



## ESTUDO DO ENRIQUECIMENTO PROTEICO DA PALMA FORRAGEIRA DO SERTÃO PERNAMBUCANO COM FOCO PARA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

Sabrina de Freitas Santos<sup>1</sup>, Onilda Bernardo Vieira de Lima<sup>1</sup>, Mirna Pereira da Silva<sup>1</sup>, Beatriz Cavalcanti Amorim de Mélo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Graduados em Tecnologia em Alimentos – IF Sertão. E-mails: [sabrinaf23@hotmail.com](mailto:sabrinaf23@hotmail.com); [onildabvl@hotmail.com](mailto:onildabvl@hotmail.com); [miirnasilva@hotmail.com](mailto:miirnasilva@hotmail.com)

<sup>2</sup>Professora de Tecnologia em Alimentos – IF Sertão: [beatriz.amorim@ifsertao-pe.edu.br](mailto:beatriz.amorim@ifsertao-pe.edu.br)

**Resumo:** A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) é uma espécie nativa da vegetação da caatinga, onde suas raquetes podem constituir uma fonte alternativa de alimento para animais, pois oferece boa disponibilidade no período de seca, além de apresentar um bom coeficiente de digestibilidade da matéria seca e alta produtividade, podendo ser introduzida na alimentação de bovinos, caprinos, ovinos e avestruzes. Embora essa cactácea apresente características adaptáveis às condições adversas da região, por outro lado apresenta limitações em relação ao teor de proteínas e vitaminas, mostrando-se inferior às outras culturas forrageiras. Com o cultivo de microrganismos, como fungos, este vegetal pode aumentar seu valor nutricional, sendo acrescido de proteína microbiana, sais como fosfato, potássio e cálcio, além de vitaminas do complexo B, importantes fatores de crescimento dos animais. Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo estudar o enriquecimento proteico da Palma Forrageira do Sertão Pernambucano para ser utilizada na alimentação animal. O enriquecimento proteico da Palma Forrageira foi realizado através de fermentação semi-sólida com o microrganismo *Saccharomyces cerevisiae*. Para o desenvolvimento do enriquecimento proteico foi realizado um planejamento fatorial do tipo 2<sup>2</sup> com três repetições no ponto central, totalizando sete experimentos, sendo estes realizados aleatoriamente. As variáveis independentes do planejamento foram a concentração de uma fonte adicional de nitrogênio e a concentração de uma fonte adicional de carboidrato (glicose) e a variável dependente analisada foi o teor de proteínas totais contido na Palma enriquecida. Através do planejamento fatorial pode-se perceber que maiores percentuais de proteínas totais foram alcançados quando se utilizou adição de 1 % de fonte de nitrogênio e 1 % de fonte de glicose, sendo este percentual de 34,66 % após 4 horas de fermentação.

**Palavras-chave:** palma forrageira, enriquecimento proteico, *Saccharomyces cerevisiae*

### 1. INTRODUÇÃO

No Brasil a palma forrageira foi adotada, como uma das mais importantes bases de alimentação para bovinos por apresentar características morfofisiológicas que a tornam apropriada para regiões semi-áridas. Na região do Nordeste brasileiro, estima-se uma área plantada com palma forrageira em torno de 550.000 ha, destacando-se os estados de Pernambuco e Alagoas, estados estes que possuem a maior área cultivada com esta cactácea (TEIXEIRA *et al.*, 1999).

Apesar da importância socioeconômica da pecuária no semi-árido do Nordeste brasileiro, os sistemas produtivos de exploração animal apresentam baixos índices de produtividade, em função de vários fatores, principalmente a escassez de alimentos. Nessa região, os animais estão sujeitos a problemas alimentares por causa do longo período de estiagem, quando a pastagem nativa, sua principal fonte forrageira, apresenta baixa produtividade, diminuta capacidade de suporte e baixo valor nutritivo, que restringem a produção de carne e leite (ARAÚJO, 2004).

Na tentativa de superar tais problemas, os criadores recorrem ao uso de concentrados comerciais para suplementação proteica na dieta dos animais, o que onera substancialmente os custos de produção, tornando a atividade pecuária antieconômica. Os frequentes aumentos dos preços da suplementação proteica, utilizada na dieta dos animais, têm estimulado o interesse pelo aproveitamento de alimentos não convencionais na indústria de alimentação animal do Brasil. Dentre os produtos que podem substituir os suplementos proteicos, destacam-se os microrganismos, algas,



fungos filamentosos e leveduras, considerados fonte unicelular de elevado teor proteico, além de apresentarem rápido crescimento e possibilidade de cultivo em vários tipos de substratos (BUTOLLO, 2001).

Dos vegetais disponíveis na região que apresentam características favoráveis ao desenvolvimento desses microrganismos, destaca-se a palma forrageira. Embora a palma forrageira possua características adaptáveis às condições adversas da região, por outro lado apresenta limitações em relação ao teor de proteínas e vitaminas, mostrando-se inferior às outras culturas forrageiras. Com o cultivo de microrganismos como fungos, este vegetal pode aumentar seu valor nutricional, sendo acrescido de proteína microbiana, sais como fosfato, potássio e cálcio, além de vitaminas do complexo B, importantes fatores de crescimento para os animais (VILLAS BÔAS & ESPOSITO, 2000; ARAÚJO *et al.*, 2003).

Segundo SANTOS *et al.* (1990) e WANDERLEY *et al.* (2002), esta cactácea é um alimento succulento, rico em água e mucilagem, com significativos teores de minerais, principalmente cálcio, potássio e magnésio. Além disso, esta cactácea apresenta altos teores de carboidratos não fibrosos e elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca.

Devido a sua boa adaptação ao semi-árido nordestino, seu baixo custo e bom desempenho como forrageira, a palma é uma excelente alternativa para o cenário biogeográfico em questão. Esta espécie é uma boa solução para inúmeros problemas eco-sócio-ambientais em áreas extremamente afetadas com a falta d'água.

PERAZZO NETO (1999) relata que as proteínas desempenham papel importante no desenvolvimento animal e ainda afirma que a sua carência resulta em crescimento lento, perda do apetite, queda na produção de carne e leite e diminuição da fertilidade do animal.

Dentro desse contexto, este trabalho tem como objetivo estudar o processo de enriquecimento proteico da Palma Forrageira do Sertão Pernambucano com a levedura *Saccharomyces cerevisiae* com o intuito de utilizá-la na alimentação animal.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Matéria-prima

A palma Forrageira utilizada neste trabalho foi adquirida na zona rural da cidade de Petrolina/PE, no mês de Maio de 2010.

As raquetes da palma forrageira foram trituradas em processador doméstico, armazenadas em embalagens plásticas contendo aproximadamente 30 g e mantidas sobre refrigeração a -8 °C em congelador doméstico até o momento das análises e dos experimentos.

### 2.2 Enriquecimento Proteico

O enriquecimento proteico da Palma Forrageira foi realizado através de fermentação semi-sólida com a levedura comercial de pães, *Saccharomyces cerevisiae*, em reatores batelada de forma circular com raio de aproximadamente 13 cm tendo sido avaliado o teor de proteínas totais ao longo do processo fermentativo (0, 2, 4, 6, 8, 10, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 46, 48, 50, 52, 54, 56 e 58 horas de fermentação).

Para a realização do processo fermentativo, foi realizado um planejamento fatorial do tipo 2<sup>2</sup> com três repetições no ponto central, totalizando sete experimentos, como mostra a Tabela 1, sendo estes realizados aleatoriamente. As variáveis independentes deste trabalho foram a concentração de uma fonte adicional de nitrogênio (sulfato de amônio) e a concentração de uma fonte adicional de carboidrato (glicose), como mostra a Tabela 2, e a variável dependente foi o teor de proteínas totais contido na Palma enriquecida.



Tabela 1 - Planejamento fatorial do tipo 2<sup>2</sup> com três repetições no ponto central.

Experimentos	N (%)*	G (%)**
1	-1	-1
2	-1	+1
3	+1	-1
4	+1	+1
5	0	0
6	0	0
7	0	0

\* N (%) – Concentração de Fonte adicional de Nitrogênio;

\*\* G (%) – Concentração de Fonte adicional de Glicose.

Tabela 2 - Níveis das variáveis independentes do planejamento fatorial.

Variáveis	Nível (-1)	Ponto Central (0)	Nível (+1)
N (%)	0,30	0,60	1,00
G (%)	1,00	2,00	3,00

O teor de proteínas totais contido na Palma Forrageira durante o enriquecimento proteico foi determinado seguindo a metodologia descrita em BRASIL (2005), através do método de Micro Kjhedal, que determina o teor de nitrogênio que, por meio de um fator de conversão, é transformado no em proteínas totais.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta a matriz do planejamento fatorial com as variáveis de entrada (adição de fonte de nitrogênio (N) e adição de fonte de glicose (G)) e a variável dependente (proteínas totais (PT)).

Tabela 3 - Resultados do planejamento experimental.

Experimentos	N (%)	G (%)	PT (%)	Tempo de Fermentação (horas)
1	-1 (0,30 %)	-1 (1,00 %)	13,79	54
2	-1 (0,30 %)	+1 (3,00 %)	20,47	48
3	+1 (1,00 %)	-1 (1,00 %)	34,66	4
4	+1 (1,00 %)	+1 (3,00 %)	30,70	54
5	0 (0,60 %)	0 (2,00 %)	25,14	50
6	0 (0,60 %)	0 (2,00 %)	24,78	50
7	0 (0,60 %)	0 (2,00 %)	25,03	50

Com os dados do planejamento fatorial do tipo 2<sup>2</sup> com três repetições no ponto central para o enriquecimento da palma forrageira, foi feita uma regressão linear dos dados experimentais de proteínas totais para obter o modelo empírico codificado que mostra a relação das variáveis independentes (concentração da fonte de nitrogênio adicionada e concentração da fonte de glicose adicionada) sobre a variável dependente (proteínas totais) [Eq. 01], a um nível de 95 % de confiança.

$$PT(\%) = 24,94 + 7,77N + 0,68G - 2,66NG \quad [\text{Eq. 01}]$$

Onde, PT – Proteínas Totais;

N – Concentração de fonte de nitrogênio adicionada;

G – Concentração de fonte de glicose adicionada;

A Figura 1 apresenta o diagrama de pareto dos resultados obtidos com o planejamento fatorial.

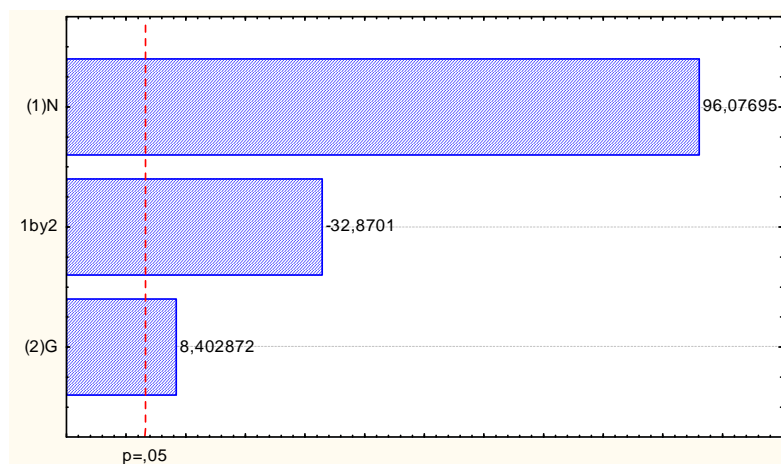


Figura 1 - Diagrama de Pareto do planejamento fatorial.

O diagrama de pareto do planejamento fatorial mostra que todos os parâmetros do modelo (concentração da fonte adicional de nitrogênio, concentração da fonte adicional de glicose e a interação entre esses parâmetros) foram estatisticamente significativos a um nível de 95 % de confiança.

A Figura 2 apresenta a superfície de resposta que mostra o comportamento do teor de proteínas totais contidos na palma forrageira após o enriquecimento proteico em função das variáveis independentes (adição de fonte de nitrogênio e de glicose).

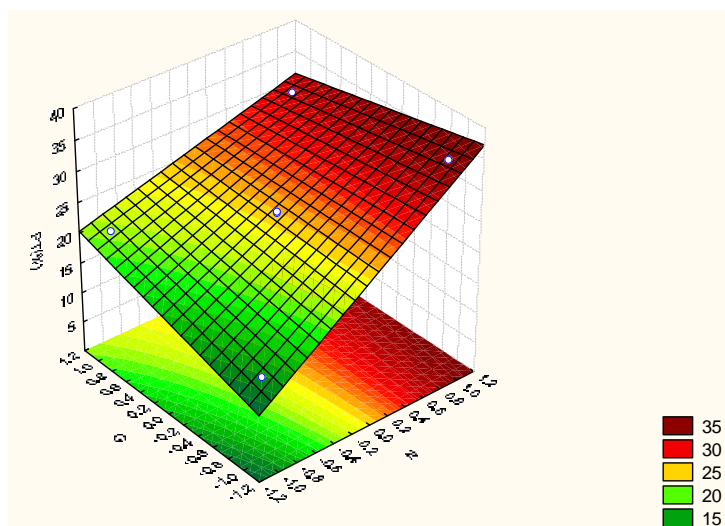


Figura 2 - Efeitos da concentração de fonte de nitrogênio e de glicose adicionadas sobre o teor de proteínas totais.

Analisando-se a superfície de resposta mostrada acima percebe-se que a adição de fonte de nitrogênio é a variável que apresenta maior influência sobre o teor de proteínas totais. Além disso, observa-se que fixando a concentração de nitrogênio acima do ponto central (0,60 %), para qualquer concentração de glicose, obtêm-se maiores teores de proteínas totais.

## 6. CONCLUSÕES

O enriquecimento proteico da palma forrageira do Sertão Pernambucano mostrou que o maior teor de proteínas totais obtido foi de 34,66 % após 4 horas de fermentação quando se adicionou 1,00 % de fonte de nitrogênio e 1,00 % de fonte de glicose.





Através do planejamento experimental percebeu-se que a adição de fonte de nitrogênio é a variável que apresenta maior influência sobre o teor de proteínas totais e que fixando a concentração de nitrogênio acima do ponto central (0,60 %), para qualquer concentração de glicose, obtém-se maiores teores de proteínas totais.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. F.; MEDEIROS, A. N.; PERAZZO NETO, A. **Protein Enrichment of Cactus Pear (*Opuntia ficus-indica* Mill) using *Saccharomyces cerevisiae* in solid-state fermentation.** Brás. Arch. Biol. Tecnol., v. 8, p. 161-168, 2003.

ARAÚJO, L. F. **Enriquecimento protéico do mandacaru sem espinhos *Cereus jamacaru* (P. DC) e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) por fermentação semi-sólida.** 2004. 195f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB.

BUTOLLO, J. E. **Uso da Biomassa de Levedura em Alimentação Animal: propriedades, custo relativo e outras formas de nutrientes.** In: ITAL. Instituto Tecnológico de Alimentos. Produção de Biomassa de Levedura: Utilização em Alimentação Animal. Workshop. Campinas – SP, p. 70-89, 1996.

CAMPOS, A. R. N.; DANTAS, J. P.; SILVA, F. L. H. **Enriquecimento protéico do Bagaço do Pedúnculo do caju (*Anarcadium occidentale*) por Fermentação Semi-sólida.** In: Simpósio Nacional de Fermentações (CD). Florianópolis, 2003.

EMBRAPA. **Tecnologias.** 2004. Disponível em: [www.cnpqc.embrapa.br/tecnologias/quersabermis/500p/P256.html](http://www.cnpqc.embrapa.br/tecnologias/quersabermis/500p/P256.html). Acesso em: 23 de Janeiro de 2004.

HOLANDA, J. S.; OLIVEIRA., A. J.; FERREIRA, A. C. **Enriquecimento protéico de pedúnculos de caju com emprego de leveduras, para Alimentação Animal.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, p.787-792, 1998.

PARK, S.; RAMIREZ, W. F. **Dynamics of foreign protein secretion from *Saccharomyces cerevisiae*.** Biotechnology and Bioengineering. New York, v. 33, p. 272, 1989.

PERAZZO NETO, A. **Determinação de parâmetros para o enriquecimento protéico da palma (*Opuntia ficus indica* Mill) e vagens de algaroba (*Prosopis juliflora*) com *Aspergillus niger*.** 1999. 130f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro.

RAGHAVARAO, K. S. M. S.; RANGANATHAN, T. V.; KARANTH, N. G. **Some engineering aspects of solid-state fermentation.** Biochemical Engineering Journal. v.13., p.127-135, 2003.

SANTIN, A. P. **Estudo da Secagem e da Inativação de Leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*).** Florianópolis-SC, Universidade Federal de Santa Catarina, 1996. (Dissertação de Mestrado).

SANTOS, M. V. F.; LIRA, M. A.; FARIAS, I. **Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus indica* Mill) e miúda (*Nopalia cochinillifera* Salm Dyck) na produção de leite.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 19, n. 6, p. 504-511, 1990.

TEIXEIRA, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; PERZ, J. R. O.; TRINDADE, I. A.; MORON, I. R. **Cinética da digestão ruminal da palma forrageira.** Ciência e Agrotecnologia. v. 23. n 1., p. 179-18, 1999.

VALDEZ, C. A., RIVERA, J.; ROGELIO A. **El nopal como forrage.** 2 ed. Universidad Autónoma Chapingo. 80p. p.12-66. 1989.

VILLAS BÔA, S. G.; ESPÓSITO, E. **Bioconversão do bagaço de maçã: enriquecimento nutricional utilizando fungos para produção de um alimento alternativo de alto valor agregado.** Revista de Biotecnologia, Brasília, v. 1, n. 14, p. 3, 2000.



WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B. **Palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mipp) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) na alimentação de vacas leiteiras.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.