

ARTIGO CIENTÍFICO

Enriquecimento nutricional do bagaço do caju para produção de ração peletizada

Lúcia Fátima Araújo¹, Emerson Moreira Aguiar¹, Robson Rogério Pessoa Coelho¹

Resumo: A presente invenção refere-se a um processo de bioconversão de resíduos agroindustriais do caju utilizando o microorganismo *Saccharomyces cerevisiae* em fermentação semissólida, obtendo-se produtos que apresentam valores nutricionais maiores ou iguais aos concentrados convencionais. Os tratamentos foram assim distribuídos: T₁ = Resíduo de caju na forma *in natura*; T₂ = Resíduo de caju + 2% de levedura; T₃ = Resíduo de caju + 4% de levedura; T₄ = Resíduo de caju + 6% de levedura. As variáveis analisadas foram: MS; MM; PB; FDN; FDA; CNF; CHOT E NDT, obtendo-se teores proteicos de 12,22% para o tratamento controle e 25,195; 27,40% e 30,60% para os demais tratamentos, respectivamente. Concluiu-se que o resíduo do caju (bagaço) advindo do processamento do suco de caju pode ser enriquecido com a levedura em fermentação semissólida produzindo um bioproduto de alto valor agregado, que venha atender as necessidades nutritivas dos animais no período de escassez de alimentos na região semiárida do Nordeste.

Palavras-chave: : processos de produção industrial de ração, sustentáveis, alimentação e nutrição animal, biotecnologia.

Biotechnological process for production of pelleted feed containing cashew waste

Abstract: The present invention relates to a process of bioconversion of cashew agroindustry residues using the microorganism *Saccharomyces cerevisiae* in semi-solid fermentation, obtaining products having nutritional values greater than or equal to conventional concentrates. The treatments were distributed as follows: T1 = Cashew residue in *in natura* form; T2 = Residue of cashew + 2% of yeast; T3 = Residue of cashew + 4% of yeast; T4 = Residue of cashew + 6% of yeast. The variables analyzed were: MS; MM; PB; FDN; FDA; CNF; CHOT and NDT, obtaining protein levels of 12,22% for the control treatment and 25,195; 27.40% and 30.60% for the other treatments, respectively. It was concluded that cashew residue from the processing of cashew juice can be enriched with the yeast in semi-solid fermentation producing a high value-added bioproduct that meets the nutritional needs of the animals during the food shortage period semi-arid region of the Northeast.

Keywords: industrial food production processes, sustainable, food and animal nutrition, biotechnology

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 27/04/2019; aprovado em 12/10/2019

¹Professores Adjuntos da Escola Agrícola de Jundiá – Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mails: luciazootec@yahoo.com.br, emersonmaufrn@gmail.com, duplor@gmail.com

INTRODUÇÃO

A presente invenção pertence à área biotecnológica, particularmente dos processos de produção industrial de ração animal. O estabelecimento desta tecnologia envolve princípios e desafios que levam os cientistas a desenvolverem procedimentos biotecnológicos.

O desperdício de resíduos provenientes das indústrias de suco tem despertado o interesse por pesquisas em aproveitar esses resíduos, com o objetivo de diminuir o impacto ambiental em virtude de ser descartado no meio ambiente. Ao ser processado na indústria de suco, o bagaço do pedúnculo do caju (*Anacardium occidentale* L.) é desperdiçado e seu valor nutritivo reduzido, sendo utilizado como alimento para os animais ou descartado no meio ambiente. Embora o resíduo da agroindústria de suco de caju ou bagaço de caju (baga pós-prensada para extração do suco), apresente vantagens quanto à higienização, tem limitações pelo baixo teor de açúcares redutores totais (ATR= 2,5%) para biossíntese proteica, uma vez que parte dos açúcares foi extraída no suco e parte do que ficou foi bioconvertida por espécies nativas de leveduras.

O resíduo da indústria do suco de caju no Rio grande do Norte é muito pobre em cálcio, fósforo, cobre e cobalto e a proteína apresenta deficiência em aminoácidos essenciais como metionina, isoleucina e fenilalanina, razão pela qual não é recomendável para alimentação de aves sem que haja um tratamento biotecnológico adequado. No entanto, é imprescindível a correção das deficiências nutricionais para alimentação dos não ruminantes como também para os ruminantes (CATUNDA, 2010).

Dentre os tratamentos biológicos destacam-se: bactérias, fungos (filamentosos e leveduras) e algas, que produzidas em grande quantidade, podem ser utilizados para alimentação animal. Estes micro-organismos podem ser cultivados em substratos formados por subprodutos agroindustriais, matéria-prima de baixo custo, obtendo alta produção de células ricas em proteínas, independente dos efeitos climáticos e alterações ambientais. A levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae* tem se destacado entre os micro-organismos produtores destas células por apresentar alto valor biológico e não serem patogênicos (ARAÚJO, 2004).

De acordo com Luciano (2011) a adição de uma fonte de nitrogênio não proteico (ureia) no substrato utilizado para o crescimento microbiano, o teor proteico aumenta consideravelmente, além de outras vantagens como a qualidade e quantidade de carboidratos que compõem a ração concentrada são de grande importância para a eficiência da utilização de ureia pelos micro-organismos do rúmen, sendo assim um grande diferencial em relação à ração quando não é adicionada uma fonte de nitrogênio não proteico.

No Brasil a Lei N^o 12.305/2010 e o Decreto N^o 7.404/2010, que regulamente, representam uma verdadeira mudança cultural e abrangente em gestão de resíduos sólidos. No entanto, a tendência atual

aponta o desenvolvimento de “tecnologias limpas”, em que o objetivo é se tomar em consideração todo resíduo industrial e seu destino; para tanto se tem levado em consideração quatro elementos fundamentais: tratamento diferenciado segundo a natureza do resíduo; redução do consumo de água; otimização da recirculação e aproveitamento dos resíduos; auditorias ambientais contínuas (COUTO, 2008).

Neste contexto, é preciso desenvolver e aplicar tecnologias e processos que busquem manter o ambiente sustentável para as próximas gerações, melhorando, inclusive, o aproveitamento de resíduos descartados pelas pequenas e grandes indústrias, como, por exemplo, o bagaço de caju. Para manter-se competitiva, uma indústria deve apresentar interesse em identificar e quantificar os subprodutos agroindustriais, com foco na conscientização de proteção ao meio ambiente. É preciso buscar utilizações viáveis e econômicas para os inevitáveis resíduos gerados, tornando-os matéria-prima para um novo processo e uma segunda transformação que é o produto. Além de beneficiar os produtores diminuindo os custos da ração e oportunizando a engorda e venda de animais no fim da estação seca, traz vantagem para a agroindústria dando uma definição aos resíduos e proporcionando alguma renda. Assim satisfaz ao consumidor pela aquisição de carne de qualidade em festejos de final do ano e protege o ambiente preservando-o de poluentes.

Outro aspecto positivo é a conservação da ração após enriquecimento proteico e secagem através do processo da peletização para armazenamento em longo prazo sem prejuízo no valor nutricional. Este método de conservação é inédito para alguns resíduos da indústria de polpa de frutas como para o resíduo do pedúnculo do caju. Portanto, é inusitada a confecção de *pellets* destes resíduos enriquecidos com micro-organismos e ureia, como forma de conservação e armazenamento do produto. Vale apenas ressaltar as vantagens do processo de peletização destes resíduos enriquecidos com micro-organismos uma vez que ao contrário do que acontece na moagem e mistura, as quais são simples operações de redução e integração de partículas, a peletização é um processo físico-químico no qual, pequenas partículas são forçadas a agregar-se uma com as outras formando um grânulo compacto, de fácil manejo e maior tamanho chamado *pellet*.

O objetivo da peletização é que cada *pellet* represente verdadeiramente a fórmula da ração, que deverá satisfazer às necessidades nutritivas dos animais, e que tenha boa estabilidade e durabilidade, apropriadas para o transporte e que satisfaçam em forma e tamanho as exigências de cada espécie animal.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi executado na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias – Escola Agrícola de Jundiá que funciona no Campus de Macaíba da UFRN. O município de Macaíba está localizado a 26 km de Natal na BR 101 e BR 104, a 1 km de Macaíba (CARVALHO, 2006).

O clima é tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa no período de março a julho. Temperaturas médias anuais: máxima 32^o C; média: 27^o C e mínima 21^o C. A precipitação pluvial média anual é de 1.058 mm e a umidade relativa anual: 76%.

O micro-organismo utilizado foi a levedura *Saccharomyces cerevisiae* (fermento de panificação), granulado e instantâneo da marca Gold Veja fornecido pela Padaria da Escola Agrícola de Jundiá na Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias – UFRN – Campus de Macaíba.

O substrato utilizado para produção de proteína unicelular foi o resíduo da indústria de suco do caju, composto de casca, bagaço da polpa para extração do suco, processado pela Unidade de Beneficiamento e Processamento de Frutas da Escola Agrícola de Jundiá-UAECA- UFRN.

O aglutinante para realização da peletização foi o melaço do subproduto da fabricação do açúcar- de- cana oriunda de usina açucareira do estado do rio Grande do Norte utilizado na alimentação dos animais da referida Unidade especializada em Ciências Agrárias. O melaço é uma substância rica em açúcar, sendo, portanto, uma boa fonte de energia e muito palatável, pode ser utilizado como substrato para crescimento de micro-organismo além de ser um aglutinante muito utilizado para formação de *pellets* conforme metodologia descrita por (ARAÚJO et al.,2015). A peletização foi realizada de modo artesanal (*pellets* formados pelo bagaço de caju passado no moinho de carne) na Unidade de Processamento de Pescado da EAJ-UECA-UFRN.

Os biorreatores utilizados foram bandejas retangulares de alumínio onde 500g dos substratos na forma *in natura* e processadas eram distribuídos em camada de 2 cm e expostas em bancadas da Unidade de Beneficiamento e Processamento de Frutas em temperatura ambiente para realização da fermentação semissólida no período de 24 horas.

Os tratamentos foram assim distribuídos: T₁ = Substrato na forma *in natura*; T₂ = Substrato + 2% de levedura; T₃ = Substrato + 4% de levedura; T₄= Substrato + 6% de levedura. Após o período de fermentação as amostras foram retiradas dos biorreatores e acondicionadas em recipientes de plásticos hermeticamente fechados e identificados, armazenadas em freezer horizontal com temperatura entre -10e -15^o C. Após a retirada das amostras retiradas do freezer estas foram colocadas em caixa de isopor para serem levadas ao Laboratório de Alimentação e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia no Campus Central em Natal. Neste mesmo Laboratório foram realizadas as análises físico-química bromatológica de acordo com as metodologias descritas por (AOAC,2005; SNIFFEN et al., 1992; ARAÚJO, 2004; SILVA, 2002).

Os dados analisados segundo delineamento inteiramente casualizado, contendo quatro tratamentos e três repetições, obtendo-se 12 parcelas, sendo que cada parcela foi constituída por um alimento. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5,0% de probabilidade, utilizando o Programa Estatístico SIVAR de acordo com (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observando a Tabela 1 que ilustra os tratamentos na forma *in natura* (que não foi inoculado com a levedura) e os demais tratamentos inoculados com 2%, 4% e 6%. Apresentaram teores de matéria seca de 83,4%; 88,78%; 86,96%; 86,59%, respectivamente, apresentaram diferenças significativas ($P > 0,05$) na concentração de matéria seca em relação ao tratamento controle. Esse comportamento foi facilitado pela estrutura altamente fibrosa do substrato, que favoreceu a evaporação da água, como também por conta da atividade metabólica do micro-organismo (Sargantanis et al., 1993). Com o crescimento do micro-organismo no substrato, houve formação de CO_2 e evaporação de H_2O ocorrendo maior concentração da matéria seca.

Tabela 1. Composição química do resíduo do pedúnculo do caju enriquecido com diferentes níveis de levedura *Saccharomyces cerevisiae*.

Variáveis*	Níveis de Levedura				Média	CV (%)
	0%	2%	4%	6%		
MS	83,04 ^d ± 0,04	88,78 ^a ± 0,02	86,96 ^b ± 0,06	86,59 ^c ± 0,03	86,34	2,51
MM	2,60 ^c ± 0,01	3,55 ^a ± 0,01	3,44 ^b ± 0,02	3,61 ^a ± 0,05	3,30	12,95
PB	12,22 ^d ± 0,02	25,19 ^c ± 0,03	27,40 ^b ± 0,02	30,60 ^a ± 0,02	23,85	30,58
FDN	54,51 ^a ± 0,02	50,08 ^b ± 0,07	47,31 ^c ± 0,14	37,50 ^d ± 0,46	47,31	13,79
FDA	19,39 ^a ± 0,02	19,03 ^b ± 0,06	17,16 ^c ± 0,15	15,61 ^d ± 0,02	17,80	8,92
CNF	43,66 ^a ± 0,29	16,36 ^c ± 0,05	16,91 ^b ± 0,09	11,24 ^d ± 0,04	22,04	60,06
CHOT	81,19 ^a ± 0,17	66,44 ^b ± 0,04	64,04 ^d ± 0,03	65,73 ^c ± 0,02	69,35	10,38
NDT	65,51 ^b ± 0,02	57,35 ^c ± 0,02	56,43 ^d ± 0,02	79,32 ^a ± 0,60	64,65	14,82

^{a,b,c,d} Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem ($P < 0,05$) pelo teste Tukey.

*Porcentagem com base na matéria seca.

MS- Matéria seca; MM- Matéria mineral; PB- Proteína bruta; FDN- Fibra em detergente neutro; FDA- Fibra em detergente ácido; CNF- Carboidratos não fibrosos; CHOT- Carboidratos totais; NDT- Nutrientes digestíveis totais; CV- Coeficiente de variação.

A análise de dados (Tabela 1) evidencia que os teores de matérias minerais dos resíduos de caju na forma *in natura* e processadas foram de 2,60%; 3,55%, 3,44% e 3,61%, respectivamente. Apresentando aumentos significativos ($P > 0,05$) dos tratamentos inoculados com a levedura em relação ao tratamento controle. Este fato deve ter acontecido devido ao alto teor de minerais apresentados na composição química da levedura apresentando em média teor de 5,18%.

Neste experimento, os dados da Tabela 1, mostram aumento no teor de proteínas com os níveis crescentes de levedura apresentando em média um aumento de aproximadamente 100% do valor deste nutriente na forma *in natura* (12,22%) e de 25,19%; 27,40% e 30,60%, respectivamente, para os demais

tratamentos inoculados com a levedura nos substrato formados pelo resíduo do caju, ocorrendo diferença estatística significativa ($P > 0,05$) pelo processo de bioconversão.

De acordo com os teores de proteína bruta adquirido pelo resíduo de caju, após o processo de enriquecimento proteico, os mesmos estão dentro das normas de alimentação recomendadas pela NRC (1990). Desta maneira, os bioprodutos podem ser utilizados na época de escassez de alimentos suplementando proteicamente a dieta de diversas categorias de animais como: crias recém-desmamadas, fêmeas secas e em lactação que necessitam de 16 a 24% de proteína bruta, considerando os requisitos de manutenção e produção. Esta superioridade no aumento da porcentagem de proteína bruta, adquirida nos bioprodutos, pode ser explicada pela variação na concentração da matéria seca seguida pelo crescimento do micro-organismo, durante o processo fermentativo.

Os valores de FDN e FDA dos resíduos do caju na forma processada foram reduzidos ($P < 0,05$) em relação ao valor deste na forma *in natura*. Estas reduções podem ser explicadas pela variação dos valores de FDN e FDA, que estando em função de qualquer alteração ocorrida nos conteúdos de nos conteúdos de celulose, hemicelulose e lignina. A redução dos teores de FDN em resposta ao enriquecimento proteico pode ser atribuída á diminuição nos conteúdos de hemicelulose e lignina. A redução nos teores de FDN dos enriquecidos pode contribuir para aumentar o consumo de matéria seca (RESENDE et al., 1994), bem como aumentar a densidade energética da ração animal (JUNG e ALLEN, 1995). Segundo Van Soest (1965) elevados teores de FDN e FDA interferem no consumo e na digestibilidade da matéria seca. Assim, com a redução da FDN e FDA com relação aos enriquecidos pode-se melhorar estes parâmetros nutricionais.

Já para os teores de CNF houve redução ($P > 0,05$) com a inoculação do micro-organismo dos tratamentos processados em relação ao tratamento controle que apresentou 43,66% deste nutriente e os demais tratamentos apresentaram 16,36%; 16,91% e 11,24%, respectivamente. O elevado teor de CNF dos tratamentos estudados pode estar associado á quebra de ligações químicas dos carboidratos estruturais, principalmente hemicelulose (TOSI et al., 1999).

Os CNF servem de substratos para as bactérias do gênero *Lactobacillus* melhorando a qualidade dos bioprodutos, além de aumentar o seu valor nutritivo. Contribui também para elevar o valor energético dos fermentados considerados carboidratos de elevada digestibilidade (VAN SOEST, 1994).

De acordo com Teles (2006) os CNF são de fácil fermentação ruminal, o que permite maior aporte energético para o rúmen dos animais e conseqüentemente maior consumo de forragem.

Verifica-se que os teores de CHOT reduziram com a inoculação da levedura ($P < 0,05$) em relação ao teor deste nutriente no tratamento controle. Fato justificado por estar associado à diminuição dos teores de FDN e FDA dos bioprodutos, o que contribui para melhorar o consumo e digestibilidade

dos mesmos. Observou-se ainda que a medida que aumentava a percentagem do inóculo os valores dos CHOT nos tratamentos reduziam significativamente. O que é justificado pelo fato de que os carboidratos solúveis foram utilizados pelo micro-organismo para síntese de proteínas e parte destes consumidos pelas bactérias lácticas, segundo (TELES, 2006).

Observa-se que na a tabela 1, houve um decréscimo no valor de NDT ($P < 0,05$) dos substratos enriquecidos dos tratamentos dois e três (57,35% e 56,43%) em relação ao substrato na forma *in natura* (65,51%), este fato deve ter ocorrido devido a redução dos teores de FDN e FDA. Porém o tratamento quatro (79,32%) apresentou maior teor de NDT superando também os valores não só na forma *in natura*, mas também do segundo e terceiro tratamentos. De acordo com Ferreira (2002), ao analisar a silagem de capim-elefante com inclusão de bagaço de caju obteve valor de NDT 45,92% no nível de 36% de bagaço de caju, resultado este bem inferior aos desta pesquisa.

CONCLUSÃO

O resíduo do caju (bagaço) advindo do processamento do suco de caju pode ser enriquecido com a levedura em fermentação semissólida produzindo um bioproduto de alto valor agregado, que venha atender as necessidades nutritivas dos animais principalmente em relação ao teor proteico no período de escassez de alimentos na região semiárida do Nordeste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -Official methods of analysis. 15. ed. Arlington; 2005.

ARAÚJO, L.F. **Enriquecimento proteico do Mandacaru sem Espinhos (*Cereus jamacaru* P.DC) e Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) por Fermentação Semi-Sólida**. Campina Grande-PB: Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, (Tese de Doutorado) 197p. il.2004.

ARAÚJO, L. F.; AGUIAR, E.M.; COELHO, R.R.P. **Processo biotecnológico para produção de ração paletizada contendo resíduo de caju**?. Patente de Invenção: Submetida ao NIT-UFRN. Número de registro -BR 102015025182 3 data de depósito: 01/01/2015. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

CARVALHO, E. A. de; ROCHA, A.P.B. **Atlas, Rio Grande do Norte**. João Pessoa, PB. Editora Grafset, p.144, 2006.

CATUNDA, K.L.M.; ARAUJO, L.F.; AGUIAR, E.M.; FERNANDES, D.O.V.; MATOS, J.D.P.; FERNANDES, M.F. Utilização do pedúnculo do caju para enriquecimento proteico com levedura *Saccharomyces cerevisiae* ureia na alimentação de ruminantes. In: **Congresso Nordestino de Produção Animal**, 6., 2010, Mossoró.

COUTO, H. P. **Fabricação de Ração e Suplementos para Animais**. Editora aprenda fácil. 2^a ed. Viçosa, MG. 226p. 2008.

FERREIRA, A.C.H. **Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos das indústrias de caju**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, 2002.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciênc e Agrotechnological**. V.38, n.2, p.109-112, 2014.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.

LUCIANO, R. C.; ARAÚJO, L.F.; AGUIAR, E. M.; PINHEIRO, L.E. NASCIMENTO, D.S. Revisão sobre a potencialidade do pedúnculo do caju na alimentação animal. **Tecnol. & Ciênc. Agropec.** João Pessoa, v.5, n.3, p.53-59, set. 2011.

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A. C.; FONTES, C.A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 23, n.3, p.366- 376, 1994.

SARGANTANIS J, Karin MN, Murphy VG, Ryoo D. Effectes of operating conditions on Solid substrate fermentation. **Biotechnol Bioeng** 42:149-158, (1993).

SANTOS, S. F. M.; NÓBREGA, J. E.; PINTO, G. A. S.; MACEDO, G. R.; SILVA, F. L. H. da. Caracterização do resíduo seco do pedúnculo de caju visando sua utilização como substrato para fermentação semissólida. In: Simpósio Nacional de Bioprocessos, 15, 2005, Recife, *Anais...* Recife: UFPE, 2005 (CD Room).

SILVA, D.J.: **Queiroz, A.C. Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002, 235p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability**. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562–3577, 1998.

TELES, M.M. Características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo subproduto do urucum, caju e Manga. Fortaleza- Ceará. Universidade Federal do Ceará. (Tese de doutorado), 130p.2006.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S; TOSI, H. Avaliação do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed., Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994.476p.