

**Composição Química e Perfil de Ácidos  
Graxos de Cultivares de Palma Forrageira  
em Comparação a Outros Alimentos  
Utilizados na Dieta de Ruminantes**



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

**BOLETIM DE PESQUISA  
E DESENVOLVIMENTO  
35**

**Composição Química e Perfil de Ácidos  
Graxos de Cultivares de Palma Forrageira  
em Comparação a Outros Alimentos  
Utilizados na Dieta de Ruminantes**

*Rosemar Antoniassi  
Allan Eduardo Wilhelm  
Sidinea Cordeiro de Freitas  
Tania Santos Silva  
Manuela Cristina Pessanha de Araujo Santiago  
Carlos Wanderlei Piler de Carvalho  
Marcelo de Andrade Ferreira  
Fernando César Ferraz Lopes  
Djalma Cordeiro dos Santos  
Marco Antônio Sundfeld da Gama*

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**  
Rio de Janeiro, RJ  
2020

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Agroindústria de Alimentos**  
Avenida das Americas, 29501, Guaratiba  
CEP: 23020-470, Rio de Janeiro, RJ  
Fone: +55 (21) 3622-9600  
Fax: +55 (21) 3622-9713  
www.embrapa.br/agroindustria-de-alimentos  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações  
da Unidade Responsável

Presidente  
*Esdras Sundfeld*

Secretária-executiva  
*Virginia Martins da Matta*

Membros  
*André Luis do Nascimento Gomes, Celma  
Rivanda Machado de Araujo, Daniela De Grandi  
Castro Freitas de Sá, Elizabete Alves de Almeida  
Soares, Janice Ribeiro Lima, Janine Passos Lima  
da Silva, Leda Maria Fortes Gottschalk, Marcos  
de Oliveira Moulin, Melicia Cintia Galdeano,  
Otniel Freitas Silva e Rogério Germani*

Supervisão editorial  
*Otniel Freitas-Silva*

Revisão de texto  
*Marianna Ramos dos Anjos*

Normalização bibliográfica  
*Elizabete Alves de Almeida Soares*

Projeto gráfico da coleção  
*Carlos Eduardo Felice Barbeiro*

Editoração eletrônica  
*André Luis do Nascimento Gomes*

Foto da capa  
*Marcelo de Andrade Ferreira*

**1ª edição**  
Publicação digitalizada (2020)

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,  
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Agroindústria de Alimentos

---

Composição química e perfil de ácidos graxos de cultivares de palma forrageira em  
comparação a outros alimentos utilizados na dieta de ruminantes. / Rosemar  
Antoniassi... [et al.]. – Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos,  
2020.

19 p. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agroindústria de  
Alimentos, ISSN 0101-630X; 35).

1. Açúcares. 2. Amido. 3. Fibras. 4. Nopalea, Opuntia. 5. Pectina. I. Antoniassi,  
Rosemar. II. Wilhelm, Allan Eduardo. III. Freitas, Sidinea Cordeiro de. IV. Silva, Tania  
Santos. V. Santiago, Manuela Cristina Pessanha de Araujo. VI. Carvalho, Carlos  
Wanderley Piler de. VII. Ferreira, Marcelo de Andrade. VIII. Lopes, Fernando César  
Ferraz. IX. Santos, Djalma Cordeiro. X. Gama, Marco Antônio Sundfeld da. I. Série.  
CDD 584.9 (23. ed.)

---

## Sumário

---

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Resumo .....                 | 5  |
| Abstract .....               | 6  |
| Introdução.....              | 7  |
| Material e Métodos .....     | 8  |
| Resultados e Discussão ..... | 10 |
| Conclusões.....              | 18 |
| Referências .....            | 18 |

# Composição Química e Perfil de Ácidos Graxos de Cultivares de Palma Forrageira em Comparação a Outros Alimentos Utilizados na Dieta de Ruminantes

Rosemar Antoniassi<sup>1</sup>

Allan Eduardo Wilhelm<sup>2</sup>

Sidinea Cordeiro de Freitas<sup>3</sup>

Tania Santos Silva<sup>4</sup>

Manuela Cristina Pessanha de Araujo Santiago<sup>5</sup>

Carlos Wanderlei Piler de Carvalho<sup>6</sup>

Marcelo de Andrade Ferreira<sup>7</sup>

Fernando César Ferraz Lopes<sup>8</sup>

Djalma Cordeiro dos Santos<sup>9</sup>

Marco Antônio Sundfeld da Gama<sup>10</sup>

**Resumo** – A palma forrageira constitui importante recurso forrageiro para a produção animal no semiárido brasileiro. Além do elevado valor energético quando comparada a outras forragens, a palma supre boa parte das exigências de água dos animais. Resultados recentes do nosso grupo de pesquisa mostraram que a inclusão de palma orelha de elefante mexicana em uma dieta suplementada com óleo vegetal alterou positivamente os ácidos graxos do leite de vacas leiteiras, indicando uma nova e promissora aplicação para essa cultura. Algumas cultivares de palma forrageira utilizadas no Nordeste foram avaliadas quanto à composição química, perfil de ácidos graxos, teores de açúcares e de fibra alimentar, o que permitiu uma estimativa dos teores de amido e de pectina, e sua comparação com outros alimentos e coprodutos normalmente fornecidos para ruminantes. As variedades de palma forrageira apresentaram teores (base seca) de fibra alimentar de 35 a 43%, açúcares totais de 8,5 a 15,6%, enquanto os teores estimados de amido variaram de 28,0 a 40,5%. Foram observados elevados teores de ácido  $\alpha$ -linolênico de até 34% na cultivar orelha de elefante mexicana. Os resultados deste trabalho mostram a natureza química peculiar da palma forrageira e seu grande potencial para inclusão na alimentação de ruminantes.

**Termos para indexação:** açúcares, amido, fibras, *Nopalea*, *Opuntia*, pectina.

<sup>1</sup> Engenheira de alimentos, Doutora em Engenharia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>2</sup> Farmacêutico-Bioquímico, Mestre em Ciência de Alimentos, analista da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Engenheira química, Doutora em Ciência de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>4</sup> Engenheira química, Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, analista da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>5</sup> Engenheira química, Doutora em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos, analista da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>6</sup> Engenheiro agrônomo, Doutor em Ciência dos Alimentos, pesquisador da Embrapa Agroindústria de alimentos, Rio de Janeiro, RJ.

<sup>7</sup> Engenheiro agrônomo, Doutor em Zootecnia, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE.

<sup>8</sup> Engenheiro agrônomo, Doutor em Ciência Animal, analista da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

<sup>9</sup> Engenheiro agrônomo, Mestre em Melhoramento Vegetal, pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco, Arcos, PE.

<sup>10</sup> Zootecnista, Doutor em Produção Animal e Pastagens, pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

## CHEMICAL COMPOSITION AND FATTY ACID PROFILE OF CULTIVARS OF FORAGE CACTUS AS COMPARED TO OTHER FEEDS USED IN RUMINANT DIETS

**Abstract** – Forage cactus is an important source of fodder for animal production in the semiarid region. In addition to its high energy value when compared to other forages, cactus intake can meet a substantial part of water requirements of livestock. Recent results of our research group showed that including cactus (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw) cladodes in an oil-supplemented diet altered positively the milk fatty acid profile of dairy cows, indicating a promising use for cactus. Cladodes of some cactus cultivars commonly used in the Northeast region of Brazil were evaluated for chemical composition, fatty acids, sugars and dietary fiber which allowed us to estimate starch and pectin contents of cladodes and its comparison with other feeds usually fed to ruminant animals. Contents (on a dry matter basis) of dietary fiber and total sugars varied from 35 to 43% and from 8.5 to 15.6%, respectively, while estimated contents of starch varied from 28.0 to 40.5% among the cactus cultivars. The highest content of  $\alpha$ -linolenic acid was observed in the “Orelha de elefante Mexicana” cultivar (34 g/100g of total fatty acids). The results of this study showed the singular chemical nature of cactus cladodes and their great potential for inclusion in ruminant diets.

**Index terms:** sugar, starch, fiber, Nopalea, Opuntia, pectin.

## Introdução

---

A família Cactaceae possui ao redor de 1.500 espécies de cactos distribuídas nas regiões áridas e semiáridas do continente americano (Guerrero et al., 2019). Diversos estudos sobre a espécie *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. reportam que não só os frutos mas também as flores e os cladódios são fontes de compostos bioativos (principalmente fenólicos), que apresentam atividade antioxidante, anti-inflamatória, hipoglicêmica e propriedades neuroprotetoras, além de serem fonte de aditivos para alimentos como fibras, pigmentos e antioxidantes (El-Mostafa et al., 2014; Slimen et al., 2016).

A palma forrageira, em virtude das suas características adaptativas, constitui importante fonte de nutrientes e de água para a produção de leite e carne de ruminantes na região semiárida brasileira e em outras regiões áridas do planeta. Trata-se de um insumo de custo inferior ao de outros alimentos comumente utilizados no semiárido, sendo que algumas cultivares não apresentam espinhos, o que facilita o manejo e sua utilização na dieta de ruminantes durante períodos de estiagem prolongada, típicos da região (Ferreira et al., 2012; Sá et al., 2018). Além disso, resultados inéditos de um estudo com vacas leiteiras conduzido pelo nosso grupo de pesquisa (Gama et al., 2020) mostrou que a inclusão de palma orelha de elefante mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) em dieta suplementada com níveis moderados de óleo de soja (2,7% da matéria seca) aumentou expressivamente os teores dos ácidos vacênico (C18:1 *trans*-11), linoleico (C18:2 *n*-6) e rumênico (CLA *cis*-9, *trans*-11) na gordura do leite, elevando seu valor nutracêutico, uma vez que esses ácidos graxos apresentam propriedades benéficas à saúde. Esses achados indicam, portanto, uma nova e promissora aplicação da palma forrageira no que se refere à obtenção de leite e produtos lácteos nutricionalmente superiores e, portanto, com maior valor agregado. As principais espécies de palma forrageira utilizadas na alimentação animal no semiárido brasileiro são as seguintes: *O. ficus-indica* Mill (palma gigante), *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck (palma miúda ou doce e palma baiana) e *O. stricta* (Haw.) Haw. (palma orelha de elefante mexicana), sendo as duas últimas espécies resistentes à cochonilha do carmim. Estima-se que 600.000 hectares de palma sejam cultivados no Nordeste brasileiro (Sá et al., 2018), sendo que essa cultura tem mais recentemente se expandido para outras regiões, como o norte de Minas Gerais.

Embora diversos trabalhos tenham reportado os principais componentes químicos das variedades de palma forrageira comumente utilizadas no Brasil, poucos estudos têm se dedicado à determinação ou estimativa de outros componentes de importância na formulação de dietas de ruminantes, como açúcares, amido, pectina e perfil de ácidos graxos. Há expectativa que estes compostos possam alterar positivamente o valor nutricional do leite e da carne, mas para isso é preciso conhecer a composição e avaliar sua influência na qualidade destes produtos.

Neste trabalho, três cultivares de palma forrageira comumente utilizadas no Brasil foram analisadas quanto à composição de macronutrientes e perfil de ácidos graxos, e os resultados comparados aos valores observados em outros ingredientes (volumosos e concentrados convencionais ou alimentos alternativos) utilizados na alimentação de ruminantes no Brasil.

## Material e Métodos

---

### Material

Foram utilizadas amostras de cladódios (ou raquetes) de palma forrageira das espécies *O. stricta* (Haw.) Haw. (cultivar orelha de elefante mexicana) e *N. cochenillifera* (cultivares baiana e miúda), provenientes da estação experimental do IPA, localizada em Arcoverde, Pernambuco.

Também foram utilizadas amostras de quatro cultivares de capim-elefante (Napier, Cameroon, Roxo Botucatu e Pioneiro) provenientes do Campo Experimental José Henrique Bruschi, da Embrapa Gado de Leite, situado no município de Coronel Pacheco (MG).

Amostras de grão de soja tostado, gérmen de milho integral, silagem de sorgo, cana-de-açúcar picada e fruto de babaçu integral, utilizados em diferentes ensaios com vacas leiteiras, foram fornecidas pela Embrapa Gado de Leite.



## **Preparação dos materiais para análise**

As amostras de cladódios foram coletadas, secas em estufa de ventilação forçada ou liofilizadas (quando destinadas à análise do perfil de ácidos graxos) e moídas a 1 mm de granulometria. Foram avaliadas duas amostras da cultivar orelha de elefante mexicana, provenientes de dois experimentos conduzidos em anos distintos.

As variedades de capim elefante foram cortadas à mesma idade, liofilizadas e moídas a 1 mm de granulometria, e analisadas separadamente.

As amostras de grão de soja tostado, gérmen de milho integral, silagem de sorgo, cana-de-açúcar picada e fruto de babaçu integral foram liofilizadas e moídas a 1 mm de granulometria.

## **Métodos de análise**

A análise de fibra dietética total ou fibra alimentar foi realizada de acordo com o método AOAC 991.43 (AOAC, 2005). As análises de umidade, cinzas e de nitrogênio (método de Kjeldahl) foram realizadas de acordo com a AOAC (2005), sendo o teor de proteína bruta calculado utilizando-se o fator de conversão de 5,75 para fontes vegetais a partir do teor de nitrogênio (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado de acordo com Mertens (2002), utilizando alfa amilase estável ao calor sem sulfito de sódio e corrigido para cinzas residuais.

A análise de lipídios foi realizada de acordo com o método AOAC 996.06 (AOAC, 2005), sendo a metilação realizada de acordo com Hartman e Lago (1973) e Antoniassi et al. (2018). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por cromatografia gasosa em coluna capilar de sílica fundida de FFAP (25 m x 0,32 mm x 0,25  $\mu$ m). O teor de cada ácido graxo em relação ao peso da amostra foi calculado utilizando o peso do padrão interno (triundecanoína) e o teor de cada ácido graxo também foi expresso em relação ao total de ácidos graxos identificados. O teor de lipídios foi calculado utilizando-se fatores de conversão a partir do total de ácidos graxos.

A análise de glicose, frutose e sacarose foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) com detector de índice de refração. Os açúcares foram extraídos com água ultrapura e acetonitrila em banho ultrassônico por 20 minutos e o extrato foi filtrado. A análise por CLAE foi realizada utilizando coluna Zorbax TM Carbohydrate (30 cm x 4,6 mm, 5  $\mu$ m),

vazão de 1,0 mL/min de uma fase móvel de acetonitrila: água (75:25 v/v) em modo de eluição isocrático. A quantificação dos açúcares foi realizada por padronização externa.

O teor de amido foi estimado da seguinte forma: 100 - (proteína bruta + extrato etéreo + fibra alimentar + açúcares + cinzas) (FAO, 2012). A presença de amido foi confirmada pela visualização de grânulos de amido por microscopia ótica, conforme a metodologia e instrumentação descritas por Bernardo et al. (2018).

O teor de pectina foi estimado pela diferença entre o teor de fibra alimentar e o de fibra em detergente neutro.

## Resultados e Discussão

---

As cultivares de palma forrageira apresentaram teor de fibra dietética total variando de 35 a 43% em base seca (bs), valores superiores aos teores de FDN (26-28%) obtidos neste trabalho e a resultados de FDN observados para espécies de palma reportados por Ferreira et al. (2012) (16-35%), o que seria esperado em virtude das drásticas condições de hidrólise do método utilizado para determinação da FDN, que solubiliza a fração de fibra solúvel e até algumas frações de fibra insolúvel presentes na amostra (Tabela 1).

As fibras dos alimentos são misturas complexas e variáveis de celulose, hemicelulose, lignina e de fibras solúveis, como a pectina (Van Soest et al., 1991). As diferentes análises de fibra utilizadas determinam frações fibrosas diferentes em virtude dos tipos de reagentes e de método de hidrólise empregados. Em dietas de ruminantes, os métodos comumente empregados são o da fibra em detergente neutro (FDN) e o da fibra em detergente ácido (FDA), ao passo que na dieta de monogástricos utiliza-se o método de fibra bruta (FB) (Mertens, 2002, 2003). O método de fibra alimentar ou fibra dietética total (FDT) é a referência para análise do teor de fibra em estudos nutricionais com humanos, recuperando as frações de fibra solúvel e insolúvel. Neste método, o alimento sofre hidrólise enzimática da fração proteica e do amido, simulando a digestão no trato gastrointestinal humano (Jones, 2014).

**Tabela 1.** Composição química de cultivares de palma forrageira em comparação com a silagem de sorgo (g/100 g em base seca).

| Parâmetro                        | Cultivares de palma forrageira          |                                      |        |       | Silagem de sorgo |
|----------------------------------|---|--------------------------------------|--------|-------|------------------|
|                                  | Orelha de elefante mexicana (amostra 1) | Orelha elefante mexicana (amostra 2) | Baiana | Miúda |                  |
| Cinzas                           | 11,9                                    | 9,6                                  | 7,6    | 9,7   | 5,7              |
| Proteína <sup>1</sup>            | 4,4                                     | 4,5                                  | 3,1    | 4,3   | 7,9              |
| Lipídios                         | 1,6                                     | 0,5                                  | 0,3    | 0,3   | 1,1              |
| Fibra dietética total (FDT)      | 40,7                                    | 34,8                                 | 39,8   | 43,0  | 69,5             |
| Fibra em detergente neutro (FDN) | 25,7                                    | 28,1                                 | 27,3   | 26,5  | 58,6             |
| Frutose                          | 6,4                                     | 6,0                                  | 2,6    | 3,5   | nd               |
| Glicose                          | 4,5                                     | 7,4                                  | 3,2    | 3,9   | nd               |
| Sacarose                         | 2,3                                     | 2,1                                  | 2,8    | 2,4   | nd               |
| Açúcares totais <sup>2</sup>     | 13,3                                    | 15,6                                 | 8,5    | 9,7   | 0                |
| Amido (diferença) <sup>3</sup>   | 28,2                                    | 35,0                                 | 40,5   | 32,9  | 15,8             |
| Pectina <sup>4</sup>             | 15,0                                    | 6,7                                  | 12,5   | 16,5  | 10,9             |

<sup>1</sup> Teor de proteína calculado pelo fator de 5,75 para amostras vegetais (nitrogênio x 5,75).

<sup>2</sup> Açúcares totais = (frutose + glicose + sacarose).

<sup>3</sup> Amido = 100 - (proteína bruta + cinzas+ lipídios + FDT + açúcares totais).

<sup>4</sup> Pectina = (FDT-FDN).

**nd** - não detectado.

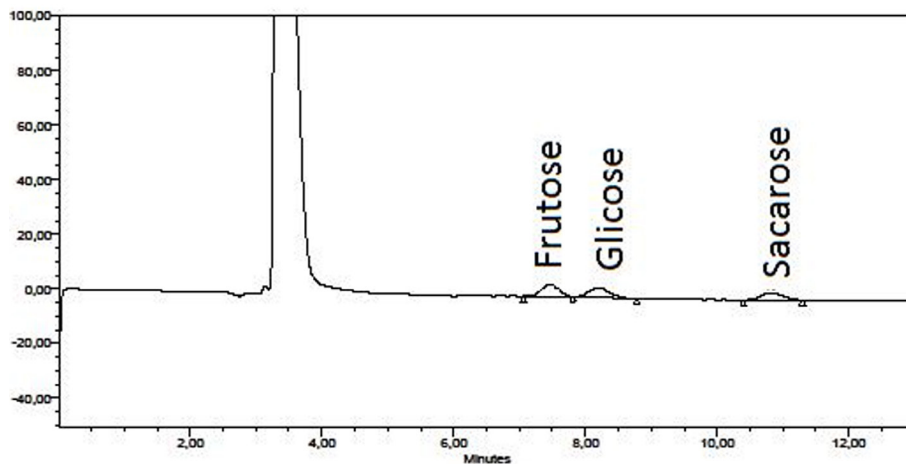
Embora o método da fibra alimentar não seja comumente utilizado na análise da dieta de ruminantes, o mesmo permite estimar o teor de amido nas amostras a partir dos resultados da composição centesimal e do teor de açúcares. Além disso, a fração de fibra solúvel pode ser estimada pela diferença entre FDT e FDN. Tal informação tem grande utilidade visto que as determinações de amido e de pectina são procedimentos complexos, demorados e sujeitos a diversos problemas analíticos.

Quanto aos açúcares, houve diferença entre as amostras quanto ao teor total, que variou de 8,5 a 15,6% (bs), sendo que os teores de glicose (3,2 - 7,4%) foram ligeiramente superiores aos de frutose (2,6 - 6,4%), exceto para a amostra 1 da cultivar orelha de elefante mexicana (Figura 1). O teor de sacarose variou pouco entre as amostras (2,1 - 2,8%). A presença de açúcares é uma característica importante, pois influencia positivamente a palatabilidade da palma e sua aceitação pelos animais.

A partir das análises realizadas estimou-se o teor de amido das amostras, que variou de 28 a 40,5% (bs), entre as cultivares de palma. O método de fibra dietética total corresponde à soma das frações de fibra solúvel e insolúvel, mas sabe-se que o amido resistente à hidrólise por amilase pode também ser incluído neste resultado (Jones, 2014). A partir desta determinação é possível estimar o teor de carboidratos totais por diferença dos demais macronutrientes dos alimentos, que seriam a soma de amido e açúcares.

Os grânulos de amido nas amostras de palma foram identificados pela imagem obtida por microscopia ótica, apresentada na Figura 2, confirmando a presença de amido nas cultivares avaliadas.

Além disso, a pectina ou fração de fibra solúvel pode ser estimada pela diferença entre os valores de fibra dietética total e de FDN, que recupera principalmente a fração de fibra insolúvel como celulose, hemicelulose e lignina. O teor de pectina foi estimado variando de 6,7 a 16,5% (bs). Embora se saiba que os métodos de análise de fibra estejam sujeitos a diferenças entre procedimentos analíticos (Fahey Jr. et al., 2019) e que a fração de fibra solúvel corresponde à soma de pectinas, galactanas e  $\beta$ -glucanas (Van Soest et al., 1991), considera-se razoável a estimativa do teor de pectina como realizado nesse estudo, visto que os métodos disponíveis para determinação de pectina também estão sujeitos a muitas fontes de erro. A pectina e a mucilagem são carboidratos estruturais complexos presentes em quantidades apreciáveis na palma forrageira.



**Figura 1.** Cromatograma da análise de açúcares por cromatografia líquida de amostra de palma orelha de elefante mexicana (amostra 1).



**Figura 2.** Microscopia ótica de grânulos de amido (400x), sob luz polarizada, de amostra de palma orelha de elefante mexicana (amostra 2).

O teor de proteína bruta variou de 3,1 a 4,5% (bs) enquanto que o teor de lipídios totais foi baixo, mas com grande variação entre as cultivares de palma (0,3 a 1,6% bs). Foi observado elevado teor de cinzas (7,6 - 11,9% bs), indicando que se trata de fonte de minerais.

A composição química da palma foi comparada à da silagem de sorgo, um alimento volumoso amplamente utilizado no semiárido nordestino. Observou-se que os teores de fibra alimentar (69,5%) e de FDN (58,6%) da silagem de sorgo foram muito superiores aos encontrados nas cultivares de palma forrageira avaliadas, ao passo que menores teores de amido (15,8%) foram observados na silagem de sorgo, o que pode ser atribuído à baixa proporção de grãos no material ensilado, que engloba folhas, partes da planta e grãos. Ressalta-se, ainda, que não foram detectados açúcares na silagem de sorgo.

Assim, a palma forrageira apresenta características de composição química peculiares, contendo elevada energia digestível em função do baixo teor de FDN e de quantidades apreciáveis de carboidratos não-fibrosos, como amido e pectina. Tais características permitem que a palma possa substituir integralmente ou parte dos concentrados convencionais de maior custo na dieta, dependendo do sistema de produção dos animais.

Quanto aos ácidos graxos, a palma forrageira foi comparada com outros volumosos como a cana-de-açúcar picada, capim-elefante, silagem de sorgo e outros ingredientes utilizados na alimentação de ruminantes como fonte de ácidos graxos, como grão de soja, gérmen de milho e fruto de babaçu.

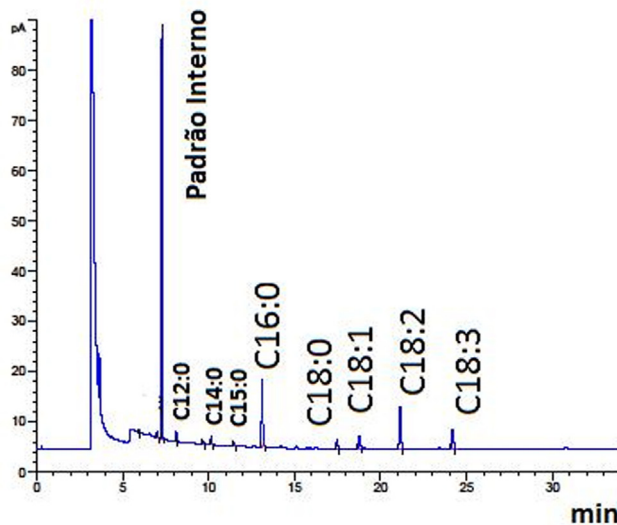
Foi observada variação entre as cultivares de palma quanto aos ácidos palmítico - C16:0 (24-50%), oleico - C18:1 cis-9 (3-10%), linoleico - C18:2 n-6 (15-31%) e  $\alpha$ -linolênico - C18:3 n-3 (0-34%) (Tabela 2, Figura 3). A maior diferença foi observada para a cultivar miúda, que apresentou 50% de ácido palmítico e 7% de ácido mirístico (C14:0), enquanto que o ácido  $\alpha$ -linolênico não foi detectado nesta amostra. O teor de C18:3 n-3 foi maior para as duas amostras da cultivar orelha de elefante mexicana (14 e 34%), seguido da cultivar baiana (5%), enquanto que para as mesmas cultivares o teor de C18:2 n-6 foi de 30, 31 e 23% respectivamente, e de 15% para a palma miúda. Diferenças observadas para as amostras orelha de elefante mexicana foram atribuídas à diferença de idade/maturidade entre os materiais avaliados.

**Tabela 2.** Composição em ácidos graxos dos lipídios presentes em cultivares da palma forrageira e de outros ingredientes utilizados na dieta de ruminantes (% de cada ácido graxo/ total de ácidos graxos).

| Ácidos graxos       | Cultivares de palma forrageira          |   |        |       | Silagem de sorgo | Fruto de babaçu integral | Cana-de-açúcar | Gérmen de milho | Cultivares de capim elefante | Grão de soja tostado |
|---------------------|---|---|--------|-------|------------------|--------------------------|----------------|-----------------|------------------------------|----------------------|
|                     | Orelha de elefante mexicana (amostra 1) | Orelha de elefante mexicana (amostra 2) | Baiana | Miúda |                  |                          |                |                 |                              |                      |
| C8:0                | nd                                      | nd                                      | nd     | nd    | nd               | 4,90                     | nd             | nd              | nd                           | nd                   |
| C10:0               | nd                                      | nd                                      | nd     | nd    | nd               | 5,54                     | nd             | nd              | nd                           | nd                   |
| C12:0               | 0,73                                    | 2,91                                    | 2,93   | 3,14  | 0,95             | 45,89                    | 3,09           | nd              | 0,4 - 1,7                    | 0,02                 |
| C14:0               | 1,04                                    | 3,46                                    | 6,08   | 7,28  | 0,90             | 14,63                    | nd             | 0,04            | 0,3 - 0,5                    | 0,07                 |
| C15:0               | 0,64                                    | 0,66                                    | 2,67   | 2,57  | 0,79             | nd                       | nd             | nd              | < 0,6                        | nd                   |
| C15:1               | 1,50                                    | nd                                      | nd     | nd    | nd               | nd                       | nd             | 0,00            | nd                           | nd                   |
| C16:0               | 24,22                                   | 34,62                                   | 39,01  | 50,09 | 27,69            | 8,77                     | 31,20          | 13,24           | 21,6 - 40,5                  | 11,44                |
| C16:1               | 0,94                                    | nd                                      | nd     | nd    | 2,35             | nd                       | nd             | 0,13            | <1,2                         | 0,90                 |
| C17:0               | 0,38                                    | 0,00                                    | 3,79   | 3,31  | 1,15             | nd                       | nd             | 0,08            | <0,5                         | 0,09                 |
| C18:0               | 3,73                                    | 5,79                                    | 7,25   | 8,49  | 6,73             | 3,83                     | 9,61           | 2,18            | 1,6 - 3,8                    | 3,40                 |
| C18:1 <i>cis</i> 9  | 3,12                                    | 7,51                                    | 9,83   | 10,34 | 8,82             | 13,42                    | 16,67          | 34,28           | 1,8 - 7,7                    | 22,14                |
| C18:1 <i>cis</i> 11 | nd                                      | nd                                      | nd     | nd    | 1,59             | nd                       | nd             | 0,60            | <0,5                         | 1,60                 |
| C18:2               | 29,95                                   | 30,90                                   | 23,41  | 14,79 | 18,57            | 2,71                     | 33,25          | 47,37           | 13,7 - 27,2                  | 53,22                |
| C20:0               | nd                                      | nd                                      | nd     | nd    | 2,09             | nd                       | nd             | 0,55            | <2,95                        | 0,31                 |
| C18:3               | 33,75                                   | 14,13                                   | 5,03   | 0,00  | 25,07            | 0,00                     | 6,19           | 0,90            | 21,6 - 54,9                  | 6,77                 |
| C20:1               | nd                                      | nd                                      | nd     | nd    | nd               | nd                       | nd             | 0,23            | <0,3                         | 0,20                 |
| C22:0               | nd                                      | nd                                      | nd     | nd    | 2,03             | nd                       | nd             | 0,17            | <2,7                         | 0,40                 |
| C24:0               | nd                                      | nd                                      | nd     | nd    | 3,25             | nd                       | nd             | 0,23            | 1,8 - 3,6                    | 0,16                 |
| Saturados           | 30,7                                    | 47,5                                    | 61,7   | 74,9  | 45,6             | 83,9                     | 43,9           | 16,5            | 28 -55                       | 15,9                 |
| Monoinsaturados     | 4,6                                     | 7,5                                     | 9,8    | 10,3  | 10,4             | 13,4                     | 16,7           | 34,9            | 3,3 - -8,8                   | 24,8                 |
| Polinsaturados      | 63,7                                    | 45,0                                    | 28,4   | 14,8  | 43,6             | 2,7                      | 39,4           | 48,8            | 40 - 69                      | 60                   |

Polinsaturados –soma de C18:2 e C18:3

nd - não detectado.



**Figura 3.** Cromatograma da análise de ácidos graxos por cromatografia gasosa de amostra de palma orelha de elefante mexicana (amostra 2).

O fornecimento de alimentos com maiores teores de C18:2 n-6 e C18:3 n-3 favorecem a síntese e secreção de ácido rumênico no leite, um ácido graxo bioativo com inúmeras propriedades benéficas à saúde (Chilliard et al., 2007). O enriquecimento da dieta de ruminantes com os ácidos graxos C18:2 n-6 e C18:3 n-3 normalmente se dá por meio da inclusão de grãos de oleaginosas (ex.: grão de soja, semente de linhaça) ou de óleos vegetais puros (Mourthé et al., 2015; Lopes et al., 2019). Outra forma eficaz e de menor custo para aumentar o consumo destes ácidos graxos pelos animais é a ingestão de forragens frescas de boa qualidade nutricional, seja por meio do pastejo ou via fornecimento de capim picado no cocho, como no caso do uso de capineiras (Elgersma, 2015). Além disso, estudo recente conduzido pelo nosso grupo de pesquisa (Gama et al. - no prelo) mostrou que a inclusão de palma forrageira (cultivar orelha de elefante mexicana) em dieta à base de silagem de sorgo suplementada com óleo de soja aumentou expressivamente os teores dos ácidos vacênico, rumênico e linoleico na gordura do leite de vacas sendo, portanto, uma nova e promissora estratégia nutricional para aumentar o valor potencialmente funcional do leite.



Comparando-se com outras fontes de ácidos graxos utilizadas nas dietas de vacas, observaram-se altos teores de C18:3 n-3 para os lipídios de cultivares de capim-elefante, variando de 22 a 55%, e de 25% para forragem de sorgo, e menores resultados para cana-de-açúcar e grão de soja (6 a 7%). A maior concentração de C18:2 n-6 foi observada para os lipídios do grão de soja (53%), gérmen de milho (47%), seguido de cana-de-açúcar (33%), de cultivares de capim-elefante (14 a 27%) e da silagem de sorgo (19%). A composição de ácidos graxos do fruto de babaçu integral deve-se aos lipídios da amêndoa de babaçu que apresenta ácidos graxos de cadeia média de C8:0 a C14:0, com predominância do ácido láurico (C12:0), cujo teor foi de 46%, seguido do ácido mirístico, que representou 15% dos ácidos graxos totais. Em geral, os ácidos graxos de cadeia média são encontrados nas fontes vegetais, nos chamados óleos láuricos presentes em amêndoas de babaçu, óleo de palmiste (óleo da amêndoa de *Elaeis guineensis*), óleo de coco, entre outros. No entanto, teores de ácido láurico variando de 0,4 a 3,1% foram observados para as cultivares de palma forrageira e de capim elefante, silagem de sorgo, e cana de açúcar picada, enquanto que teores de ácido mirístico de 0,9 a 7,3% foram encontrados na silagem de sorgo e nas cultivares de palma. Os ácidos graxos C15:0 e C15:1 são pouco comuns em fontes vegetais, sendo que o C15:0 foi encontrado nas cultivares de palma e de capim elefante e na silagem de sorgo, variando de 0,6 a 2,7%, enquanto que o C15:1 (1,5%) foi encontrado apenas na amostra 1 da palma orelha de elefante mexicana. A silagem de sorgo apresentou os ácidos graxos C20:0 (ácido araquídico), C22:0 (ácido behênico) e C24:0 (ácido lignocérico) em concentrações de 2,1, 2,0 e 3,3%, respectivamente, muito superiores às da maioria das fontes vegetais.

Os ingredientes de ração de vacas leiteiras avaliados se apresentam como fontes de ácidos graxos e de outros nutrientes que podem apresentar efeitos diferenciados na alimentação das vacas e na qualidade do seu leite, especialmente quanto à palma forrageira. Portanto, estas informações contribuem para a formulação de dietas de ruminantes que contenham esse importante recurso forrageiro.

## Conclusão

---

Os resultados apresentados neste trabalho demonstram a natureza química singular da palma forrageira e a sua importância como fonte de carboidratos não-fibrosos (pectina, açúcares e amido) para utilização na dieta de ruminantes, em substituição total ou parcial aos concentrados tradicionais, contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas de produção de leite e carne nas regiões semiáridas do Brasil.

## Referências

---

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, n. 251, 26 dez. 2003. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/legislacao-1/biblioteca-de-normas-vinhos-e-bebidas/resolucao-rdc-no-360-de-23-de-dezembro-de-2003.pdf>>. Acesso em: 06 ago. 2020.

ANTONIASSI, R.; WILHELM, A. E.; MACHADO, A. F. de F.; GUEDES, A. M. M.; BIZZO, H. R. **Otimização do Método Hartman e Lago de Preparação de Ésteres Metílicos de Ácidos Graxos**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018. 20 p. (Embrapa Agroindústria de Alimentos. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 26). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1105249/otimizacao-do-metodo-hartman-e-lago-de-preparacao-de-esteres-metilicos-de-acidos-graxos>>. Acesso em 06 ago. 2020.

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International**. 18th ed. Gaithersburg, MD, 2005. 1 v. Edited by William Horwitz. Chapter 41, p. 20-25.

BERNARDO, C. O.; ASCHERI, J. L. R.; CHÁVEZ, D. W. H.; CARVALHO, C. W. P. de. Ultrasound assisted extraction of yam (*Dioscorea bulbifera*) starch: effect on morphology and functional properties. **Starch/Stärke**, v. 70, n. 3/4, p. 1-10, March, 2018.

CHILLIARD, Y.; GLASSER, F.; FERLAY, A.; BERNARD, L.; ROUEL, J.; DOREAU, M. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 109, n. 8, p. 828-855, jul. 2007.

ELGERSMA, A. Grazing increases the unsaturated fatty acid concentration of milk from grass-fed cows: A review of the contributing factors, challenges and future perspectives. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 9, p. 1345-1369, set. 2015.

EL-MOSTAFA, K.; EL KHARRASSI, Y.; BADREDDINE, A.; ANDREOLETTI, P.; VAMECQ, J.; EL KEBBAJ, M. S.; LATRUFFE, N.; LIZARD, G.; NASSER, B.; CHERKAOUI-MALKI, M. Nopal cactus (*Opuntia ficus-indica*) as a source of bioactive compounds for nutrition, health and disease. **Molecules**, v. 19, n. 9, p. 14879-14901, set. 2014.

FAHEY JR., G. C.; NOVOTNY, L.; MERTENS, D. R. Critical factors in determining fiber content of feeds and foods and their ingredients. **Journal of AOAC International**, v. 102, n. 1, p. 52-62, jan. 2019.

FAO. INFOODS. **Guidelines for checking food composition data prior to the publication of a user table/database-Version 1.0**. Rome: FAO, 2012. 40 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/017/ap810e/ap810e.pdf>>. Acesso em 06 ago. 2020.

FERREIRA, M. de A.; BISPO, S. V.; ROCHA FILHO, R. R.; URBANO, S. A.; COSTA, C. T. F. The use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil. In: KONVALINA, P. (Ed.). **Organic farming and food production**. London: IntechOpen, 2012. Chapter 8, p. 169-189.

GAMA et al. (2020) Partial replacement of sorghum silage with *Opuntia stricta* [Haw.] Haw cladodes in a soybean oil supplemented diet has markedly increases *trans*-11 18:1, *cis*-9, *trans*-11 CLA and 18:2 n-6 concentrations in cow milk. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Aceito para publicação em 2020. No prelo.

GUERRERO, P.C.; MAJURE, L.C.; CORNEJO-ROMERO, A.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, T. Phylogenetic Relationships and Evolutionary Trends in the Cactus Family. *Journal of Heredity*, v. 110, n. 1, p. 4-21, 2019.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid determination of fatty acid methyl esters from lipids. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-476, 1973.

JONES, J. M. CODEX-aligned dietary fiber definitions help to bridge the 'fiber gap'. **Nutrition Journal**, v. 13, n. 1, Article number 34, abr. 2014.

LOPES, F. C. F.; RIBEIRO, C. G. S.; RODRIGUEZ, N. M.; GAMA, M. A. S. da; MORENZ, M. J. F.; ANTONIASSI, R.; BIZZO, H. R. Butter fatty acid composition as a function of soybean oil supplementation and time of milking, and performance of Holstein x Gyr cows fed with chopped elephant grass-based diets. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, n. 5, p. 2027-2044, set./out. 2019.

MERTENS, D. R. Challenges in measuring insoluble dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 12, p. 3233-3249, dez. 2003.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, out. 2002.

MOURTHÉ, M. H. F.; REIS, R. B.; GAMA, M. A. S.; BARROS, P. A. V.; ANTONIASSI, R.; BIZZO, H. R.; LOPES, F. C. F. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas Holandês x Gir em pastagem de capim-marandu suplementado com quantidades crescentes de grão de soja tostado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 4, p. 1150-1158, jul. 2015.

SÁ, W. C. C. dos S.; SANTOS, E. M.; OLIVEIRA, J. S. de; PERAZZO, A. F. Production of spineless cactus in brazilian semiarid. In: EDVAN, R. L.; BEZERRA, L. R. (Ed.). **New perspectives in forage crops**, London: IntechOpen, 2018. Chapter 2, p. 25-50.

SLIMEN, I. B.; NAJAR, T.; ABDERRABBA, M. *Opuntia ficus-indica* as a source of bioactive and nutritional phytochemicals. **Journal of Food and Nutrition Sciences**, v. 4, n. 6, p. 162-169, dez. 2016.

VAN SOEST, P. V.; 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, out. 1991.



---

*Agroindústria de Alimentos*