

## BIOCONVERSÃO DA MANIÇOBA (*Manihot pseudoglaziovii*) ASSOCIADA A PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus indica* Mill)

Ayanne Basilio Malaquias <sup>1</sup>  
Gracimário Bezerra da Silva <sup>2</sup>  
Ana Regina Nascimento Campos <sup>3</sup>

### RESUMO

O uso de alimentos alternativos ofertado aos animais tem sido bastante utilizado nos períodos de estiagem na região semiárida do Brasil, no entanto, a maioria apresenta deficiências nutricionais em sua composição, sendo necessária sua aplicação associada a suplementos proteicos comerciais, o que agrega custo à atividade pecuária. Estudos vêm sendo realizados com a finalidade de enriquecer proteicamente diferentes substratos por fermentação semissólida com utilização de leveduras. Nessa perspectiva, a maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) e a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) se apresentam como alternativas viáveis encontradas pelos criadores como fonte de alimento para os seus rebanhos, podendo ser utilizada individualmente ou associando-se as duas forragens. Este trabalho teve como objetivo estudar a bioconversão mediante a fermentação semissólida da palma forrageira e da maniçoba, visando à produção de um suplemento proteico para ração animal. Utilizou-se biorreatores retangulares de plástico, nos quais foram colocados 1000 g do substrato (650 g de palma forrageira + 350 g de folhas de maniçoba), e adicionado diferentes quantidades de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) em cada um, correspondendo à 1, 5,5 e 10 % da massa inicial de substrato. As fermentações ocorreram em estufa de circulação de ar a 35 °C, sistema de batelada, sendo retirado amostras para determinação de teor de água, sólidos solúveis totais, pH, proteína bruta, nos tempos inicial e 24, 48 e 72 h de processo. Após 72 h de fermentação, a concentração de levedura que apresentou o maior aumento proteico foi de 10%. Nessas condições alcançou-se um valor de 11,9% de proteína bruta em base seca, sendo possível demonstrar a possibilidade de obtenção de um suplemento proteico para ser oferecido como ração animal.

**Palavras-chave:** Enriquecimento proteico, fermentação semissólida, levedura.

### INTRODUÇÃO

Em período de escassez de chuva é bastante comum no clima semiárido e tem como principais características temperaturas elevadas em uma boa parte do ano, chuvas irregulares e grande tempo de estiagem. Por conta dessa limitação, os pecuaristas procuram constantemente novas alternativas para alimentar seu rebanho, tendo em vista alimentos de fácil aquisição e

---

<sup>1</sup> Graduando do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG [ayanne.bm@gmail.com](mailto:ayanne.bm@gmail.com);

<sup>2</sup> Doutorando em Engenharia Química da Universidade Federal Campina Grande - UFCG, [eng.gracimario@hotmail.com](mailto:eng.gracimario@hotmail.com);

<sup>3</sup> Professora orientadora, Doutora, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, [ana.regina@professor.ufcg.edu.br](mailto:ana.regina@professor.ufcg.edu.br).

baixo custo. A maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) e a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) são alternativas de alimentação acessíveis para os animais encontrada pelos criadores, que poderão ser oferecidas separadas ou combinadas (BACKES et al., 2014, SILVA et al., 2014).

A maniçoba é uma planta nativa da caatinga, da família Euphorbiaceae, encontrada facilmente no semiárido nordestino. Normalmente, ela é heliófila, vegetando em áreas abertas e desenvolvendo-se na maioria dos solos, tanto calcários e bem drenados, como também naqueles pouco profundos e pedregosos. A maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) é uma planta tóxica quando verde, no entanto, produtora de um feno que pode ser utilizado na alimentação dos ruminantes (ARAÚJO et al., 2004; SILVA et al., 2007; CASTRO et al., 2007; FRANÇA et al., 2010).

A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) é um recurso alimentar de muita importância, pois é adaptada às condições edafoclimáticas da região semiárida brasileira, sendo utilizada na alimentação animal nos períodos de secas prolongadas. A composição química pode variar de acordo com a espécie, idade, época do ano e tratos culturais. É um alimento rico em carboidratos totais, no entanto, apresenta baixos teores de fibra e proteína bruta. Possui ainda alto teor de resíduo mineral, água e é rica em energia, aspectos que devem ser levados em consideração quando for utilizada na alimentação de bovinos (FERREIRA; PESSOA; BISPO, 2011 e FROTA et al., 2015). De acordo com Frota et al. (2015) devido ao elevado teor de água e baixo teor proteico, a palma deve ser fornecida em conjunto com outros alimentos.

Em busca por uma alimentação completa principalmente na parte proteica, visando uma dieta equilibrada para o animal, o estudo do enriquecimento nutricional de forragens já se mostrou acessível sendo uma alternativa para o pecuarista. O processo de enriquecimento proteico utilizando microrganismos pode ser realizado mediante fermentação semissólida. Segundo Silva (2015) a fermentação semissólida apresenta diversas vantagens quando comparada ao processo de fermentação submersa devido a seus aspectos físico-químicos, especialmente sua reduzida atividade de água, o que torna o processo mais produtivo, além de requerer baixo investimento de capital e energia e praticamente não produzir resíduos.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar o processo de enriquecimento proteico, por fermentação semissólida, da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) associada à palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill), para a produção de suplemento proteico, para ser utilizado como ração e suplemento alimentar voltado para a alimentação animal.

## METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Bioprocessos (LabBio) da Unidade Acadêmica de Engenharia Química (UAEQ) do Centro de Ciências e Tecnologia (CCT) da Universidade Federal de Campina Grande, campus sede localizado em Campina Grande, Paraíba.

### Coleta e Preparo da Matéria-Prima

A coleta da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) (Figura 1) e da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) (Figura 2) foi realizada no Sítio Bom Sucesso, no município de Sossego, localizado a cerca de 226 km de João Pessoa-PB. Da maniçoba foram coletados os melhores galhos da planta e, para uma melhor evaporação do ácido cianídrico presente, após sua colheita as folhas da maniçoba foram trituradas em triturador forrageiro-TRF, colocadas em bandejas retangulares de plástico dispostas em estufa de circulação de ar a temperatura de 30° C por 12 h.

A coleta das raquetes de palma da variedade gigante foi realizada da maneira tradicional, ou seja, foram retiradas aquelas que apresentavam bom estado e de maneira que não prejudique a planta.

**Figura 1.** Maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*)



**Figura 2.** Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill)



**Fonte:** Autor

A palma e a maniçoba foram trituradas em liquidificador industrial, resultando em uma massa com aspecto de mucilagem e de consistência pastosa, constituindo o substrato (Figura 3). Foram utilizados 1000 g de substrato em todas as fermentações realizadas, sendo este formado por 650 g de palma forrageira e 350 g de maniçoba.

**Figura 3.** Substratos e biorreatores utilizados na fermentação semissólida



**Fonte:** Autor

### **Enriquecimento Proteico**

As fermentações do tipo semissólida foram realizadas em sistema de batelada, utilizando-se biorreatores retangulares de plástico, com agitação nos tempos retirada das amostras, para facilitar a oxigenação de toda a amostra. Os substratos foram adicionados aos biorreatores, ocorrendo então à adição do microrganismo por um período de 72 h. Os biorreatores foram dispostos em estufa de circulação de ar forçado, na temperatura de 35 °C.

Foi utilizado como microrganismo a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, fermento biológico, seco instantâneo, da marca Fleischmann®. Fácil aquisição, bom rendimento e facilidade de manuseio, são as principais características levadas em conta para a utilização dessa levedura nesse trabalho, que visa a produção de um suplemento proteico de boa qualidade e de baixo custo.

Foram realizados experimentos, em duplicata, com variação de concentração de levedura, para a verificação do tempo de fermentação em que se obtém o maior teor proteico. As concentrações de levedura analisadas foram: 0, 1, 5,5 e 10% da massa inicial de substrato.

### **Análises Físico-químicas**

As análises em triplicata foram realizadas em amostras *in natura* de maniçoba, palma forrageira e da levedura, bem como, antes, durante e após as fermentações também foram retiradas amostras para a determinação de Teor de Água, pH, Sólidos Solúveis Totais e Resíduos Mineral fixo utilizando metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008) e proteína bruta utilizando o método de Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995).

Teor de água (TA) foi determinado pelo método de gravimétrico, após secagem em estufa a 105°C. O pH foi determinado através de medidas potenciométricas do líquido sobrenadante, em peagâmetro. O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado através da refratometria na escala °Brix. As leituras do °Brix foram realizadas utilizando o refratômetro de Abbé. Os resíduos Mineral Fixo (RMF) foram determinado através da incineração em forno mufla a 550 °C, por 5 h com a queima da matéria orgânica completa. A determinação de proteína bruta foi baseada na quantidade de nitrogênio total presente na amostra, e depois empregado o fator de conversão 6,25.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 está apresentado os resultados da caracterização da maniçoba e da palma forrageira *in natura*, assim como o substrato que foi formado pela mistura das duas e levedura.

**Tabela 1.** Caracterização físico-química da maniçoba, palma forrageira *in natura* e levedura

Parâmetros	Maniçoba	Palma	Substrato (Maniçoba + Palma)	Levedura
Teor de água (%)	81,27 ± 1,81	88,19 ± 0,30	82,98 ± 2,80	2,35 ± 0,02
pH	4,77 ± 0,02	4,22 ± 0,01	4,46 ± 0,00	4,44 ± 0,15
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	10,0 ± 0,00	6,25 ± 0,05	6,87 ± 0,12	-
Resíduos Mineral Fixo (%)	2,48 ± 0,03	1,58 ± 0,02	1,78 ± 0,09	21,40 ± 0,58
Proteína Bruta <sub>b.s.</sub>	3,52 ± 2,12	0,41 ± 0,19	1,27 ± 0,20	18,39 ± 2,39

Fonte: Autor

A maniçoba apresentou valor médio de Teor de Água (TA) de 81,27%, a macaxeira que pertence à mesma família Monihot, apresentou TA de 83,39% em estudo realizado por Lehalle et al. (2019), sobre a caracterização físico-química de diferentes variedades de folha de Manihot. O TA presente no substrato apresentou valor de TA mais próximo ao encontrado na maniçoba *in natura*.

A palma forrageira *in natura* apresentou TA de 88,19%, valor menor que o reportado por Campos (2008) no estudo do enriquecimento proteico desta cactácea (92,41%). No entanto, Macedo et al. (2015) citam um valor de TA de 75,78%, no estudo da bioconversão da palma forrageira e do sisal como alternativa para alimentação animal. Tal fato justifica-se pela

composição química da planta ser variável de acordo com a espécie, idade, época do ano e tratos culturais (FERREIRA et al., 2011).

Na Tabela 2, são apresentados os valores médios de TA para os 4 experimentos realizados, em função do tempo de fermentação e da concentração de levedura presente em cada experimento.

**Tabela 2.** Variação dos valores de Teor de Água durante o processo fermentativo

Exp./ Conc. Levedura	Teor de água b.s. (%)		
	24 h	48 h	72 h
1	83,02 ± 0,11	75,12 ± 0,59	72,15 ± 1,00
2 (1%)	84,01 ± 0,26	77,62 ± 0,67	73,85 ± 0,65
3 (5,5%)	79,23 ± 0,58	76,73 ± 0,61	68,13 ± 0,64
4 (10%)	76,44 ± 0,34	70,12 ± 0,42	55,42 ± 0,14

Fonte: Autor

Para todos os experimentos percebe-se redução no TA ao longo do tempo de fermentação. É possível verificar, também que quanto maior a concentração de levedura menor seu TA. Ou seja, no experimento 4 com 10% de levedura e 72 h ocorreu uma queda de quase 20% de TA.

Essa diminuição do teor de água nas amostras pode ter sido ocasionada pela circulação de ar dentro da estufa e da temperatura de fermentação estudada. Segundo Roussos et al. (1997), o teor de água do meio pode afetar a atividade de água e conseqüentemente o metabolismo dos microrganismos, a transferência de calor, a oxigenação e de transferência de massa, dessa forma, influencia diretamente nos resultados do processo fermentativo.

Robinson e Nigam (2003) mencionam que fermentações em meios com baixo teor de água só pode ser efetuada por um número limitado de microrganismos, principalmente leveduras e fungos, uma vez que estes têm a capacidade de se desenvolver em tais condições. Relatam também que o teor de água no processo de fermentação semissólida é necessário para o resfriamento do sistema assim como para incorporação de água em novas células microbianas.

De acordo com Wang e Yang (2007) a fermentação semissólida pode ser realizada diretamente com diversos biomateriais de baixo custo e com o mínimo ou nenhum pré-tratamento, sendo relativamente simples, consome menos energia que outros tipos de fermentações, e pode fornecer microambientes únicos propícios ao crescimento microbiano e atividades metabólicas.

O pH é uma variável muito importante a ser considerada, quando se trata de cultivo de microrganismos (LIMA, 2006). Na Tabela 3 estão apresentados os valores da variação do pH durante o processo de fermentação semissólida nos diferentes experimentos. Pode-se analisar a mudança de um meio ácido para um meio básico em decorrência do tempo de fermentação, independente da concentração de levedura presente no substrato.

**Tabela 3.** Variação dos valores de pH durante o processo fermentativo

Exp./ Conc. Levedura	pH		
	24 h	48 h	72 h
1	4,08 ± 0,01	6,08 ± 1,06	8,25 ± 0,21
2 (1%)	4,68 ± 0,01	6,33 ± 0,43	8,60 ± 0,39
3 (5,5%)	4,81 ± 0,09	5,75 ± 0,34	8,75 ± 0,22
4 (10%)	4,72 ± 0,04	5,33 ± 0,53	8,07 ± 0,18

Fonte: Autor

Os valores dos sólidos solveis totais (SST) que foram encontrados nas amostras dos diferentes experimentos no decorrer do processo de fermentação semissólida encontram-se na Tabela 4. Pode -se observar que ao longo do tempo de fermentação ocorreu uma diminuição nos valores do SST em todos os experimentos, apesar de acontecer de forma gradativa a queda que apresentou o valor mais significativa foi entre 24 e 72 h.

**Tabela 4.** Variação dos valores de pH durante o processo fermentativo

Exp./ Conc. Levedura	Sólidos solúveis totais (°Brix)		
	24 h	48 h	72 h
1	6,90 ± 1,27	5,50 ± 2,19	4,45 ± 0,78
2 (1%)	5,95 ± 0,78	4,10 ± 1,41	3,10 ± 2,69
3 (5,5%)	6,35 ± 1,20	5,45 ± 0,71	3,65 ± 1,91
4 (10%)	6,00 ± 0,00	5,65 ± 0,28	5,08 ± 0,11

Fonte: Autor

Na Tabela 5, são apresentados os valores médios dos resíduos mineral fixo (RMF) ou cinzas durante o processo fermentativo. Em todos os experimentos ocorreu um aumento gradativo em relação ao RMF e um aumento bastante significativo no período de 24 e 72h.

**Tabela 5:** Variação dos valores de Resíduo Mineral Fixo durante o processo fermentativo

Exp./ Conc. Levedura	Resíduos Mineral Fixo (%)		
	24 h	48 h	72 h
1	2,01 ± 0,08	2,62 ± 0,58	5,82 ± 0,50
2 (1%)	1,85 ± 0,03	2,93 ± 0,45	9,13 ± 0,73
3 (5,5%)	2,58 ± 0,47	3,63 ± 1,72	8,01 ± 0,20
4 (10%)	2,09 ± 0,00	3,05 ± 0,32	10,31 ± 1,20

Fonte: Autor

Na Tabela 6 são mostrados os valores de proteína bruta, em base seca, nos diferentes tempos de fermentação, referentes aos experimentos realizados.

**Tabela 4.** Variação dos valores de Proteína Bruta, em base seca, durante o processo fermentativo

Exp./ Conc. Levedura	Proteína Bruta <small>b. s.</small>		
	24 h	48 h	72 h
1	1,55 ± 0,41	2,21 ± 0,95	3,90 ± 0,66
2 (1%)	2,37 ± 0,26	3,52 ± 0,33	4,90 ± 0,72
3 (5,5%)	2,57 ± 0,00	3,91 ± 0,52	7,30 ± 0,00
4 (10%)	6,16 ± 0,01	9,02 ± 0,00	11,90 ± 0,96

Fonte: Autor

Os experimentos 2, 3 e 4 apresentaram um comportamento satisfatório em relação ao enriquecimento proteico, com destaque para o experimento 4 que tem a maior concentração de levedura, 10%, e obteve após 72 h de fermentação um aumento proteico, tendo como referência o teor de proteína bruta do substrato no início do processo.

Diante disto, tem-se como exemplo o processo de Santana Neto et al. (2017) que enriqueceram os resíduos de abacaxi (casca e coroa), com 4,65% de levedura, a temperatura de 38 °C, por um período de 48 h. No início do processo, o resíduo in natura apresentou um teor proteico de 4,56% e ao término da fermentação atingiu um teor de 20,06%, demonstrando que o microrganismo multiplicou-se e aumentou o teor de proteína do resíduo em função do tempo em que o mesmo permaneceu em temperatura controlada, mostrando-se viável para alimentação animal.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após 72 h de fermentação, a melhor concentração de levedura para o processo, ou seja, a que apresentou o maior aumento proteico foi de 10%. Nessas condições alcançou-se um valor de 11,9% de proteína bruta em base seca.

Com isso foi possível demonstrar a possibilidade de obter um suplemento proteico para ser oferecido como ração animal a partir da bioconversão da maniçoba associada a palma forrageira com a levedura *Sacharomyces cerevisiae*.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço o incentivo a Iniciação Científica através do projeto PIBIC/CNPq-UFCG. O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

## REFERÊNCIAS

- BACKES, A. A., SANTOS, L. L. D., FAGUNDES, J. L., BARBOSA, L. T., MOTA, M., & VIEIRA, J. S. (2014). Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(1), 182-191.
- CAMPOS, A. R. N. et al. Enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo de caju por cultivo semissólido. *Bio Terra - Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2005.
- CAMPOS, A. R. N. Enriquecimento nutricional da palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill): estudo experimental de ampliação de escala. [S.l.] Universidade Federal de Campina Grande, 2008.
- CASTRO, Maria Helena M. M. S.; MARCELINO, Marlene S. Fermentos químicos, biológicos e naturais Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR 19/12/2012.
- COSTA, Leidimara Feregueti. Leveduras na nutrição animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2004.

- Da FROTA, M. N. L., de SOUZA CARNEIRO, M. S., CARVALHO, G. M. C., & de ARAÚJO NETO, R. B. (2015). Palma forrageira na alimentação animal. Embrapa Meio-Norte- Documentos (INFOTECA-E). DE OLIVEIRA, Marinévea M. et al. Enriquecimento Protéico da Casca do Abacaxi por Fermentação Semi-Sólida. 2005.
- FERREIRA, M. A. .; PESSOA, R. A. S. .; BISPO, S. V. . Otimização de dietas a base de palma forrageira e outras alternativas de suplementação para regiões semi-áridas. In: VII Simpósio de produção de gado de corte, 2011, Anais... , 2011. p. 241–266
- FLEISCHMANN. Disponível em: <https://www.fleischmann.com.br/produto/fermento-biologico-seco-instantaneo/>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- GOUVEIA, Luciana N.F. de et al. Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira. Pesquisa Veterinária Brasileira [online]. 2015, v. 35, n. Suppl 1 [Acessado 28 Março 2022], pp. 5-9. Disponível em: . ISSN 1678-5150. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015001300002>.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PERNAMBUCO. Feno de Maniçoba. Disponível em: <http://www.ipa.br/resp41.php>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- KALANTY, Michael. Como assar pães: as cinco famílias. São Paulo: Editora Senac, 2012. 532 p.
- LIMA, E. E. Produção e armazenamento da farinha de facheiro. 149f. 2006. Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.
- MACEDO, A. D. B. Enriquecimento proteico da palma forrageira e do sisal por fermentação semissólida. [s.l.] Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, 2016.
- MACEDO, A. D. B. et al. Bioconversão da Palma Forrageira e do Sisal como Alternativa para Alimentação Animal. Blucher Chemistry Proceedings, v. 3, n.1, 2015.
- MARTINS, Thalita Daiane Neves et al. Estudo da capacidade adsorvente da biomassa de palma forrageira (*Opuntia tuna Mill*) como adsorvente para remoção de contaminantes orgânicos em corpos d'água. 2016.
- ROBINSON, T.; NIGAM, P. Bioreactor design for protein enrichment of agricultural residues by solid state fermentation. Biochemical Engineering Journal, v. 13, n. 2-3, p. 197–203, 2003.
- ROUSSOS, S.; LONSANE, B. K.; RAIMBAULT, M.; VINIEGRA-GONZALEZ, G. Advances in Solid State Fermentation. 1997.
- SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; BATISTA A. M.V. Valor Nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. Recife: UFRPE, 2005. p. 243-257.
- SILVA, C.R.G. Enriquecimento proteico de cactáceas por fermentação semissólida. 2015.

Dissertação Ciências Naturais e Biotecnologia – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.

BACKES, A. A., SANTOS, L. L. D., FAGUNDES, J. L., BARBOSA, L. T., MOTA, M., & VIEIRA, J. S. (2014). Valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) com e sem fubá de milho como aditivo. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 15(1), 182-191.

CAMPOS, A. R. N. et al. Enriquecimento proteico do bagaço do pedúnculo de caju por cultivo semissólido. *Bio Terra - Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2005.

CAMPOS, A. R. N. Enriquecimento nutricional da palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill): estudo experimental de ampliação de escala. [S.l.] Universidade Federal de Campina Grande, 2008.

CASTRO, Maria Helena M. M. S.; MARCELINO, Marlene S. Fermentos químicos, biológicos e naturais Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR 19/12/2012.

COSTA, Leidimara Feregueti. Leveduras na nutrição animal. *Revista Eletrônica Nutritime*, v. 1, n. 1, p. 1-6, 2004.

Da FROTA, M. N. L., de SOUZA CARNEIRO, M. S., CARVALHO, G. M. C., & de ARAÚJO NETO, R. B. (2015). Palma forrageira na alimentação animal. Embrapa Meio-Norte- Documentos (INFOTECA-E). DE OLIVEIRA, Marinévea M. et al. Enriquecimento Protéico da Casca do Abacaxi por Fermentação Semi-Sólida. 2005.

FERREIRA, M. A. .; PESSOA, R. A. S. .; BISPO, S. V. . Otimização de dietas a base de palma forrageira e outras alternativas de suplementação para regiões semi-áridas. In: VII Simpósio de produção de gado de corte, 2011, Anais... , 2011. p. 241–266

FLEISCHMANN. Disponível em: <https://www.fleischmann.com.br/produto/fermento-biologico-seco-instantaneo/>. Acesso em: 15 mar. 2022.

GOUVEIA, Luciana N.F. de et al. Perfil metabólico de ovinos em crescimento alimentados com dietas constituídas de feno ou silagem de maniçoba e palma forrageira. *Pesquisa Veterinária Brasileira* [online]. 2015, v. 35, n. Suppl 1 [Acessado 28 Março 2022], pp. 5-9.

Disponível em: . ISSN 1678-5150. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2015001300002>.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PERNAMBUCO. Feno de Maniçoba. Disponível em: <http://www.ipa.br/resp41.php>. Acesso em: 15 mar. 2022.

KALANTY, Michael. Como assar pães: as cinco famílias. São Paulo: Editora Senac, 2012. 532 p. LIMA, E. E. Produção e armazenamento da farinha de facheiro. 149f. 2006.



Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

MACEDO, A. D. B. Enriquecimento proteico da palma forrageira e do sisal por fermentação semissólida. [s.l.] Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, 2016.

MACEDO, A. D. B. et al. Bioconversão da Palma Forrageira e do Sisal como Alternativa para Alimentação Animal. Blucher Chemistry Proceedings, v. 3, n.1, 2015.

MARTINS, Thalita Daiane Neves et al. Estudo da capacidade adsorvente da biomassa de palma forrageira (*Opuntia tuna Mill*) como adsorvente para remoção de contaminantes orgânicos em corpos d'água. 2016.

ROBINSON, T.; NIGAM, P. Bioreactor design for protein enrichment of agricultural residues by solid state fermentation. Biochemical Engineering Journal, v. 13, n. 2-3, p. 197–203, 2003.

ROUSSOS, S.; LONSANE, B. K.; RAIMBAULT, M.; VINIEGRA-GONZALEZ, G. Advances in Solid State Fermentation. 1997.

SANTOS, M.V.F.; FERREIRA, M.A.; BATISTA A. M.V. Valor Nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. Recife: UFRPE, 2005. p. 243-257. SILVA, C.R.G. Enriquecimento proteico de cactáceas por fermentação semissólida. 2015.

Dissertação Ciências Naturais e Biotecnologia – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2015.