

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

Ayanne Basilio Malaquias ¹
Gracimário Bezerra da Silva ²
Ana Regina Nascimento Campos ³

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 retiradas 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

¹ Graduando do Curso de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG ayanne.bm@gmail.com;

² Doutorando em Engenharia Química da Universidade Federal Campina Grande - UFCG, eng.gracimario@hotmail.com;

³ Professora orientadora, Doutora, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, 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 _{b.s.}	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.