

ANÁLISE EXPLORATÓRIA DE VARIEDADES DE PALMA FORRAGEIRA POR MEIO DA ESPECTROSCOPIA NA REGIÃO DO INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS) E DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (PCA)¹

Antonio Marcos Ferreira Fernandes²; Carlos Mikael Mota³; Sueli Freitas dos Santos⁴; Francisca Erlane Brito Martins⁵; Marco Aurélio Delmondes Bomfim⁶

¹Dados da dissertação do primeiro autor, projeto financiado pela Embrapa; ^{2,3}Discentes do Curso de Pós-graduação em Zootecnia. Bolsistas da FUNCAP. Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA. E-mail: marcsfernandes90@yahoo.com.br, carlosmikaell@gmail.com; ⁴Zootecnista Pós-doutoranda. Bolsista CAPES. EMBRAPA Caprinos e Ovinos. E-mail: sfsantoszootecnia@gmail.com; ⁵Discente do Curso de Graduação em Zootecnia. Universidade Estadual Vale do Acaraú-UVA. E-mail: erlane_martins@outlook.com; ⁶Orientador. Pesquisador da Embrapa Caprinos e Ovinos. E-mail: marco.bomfim@embrapa.br.

Resumo

A palma (*Opuntia e Nopalea*) é uma cactácea de multiuso, podendo ser explorada como frutífera, hortaliça, ornamental, medicinal e forrageira. Seu potencial forrageiro despertou interesse dos produtores da região Nordeste do Brasil devido sua elevada adaptabilidade e, principalmente, elevado teor de água. O objetivo deste trabalho foi aplicar a espectroscopia NIRS e técnicas multivariadas para análise exploratória de diferentes variedades de palma forrageira, coletadas em diferentes épocas do ano e estados do Nordeste. Foram coletadas 338 amostras das variedades Doce ou Miúda, Gigante, Mão-de-moça ou Ipa-setânia e Orelha-de-elefante Mexicana, nos estados do Ceará, Paraíba e Pernambuco na época chuvosa e na época seca. As amostras frescas foram picadas e escaneadas em NIR Perten DA 7250. Os espectros foram corrigidos para o espalhamento usando a ferramenta de *Multiple Scatter Correction*(MSC). Para análise exploratória das amostras, foi aplicada a técnica multivariada de análise de componentes principais (PCA), categorizando os dados em função das variáveis estudadas (variedade, época do ano e procedência). Os dois primeiros componentes principais foram suficientes para explicar a variação dos dados, apresentando PC1 = 91% e PC2 = 7% da variação total para as variáveis: procedência, variedade e período. Não houve uma discriminação acentuada de grupos em relação à procedência, variedade ou época de coleta das amostras de palma forrageira, indicando que amostras apresentando diferenças com relação a estas variáveis podem ser analisadas por espectroscopia NIR como um único grupo.

Palavras chave: MSC, PCA, Espectros

Introdução

A palma (*Opuntia e Nopalea*) é uma cactácea de multiuso, podendo ser explorada como frutífera, hortaliça, ornamental, medicinal e forrageira. Segundo Pessoa (1967), inicialmente a palma foi cultivada no Brasil com o objetivo de hospedar um inseto, chamado cochonilha do carmim (*Dactylopiuscoccus*), produtor de um corante vermelho (Carmim). O seu potencial forrageiro foi descoberto por acaso devido ao insucesso da produção do corante no Brasil. A partir deste momento, começou a despertar o interesse dos produtores que passaram a cultivar a espécie para uso na alimentação animal.

A palma forrageira (*O. ficus-indica e N. cochenillifera*) apresenta-se como importante fonte alimentar para os rebanhos em regiões áridas e semiáridas no mundo, principalmente pela sua elevada tolerância ao déficit hídrico (SANTOS et al., 2005), além de boa aceitabilidade pelos animais e elevada produção de biomassa (SILVA e SANTOS, 2007). O seu elevado teor de água, que representa em média 90% do volume total, juntamente com as características citadas anteriormente, justifica sua grande utilização pelos produtores da região Nordeste do Brasil, onde se estima existir atualmente uma área de aproximadamente 500 mil hectares cultivados com palma (LIRA et al., 2005), contribuindo para o Brasil ser considerado como o país de maior área cultivada dessa forrageira do mundo (FLORES VALDEZ & GALLEGOS VASQUEZ, 1993).

O uso racional da palma forrageira na alimentação animal depende de sua análise da composição bromatológica que é onerosa e demorada. Uma alternativa é a utilização da espectroscopia NIR, como uma tecnologia limpa, pois não faz uso reagentes, não gera resíduos, é rápida, não destrutiva e de baixo custo.

Entretanto, existem hoje diversas variedades e clones de palma forrageira para uso na alimentação animal e sua composição pode variar em função de sua morfologia, produtividade (FONSECA & MARTUSCELLO, 2010) e também da época do ano. Portanto, é importante estudar se estes fatores devem ser levados em consideração no desenvolvimento de modelos NIR para prever a composição bromatológica da palma forrageira.

O objetivo deste trabalho foi aplicar a espectroscopia NIRS e técnicas multivariadas para análise exploratória de diferentes variedades de palma forrageira, coletadas em diferentes épocas e estados para avaliar se estes fatores devem ser levados em consideração no desenvolvimento de modelos NIR.

Metodologia

O estudo foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal do Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos e Ovinos da Embrapa, situado na Fazenda Três Lagoas (latitude 3° 42'S, longitude 40° 21'O), em Sobral, Ceará.

Amostras de quatro variedades de palma forrageira foram utilizadas para este trabalho foram coletadas nos estados do Ceará, Paraíba e Pernambuco em duas épocas distintas, outubro de 2013 (estação seca) e junho de 2014 (estação chuvosa).

As variedades de palma forrageira utilizadas neste estudo foram Orelha-de-elefante Mexicana (n=161), Miúda ou Doce (n=59), Mão-de-moça ou Ipa-Sertânea (n=58) e Gigante (n=60), das quais foram retiradas sub-amostras representativas de cada cladódio e picadas a, aproximadamente, um cm². As amostras tiveram seus espectros de reflectância coletados com auxílio de um espectrômetro NIR Perten DA 7250, na região de 950 a 1650 nm com resolução de cinco nm.

Os espectros originais foram submetidos ao pré-tratamento matemático de correlação multiplicativa de sinal (*Multiple Scatter Correction* – MSC), para minimizar os efeitos de espalhamento da luz. Uma técnica multivariada de reconhecimento padrão não supervisionada (Análise de Componentes Principais – PCA) foi aplicada para a análise exploratória das amostras, a fim estabelecer classes ou categorias. As análises quimiométricas foram realizadas com auxílio do software *The Unscrambler*[®] versão 10.2 (CamoInc).

Resultados e Discussão

Os espectros das quatro variedades de palma forrageira *in natura* foram obtidos entre os comprimentos de onda de 950 a 1650 nm como pode ser observado na Fig. 1 (A). Nota-se que a variação espectral das amostras seguiu variações sistêmicas nos espectros de reflectância o que pode dificultar a discriminação de propriedades importantes entre as amostras estudadas. Assim, um pré-tratamento para os espectros foi realizado para facilitar as análises dos grupos estudados (Fig.1 B).

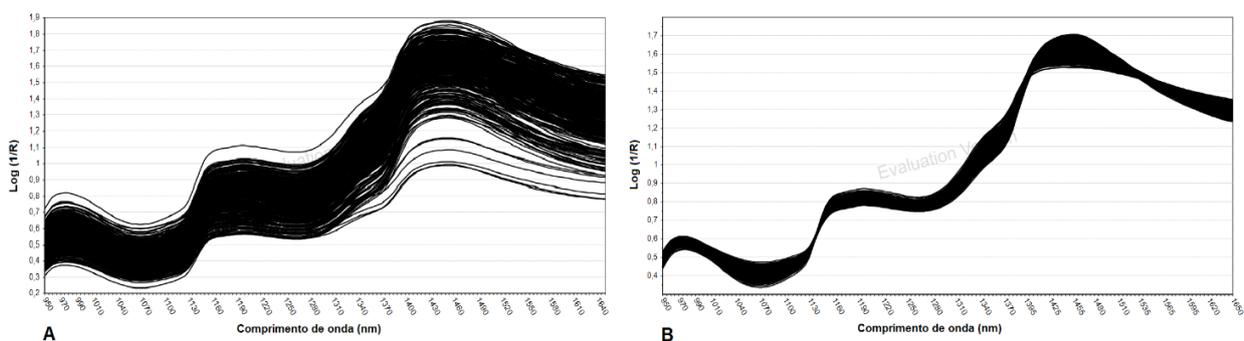


Fig. 1 – Espectros brutos de 338 amostra de palma forrageira na região de 950 a 1650 nm (A) e espectros pré-processados usando *Multiple Scatter Correction* – MSC (B).

A aplicação da ferramenta MSC é realizada usualmente em dados espectrais com o objetivo de corrigir efeitos de espalhamento da radiação centrando e escalonando cada espectro

individualmente. A aplicação prática dessa técnica é muito recorrente em espectros de reflectância difusa em que o tamanho de partícula e efeitos multiplicativos de sinais estão presentes (CHEN et al., 2012).

A técnica de reconhecimento padrão Análise de Componentes Principais (PCA) foi realizada nos espectros pré-tratados com MSC para revelar agrupamentos de amostras. Na Fig. 2 (A) pode ser observado os escores para PC 1 (91% da variância explicada) *versus* PC 2 (7% da variância explicada) que não houve uma discriminação acentuada de grupos em relação a procedência das amostras. Essa ocorrência de sobreposição entre as classes analisadas (procedência) indica a grande similaridade entre as amostras, independentemente do local (estado) onde foram coletadas. O mesmo padrão de semelhança pode ser observado na PCA onde as amostras foram agrupadas de acordo com a variedade de palma forrageira (Fig. 2 B) e com o período em que foram coletadas (Fig.2 C).

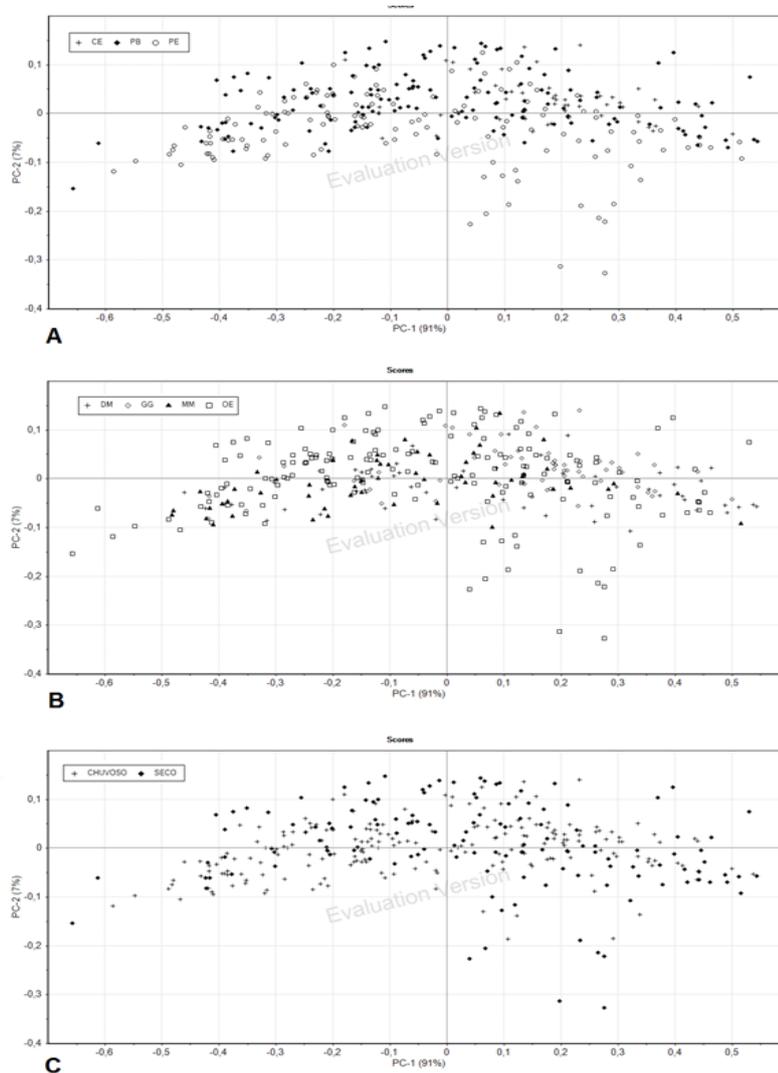


Fig. 2 - Gráficos dos escores de PC1 (91%) *versus* PC2 (7%) das amostras de palma forrageira coletadas em diferentes estados (A): Ceará (CE), Paraíba (PB) e Pernambuco (PE), de quatro

variedades (B): Doce ou Miúda – DM, Gigante – GG, Mão-de-moça ou Ipa-Sertânea – MM e Orelha-de-elefante Mexicana – OE e em dois períodos (C): Chuvoso e Seco.

Os resultados mostram que o comportamento para análise de PCA da palma forrageira foi semelhante, independente de sua procedência, variedade ou período do ano, não sendo possível agrupamentos distintos e definidos de amostras.

Considerações Finais

Amostras de palma forrageira das quatro variedades estudadas podem ser agrupadas para desenvolvimento de modelos NIR destinadas à análise rápida e barata de composição bromatológica, independente de sua procedência, variedade ou época do ano.

Referências Bibliográficas

- CHEN, Y.; XIE, M.; ZHANG, H. et al. Quantification of total polysaccharides and triterpenoids in *Ganoderma lucidum* and *Ganoderma atrium* by near infrared spectroscopy and chemometrics. **Food chemistry**, v.135, p. 268-275, 2012.
- FLORES VALDEZ, C. A.; GALLEGOS VASQUEZ, C. **Situacion y perspectivas dela produccion de tuna en la region centro-norte de Mexico**. Chapingo: Universidad Autonoma - CIESTAAM, 1993.
- FONSECA, D.M.; MARTUSCELLO, J.A. **Plantas Forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010. v. 1. 537 p.
- LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; CUNHA, M.V. et al. Utilização da palma forrageira na pecuária leiteira do semiárido. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica, Recife, vol. 2, p.107-120, 2005.
- PESSOA, A.S. **Cultura da palma forrageira**. Recife: SUDENE. Divisão de Documentação, 1967. 98p. (SUDENE. Agricultura, 5).
- SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; DIAS, F.M. Melhoramento genético da palma forrageira. In: MENEZES, R.S.C; SIMÕES, D.A. SAMPAIO, E.V.S.B. (Eds.). **A palma no Nordeste do Brasil, conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. 1. ed. Universitária: UFPE. 2005. p. 27-42.
- SILVA, C.C.F.; SANTOS, L.S. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista electrónica de Veterinaria**. V.8. 2007.