fibra em detergente ácido (FDA). Os valores apresentados são referentes à equação (constante, coeficiente variável e  $r^2$ ) para preferência aos fenos padrões A (Pref. A), B (Pref. B), C (Pref. C) e média (Pref. Média)

	Coeficiente		
	Constante	FDA	$r^2$
Pref.A	-4,109	0,0589	0,0473
e.p.*	0,7522	0,0198	
Valor de P	0,0000	0,0034	
Pref.B	1,7623	-0,0904	0,0858
e.p.	0,8396	0,0221	
Valor de P	0,0373	0,0001	
Pref.C	6,5512	-0,1474	0,2037
e.p.	0,8295	0,0218	
Valor de P	0,0000	0,0000	
Pref. Média	1,4178	-0,0599	0,0288
e.p.	0,5690	0,0149	
Valor de P	0,0130	<0,0001	

\*e.p. = erro padrão

O feno de alfafa é um dos principais alimentos utilizados para equinos, devido a suas características químicas. Contudo, seu valor nutricional pode ser drasticamente reduzido devido a idade de colheita para fenação. Sabe-se que com o avanço da idade da planta ocorre incremento na deposição da parede celular, com redução nos teores proteicos e de hemicelulose. A lignina é um dos importantes nutrientes que mais sofre alteração com o envelhecimento da forragem. Em especial atenção a alfafa, esta forragem apresenta alta participação da lignina na composição do seu FDA (CRUZ et al., 2013). Tais observações justificam a melhor resposta da FDA, dentre as variáveis nutricionais avaliadas, no atual ensaio, para compor o modelo de predição de preferência ao feno de alfafa para cavalos. A mesma suposição, citada anteriormente, foi responsável pela exclusão da variável PB, como preditor de preferência aos fenos de alfafa pelos equinos, pois conforme dados apresentados na Tabela 2, os conteúdos proteicos apresentaram redução nos fardos do tipo A ao C. Portanto, os equinos foram sensíveis somente ao acréscimo no teor de FDA nos fenos de

alfafa, durante seu processo de escolha, com preferência aos fardos contendo menor participação desta variável e, conseqüentemente, tornando-a promissora para compor o modelo de predição ao feno de alfafa para esta espécie animal.

As equações para predizer a preferência aos fenos de alfafa pelos equinos a partir da digestibilidade *in vitro* da matéria seca estão apresentadas na Tabela 9. O uso da DIMS para predizer os valores de preferência do feno de alfafa revelou-se significativo ( $P = 0,0000$ ) e correlacionada positivamente (0,08), ou seja, fenos com elevados teores desta variável foram preferidos pelos cavalos. No atual trabalho a DIMS foi responsável por 19,5% da variação na preferência aos fenos de alfafa do tipo C (Tabela 9), sendo inferior aos resultados encontrados por Pain & Revell (2009), que trabalharam com cavalos consumindo fenos de alfafa, no qual a variável DIMS respondeu por 40% da variação na preferência.

**Tabela 9.** Equações para predizer a preferência do feno de alfafa oferecidos aos equinos em relação a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIMS) dos fenos. Os valores apresentados são referentes à equação (constante, coeficiente variável e  $r^2$ ) para preferência aos fenos padrões A (Pref. A), B (Pref. B), C (Pref. C) e média (Pref. Média)

	Coeficiente		
	Constante	DIMS	$r^2$
Pref.A	2,49	-0,07	
e.p.*	1,68	0,03	0,037
Valor de P	0,1399	0,0092	
Pref.B	-8,15	0,11	
e.p.	1,89	0,03	0,064
Valor de P	0,0000	0,0006	
Pref.C	-11,08	0,20	
e.p.	1,85	0,03	0,195
Valor de P	0,0000	0,0000	
Pref. Média	-5,58	0,08	
e.p.	1,27	0,02	0,026
Valor de P	0,0000	0,0002	

\*e.p. = erro padrão

O valor médio da DIMS aos fenos de alfafa foi de 59,94%, (Tabela 2), similar ao encontrado na literatura de 58,4% para mesma forragem (FLINN et al., 2005, EDOUARD et al., 2008). Esta observação permite inferir que a metodologia *in vitro*, do atual estudo, determinou de forma satisfatória a digestibilidade da matéria seca para equinos. A literatura tem indicado a DIMS como melhor preditor de preferência aos fenos de leguminosa (PAIN & REVELL, 2009). Tal recomendação não surpreende devido à associação desta variável com os componentes estruturais da planta, com impacto direto sobre o parâmetro morfológico e químico da mesma, como espessura de caule e FDA, respectivamente (Tabela 2). Além de que, estas variáveis apresentaram efeitos significativos sobre a preferência aos fenos de alfafa pelos cavalos (Tabelas 6 e 8). Ainda, a grande variabilidade nas características avaliadas entre os fenos de alfafa dos tipos A, B e C, selecionados para a presente pesquisa, possibilitou expressar de melhor maneira as respostas de preferência para equinos, podendo viabilizar o uso da DIMS em modelo de predição.

Os modelos de calibração do NIRS para predizer a preferência de fenos de alfafa pelos equinos a partir de características químicas estão apresentados na Tabela 10. Dentre os modelos avaliados, o que melhor determinou a predição de preferência aos fenos de alfafa pelos equinos foi o modelo 1. Assim, a utilização do espectro total (região visível e infravermelha) resultou nos valores de  $r^2$  em seu modelo de 0,51. Contudo, esta técnica proporcionou as melhores predições aos fenos de alfafa pelos equinos, em que os modelos responderam por 47 e 51% da variação na preferência (Tabela 10).

**Tabela 10.** Modelos de calibração (WinISI) utilizados para investigar o potencial de predição da preferência ao feno de alfafa pelos equinos, obtidos diretamente de espectros infravermelho e visível

Modelo de calibração( WinISI)	Variável Resposta	r <sup>2</sup>
Calibração do modelo 1 Espectro total: (259 comprimento de onda, 400-2498nm a 8nm de intervalo) 1,4,4,1 SNV e Detrend	Pref A <sup>1</sup>	0,50
	Pref B <sup>2</sup>	0,53
	Pref C <sup>3</sup>	0,49
	Pref média	0,51
Calibração do modelo 2 Somente espectro NIR: (173 comprimento de onda, 1100-2489nm a 8nm de intervalo) 1,4,4,1 SNV e Detrend	Pref A	0,45
	Pref B	0,52
	Pref C	0,43
	Pref média	0,47

<sup>1</sup> Preferência do equino quando oferecido em combinação ao feno padrão A (logaritmo da razão);

<sup>2</sup> Preferência do equino quando oferecido em combinação ao feno padrão B (logaritmo da razão);

<sup>3</sup> Preferência do equino quando oferecido em combinação ao feno padrão C (logaritmo da razão);

<sup>4</sup> Médias de preferências entre os fenos padrões A, B e C (logaritmo da razão).

A espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal é utilizada em várias áreas da ciência, como na análise química. A calibração do equipamento é feita por meio da criação de um modelo matemático, que permite a descrição da composição química da amostra. Neste sentido, Pires & Prates (1998), verificaram os melhores coeficientes de determinação para predição de nutrientes da alfafa aos parâmetros PB, FDN e FDA, com r<sup>2</sup> de 0,96, 0,95 e 0,96, respectivamente. Diferentemente, na atual pesquisa se verificou moderados valores para r<sup>2</sup> em predizer a preferência aos fenos de alfafa para equinos (Tabela 10). Isto foi devido a menor precisão da técnica NIRS em predizer a preferência, por existir uma complexidade muito grande envolvida no processo de escolha pelos cavalos. A preferência depende de fatores químicos, morfológicos e microbiológicos presentes na alfafa e, principalmente, há grande interferência do fator biológico, ou seja, o cavalo.

A DIMS é uma característica biológica fonte de grande variação à calibração do NIRS, pois depende da capacidade mastigatória e digestiva dos cavalos. Desta forma, mais

pesquisas devem ser realizadas para aprimorar esta tecnologia na predição da preferência ao feno de alfafa pelos equinos, para se tornar em ferramenta relevante para esta espécie animal.

É notória, dentro da espécie equina, a presença de características individuais que afetam diretamente as respostas dos estudos científicos. De acordo com Edouard et al. (2008), é comum observar na experimentação com cavalos a individualidade e, ainda, em grande magnitude, que interfere fortemente os resultados. Provavelmente os baixos coeficientes de determinação aos modelos de predição avaliados, foram em função da individualidade dos animais. Contudo, estes dados possibilitaram identificar as variáveis que são importantes no processo de escolha, ou seja, na preferência aos fenos de alfafa pelos equinos, como movimento mastigatório, coloração, espessura de caule, contagem de fungos, fibra em detergente ácido e digestibilidade da matéria seca.

Dentre as variáveis significativas à preferência pelos cavalos, citadas acima, se elencou a FDA, DIMS e EC para compor modelo multivariado, objetivando aumentar o  $r^2$  da equação de predição de preferência da presente pesquisa. Desta forma, a preferência aos fenos de alfafa do tipo A (Pref. A) pelos equinos, foi predita pela equação:  $\text{Pref. A} = -98,19 + 1,61(\text{FDA}) + 1,53(\text{DIMS}) + 18,54(\text{EC}) - 0,03(\text{FDA} \times \text{DIMS}) - 0,02(\text{FDA} \times \text{EC}) - 0,28(\text{DIMS} \times \text{EC})$ ,  $r^2=0,31$ ,  $P = 0,0044$ . Contudo, quando não for possível adquirir fenos de alfafa de qualidade, como na época de seca e entressafra, a identificação de fardos com melhores valores de preferência deverá ser feita pelo uso da seguinte equação de predição:  $\text{Pref.} = 6,55 - 0,15(\text{FDA})$ ,  $r^2=0,20$ ,  $P < 0,0000$ . A aplicação desta equação de predição aos fenos de alfafa categorizados como inferiores, contribuirá em reduzir o índice de rejeição deste alimento, já que os fenos de alfafa do tipo C foram preteridos pelos cavalos (Tabela 4).

Vale salientar que, a inclusão da preferência na determinação da qualidade dos fenos, poderá agregar valor aos mesmos no momento da comercialização pelos produtores de feno. Ainda, a disponibilização no mercado de fenos selecionados pela preferência, poderá oferecer aos criadores de equinos opção de forragens que favoreçam o consumo pelos cavalos. Este fato torna-se relevante, pois em algumas fases da vida destes animais, eles têm que ser estimulados a consumir sua dieta, como nos períodos de envelhecimento e

convalescência e, principalmente, aos equinos que participam de modalidades equestres de alta *performance*.

### Conclusões

Os equinos demonstraram preferência aos fenos de alfafa, em que os principais preditores foram o movimento mastigatório, coloração, espessura de caule, contagem de fungos, fibra em detergente ácido e digestibilidade da matéria seca.

Para prever a preferência pelos cavalos aos fenos de alfafa de alta qualidade, se deve selecionar fardos com menores valores de espessura de caule e de fibra em detergente ácido, bem como apresentando elevados teores de digestibilidade da matéria seca.

A técnica da espectrofotometria de refletância no infravermelho proximal apresentou-se promissora na predição de preferência aos fenos de alfafa pelos equinos.

### Referências Bibliográficas

- BONIN, S.J.; CLAYTON, H.M.; LANOVAZ, J.L.; JOHNSTON, T. Comparison of mandibular motion in horses chewing hay and pellets. **Equine Veterinary Journal**, v. 39, p. 258-262, 2007.
- CANNAS, A.; MEREU, A.; DECANDIA, MOLLE, G.; et al. Role of sensorial perceptions in feed selection and intake by domestic herbivores. **Italian Journal of Animal Science**. v.8 (Suppl. 2), p. 243-251, 2009.
- COX, A. **The effects of dry matter digestibility (DMD) and water soluble carbohydrates (WSC) on the short and long term preference and intake of export quality oaten hay by horses**. 2004. 330f. Thesis - University of Adelaide, Adelaide.
- CRUZ, I.C.K.; SILVA, F.D.; CASTAGNARA, D.D., MACELAI, M.; BREMM, T.; SANTOS, F.R. Alterações no Valor Nutricional do Feno de Alfafa (*Medicago sativa*) Colhida em Diferentes Idades de Rebrotas. **In: Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**. v. 5, n. 2, 2013.
- DOMINGUES, J. L. Uso de volumosos conservados na alimentação de equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38 (supl. especial), p. 259-269, 2009.

- DULPHY, J.P.; MARTIN-ROSSET, W.; DUBROEUCQ, H.; JAILLER, M. Evaluation of voluntary intake of forage trough-fed to light. Comparison with sheep. Factors of variation and prediction. **Livestock Production Science**, v. 52, p. 97-104, 1997.
- EDOUARD, N.; FLEURANCE, G.; MARTIN-ROSSET, W.; DUNCAN, P.; DULPHY, J.P., GRANGE, S.; BAUMONT, R.; DUBROEUCQ, H.; PÉREZ-BARBERÍA, F.J.; GORDON, I.J. Voluntary intake and digestibility in horses: effect of forage with emphasis on individual variability. **The Animal Consortium**. v. 2:10, p. 1526-1533, 2008.
- EL SHAER, H.M.; OMED, H.M.; CHAMBERLAIN, A.G. Use of faecal organisms from sheep for the “in vitro” determination of digestibility. **Journal of Agriculture Science**, v.109, p.257-259, 1987.
- FISHER, D.S.; MAYLAND, H.F.; BURNS, J.C. Variation in ruminant’s preference for tall alfalfa hays cut at sunup and sundown. **Crop Science**, v. 42, p. 231-237, 2002.
- FLINN, P., KNOTT, S., CUMMINS, L. AND DALLEY, D. (2005). **Objective Measurement of Fodder quality Across animal Species**, RIRDC Publication No 05/088, RIRDC Project No DAV 187A. Rural Industries Research and Development Corporation, ACT, Australia.
- GIBBS, P. G. **Selection and use of hay and processed roughage in horse feeding**. Department of Animal Science. Texas A&M University, 2005, p.63.
- GOMES, C.S. **Azevém e aveia branca como fatores de influência no comportamento ingestivo de equinos**. 2004. 38f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UFPR, Curitiba.
- HORNE, C.W.; BOLEMAN, L.L.; COFFMAN, C.G.; DENTON, J.H.; LAWHORN, D.B.; THOMAS, W.B.; WAGNER JR., A.B.; WALLER, M.L.; VALCO, T.D.; WOELFEL, C.G. **Mycotoxins in feed and food-producing crops**. Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University System, College Station, Texas. 1991.
- KENNEY, P.A.; BLACK, J.L. Factors affecting diet selection by sheep. I Potential intake rate and acceptability of feed. **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 35, p. 551-563, 1984.
- KUGLER, J. Producing high quality orchardgrass and timothy hay. **In: Proceedings, National Alfalfa Symposium, 13-15, December, 2004.**

- LARSSON, K.; BENGTSSON, S. Determination of water soluble carbohydrates in plant material. **In:** Proceedings of the Eurobac Conference. Uppsala, Sweden. p. 385-391, 1983
- MCDOUGALL, E.I. Studies on ruminant saliva. I. Composition and output of sheep saliva. **Biochemistry Journal**, v.43, p.99-109, 1948.
- OLIVEIRA, K.; BITTAR, C.M.M.; COSTA, C.; OLIVEIRA, V.A.B., SÁ, J.C. Fezes equinas como fonte de inoculo na obtenção de indicadores indigestíveis para estimar a digestibilidade em equinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.**, v. 13, p. 410-423, 2012.
- PAIN, S.; REVELL, D. **Identifying predictors of preference between hays**. Rural Industries Research and Development Corporation. 107 p. 2009.
- PIRES, F.F.; PRATES, E.R. Uso da Técnica da Espectrofotometria de Refletância no Infravermelho Proximal (NIRS) na Predição da Composição Química da Alfafa (*Medicago sativa*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.6, p.1076-1081, 1998.
- RADUNZ, E. **A estrutura de gramíneas do gênero *Cynodon* e o comportamento ingestivo de equinos**. 2005. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias ) – UFPR, Curitiba.
- RODGERS, A.R. Evaluating preferences in laboratory studies of diet selection. **Canadian Journal of Zoology**. v. 68, p. 188-190, 1988.
- SANTOS, V.P.; NUSSIO, C.M.B.; FERREIRA, L.S.; ALVES, C.C.; CAMPOS, F.P. Utilização da técnica de espectroscopia de refletância no infravermelho próximo (NIRS) para a predição da composição química de concentrados e volumosos. In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP – SIICUSP, 12., 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Simpósio Internacional de Iniciação Científica da USP – SIICUSP/ Gmosis, [2004]. (CD-Rom).
- SEALE, D.R.; PAHLOW, G.; SPOELSTRA, S.F. Methods for the microbiological analysis of silage. **In:** Proceedings of the Eurobac Conference. Uppsala, Sweden, 1986. p. 147-164.
- SHINGU, Y.; KONDO, S.; HATA, H.; et al. Digestibility and number of bites and chews on hay at fixed level in Hokkaido native horses and light half-bred horses. **Journal Equine Science**. v. 12, p. 145-147, 2001.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2006, 235p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS user's: guide statistics**. Cary: 2000. 211p.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**. v. 74, p. 3583-3597, 1991.

VINCENT, J.F.V. Fracture properties of plants. **Advances in Botanical Research**. v.17, p. 235-287, 1990.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. FERREIRA, D.J.; CECON, P.R. Hábito de pastejo de equinos em pastagens tropicais de diferentes estruturas. **Arquivo de Ciência Veterinária Zoologia UNIPAR**, Umuarama, v. 9, n. 1, p. 83-89, 2006.

## **CAPÍTULO 3**

## IMPLICAÇÕES

A alfafa é a principal leguminosa utilizada na alimentação de equinos no Brasil, e é responsável por integrar grande parte do custo na nutrição dos mesmos. Avaliar a preferência dos cavalos em relação à um determinado feno é uma maneira de padronizá-lo, visando melhorar a qualidade de produção e comercialização.

Ao comprovar neste trabalho, variáveis que podem prever a preferência dos fenos para os equinos, sugere-se que mais estudos sejam realizados a fim de continuar a investigação de outras análises que expliquem a preferência com maior coeficiente de determinação. Como aumentar o número de repetições e de categorias de feno de alfafa, avaliar características olfativas por meio da análise de compostos voláteis, além de identificar os fungos e toxinas presentes nos fardos.

O NIRS é utilizado em várias áreas de estudos, com consideráveis coeficientes de determinação para predição de nutrientes. No entanto aprimorar a técnica para que, além de estimar os nutrientes, possa prever a preferência aos fenos de alfafa pelos cavalos, se tornará uma ferramenta de acentuada relevância para a seleção de fenos superiores aos equinos.

Esclarecer fatores que podem prever a preferência e, conseqüentemente, o melhor aproveitamento dessa forragem pelos cavalos é de grande utilidade para os criadores de cavalos, haras, e outros estabelecimentos equestres, assim como pode agregar valor aos fenos produzidos, auxiliando na comercialização dos fardos. Entretanto, deve-se realizar este tipo de estudo para cada região em que se encontram os animais e feno produzido, pois as equações podem variar para cada situação.