

ARTIGO CIENTÍFICO

## Enriquecimento nutricional da casca de banana por processo biotecnológico para obtenção de ração animal peletizada

Lúcia Fátima Araújo<sup>1</sup>, Emerson Moreira Aguiar<sup>2</sup>, Robson Rogério Pessoa Coelho<sup>2</sup>, Luiz Eduardo Santiago<sup>3</sup>, Adriana Margarida Zambotto<sup>4</sup>

**Resumo:** A industrialização do principal resíduo da banana é a sua casca que compreende aproximadamente 45% do peso total deste fruto. O trabalho teve como objetivo analisar o aproveitamento da casca de banana madura na alimentação animal em forma de pellet. O enriquecimento das cascas de banana foi realizado em quatro tratamentos a seguir: T<sub>1</sub> = Casca de banana na forma *in natura*; T<sub>2</sub> = Casca de banana + 2% de levedura; T<sub>3</sub> = Casca de banana + 2% de levedura + 1% de ureia; T<sub>4</sub> = Casca de banana + 2% de levedura + 2% de ureia. Foram analisadas as características químico bromatológica dos tratamentos na forma *in natura* e processada, obtendo-se valores proteicos de 5,28%; 12,33%; 12,33% e 24,09%, respectivamente. O enriquecimento dos pellets de casca de banana com a levedura e/ou ureia aumentaram substancialmente o valor proteico destes em relação a esta forma *in natura*. Os tratamentos que foram adicionados os níveis de ureia (1% e 2%) reduziram os conteúdos de FDN, FDA, CHOT, CNF, CEL e HC nos *pelletes*, porém deferiram entre si (P<0,005). Para os teores de MS e PB houve um aumento significativo (P<0,005) em relação aos *pelletes* na forma *in natura*, resultando em uma elevada eficiência da bioconversão do processo.

**Palavras-chave:** Resíduos, Enriquecimento nutricional, Fermentação semissólida, Biotecnologia

## Nutritional enrichment of banana shelter by biotechnological process for obtaining peletized animal feeding

**Abstract:** The industrialization of the main residue of the banana is its bark which comprises approximately 45% of the total weight of this fruit. The objective of this work was to analyze the use of mature banana peel in animal feed in pellet form. The enrichment of the banana peels was performed in four treatments as follows: T<sub>1</sub> = Banana peel in the *in natura* form; T<sub>2</sub> = Banana peel + 2% yeast; T<sub>3</sub> = Banana peel + 2% yeast + 1% urea; T<sub>4</sub> = Banana peel + 2% yeast + 2% urea. The chemical and bromatological characteristics of the treatments were analyzed in fresh and processed form, obtaining protein values of 5.28%; 12.33%; 12.33% and 24.09%, respectively. Enrichment of the banana peel pellets with the yeast and / or urea substantially increased the protein value thereof in relation to the *in natura* form. The treatments that added the urea levels (1% and 2%) reduced the contents of NDF, FDA, CHOT, CNF, CEL and HC in the pellets, but deferred to each other (P <0.005). For the MS and PB contents there was a significant increase (P <0.005) in relation to pellets in the *in natura* form, resulting in a high process bioconversion efficiency.

**Keywords:** Residues, Nutritional Enrichment, semisolid fermentation, Biotechnology.

\*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 24/07/2019; aprovado em 14/10/2019

<sup>1</sup> Profa. Adjunta da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mail: luciazootec@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e-mails: [emersonmaufrn@gmail.com](mailto:emersonmaufrn@gmail.com), [duplor@gmail.com](mailto:duplor@gmail.com)

<sup>3</sup> Engenheiro químico da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, email: [eduardoengquimico@gmail.com](mailto:eduardoengquimico@gmail.com)

<sup>4</sup> Programa de Pós-Graduação em produção Animal da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, email: [zambotto@hotmail.com](mailto:zambotto@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o 2<sup>o</sup> maior produtor mundial de banana, com ampla disseminação da cultura em seu território. O Estado de Santa Catarina apresenta um grande potencial na produção de banana. Segundo dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (IBGE, 2016), na safra de 2015, Santa Catarina contribuiu com uma produção de 709.771 t da fruta, sendo que 85% desta produção é concentrada no litoral norte do Estado, com predominância da espécie *Musa cavendishii*, cultivares nanica e nanicão.

De acordo com dados publicados pelo SEBRAE (2016), a principal destinação da banana no Brasil é para consumo em forma de fruta fresca somente cerca de 2,5 a 3% da produção de bananas no Brasil é industrializada. Segundo a mesma instituição, excedentes de produção e frutos fora dos padrões de qualidade para consumo *in natura*, poderiam ser industrializados como forma de aproveitamento deste produto. Desta industrialização, o principal resíduo é a casca destes frutos, a qual de acordo com Ribeiro et al., (2010) corresponde a aproximadamente 45% do peso total deste fruto. De acordo com estas estimativas levantadas, pode-se presumir que potencialmente por ano, são geradas no Brasil cerca de 94,5 mil toneladas deste resíduo (considerando somente cascas), as quais poderiam ser destinadas à alimentação de ruminantes.

De acordo com Gondim (2005) as cascas apresentam maiores teores de nutrientes do que os das suas respectivas partes comestíveis, além de serem ricas em fontes de fibras.

Segundo estudo realizado de Emaga et al., (2011) os autores sugerem que a caracterização química das fibras dietéticas de cascas de banana mostra que as pectinas existentes neste resíduo são adequadas para formação de géis e sevem para utilização na fabricação de geleias e em outras formulações alimentícias e para o enriquecimento de produtos alimentícios. Ressalta-se ainda a relevância em não minimizar o impacto ambiental causado pelo excesso de resíduos das cascas de frutas, além do interesse no desenvolvimento de pesquisas envolvendo a utilização de cascas de diferentes alimentos (MIGUEL et al., 2008).

Devido o processo de maturação, a banana é um dos frutos que apresenta maior perda por decomposição pós-colheita, visto que é extremamente perecível e não suporta o armazenamento a baixas temperaturas (PONTES et al., 2009).

Corroborando Ribeiro et al., (2000) demonstram em estudo que mais de 20% dos frutos produzidos são perdidos em função da má qualidade e fatores como armazenamento e o transporte dos produtos para o mercado atacadista. Sendo assim o processamento parece ser uma alternativa para a redução de perdas ocorridas pós-colheita.

O elevado índice de perdas na comercialização de bananas no Brasil faz com que, apenas, aproximadamente 50 a 60% da produção atinja a mesa do consumidor (SILVA, RAMOS, 2009).

Silva et al., (2004), confirma que as causas das perdas não estão relacionadas com apenas a distribuição, mas a todos os agentes envolvidos na produção e comercialização da banana no Brasil; lavoura (mais de 5%), processo de embalagem (mais de 2%), atacado (6 a 10%), varejo (10 a 15%) e consumidor (5 a 8%).

Os resíduos agroindustriais normalmente contêm alta umidade, são fibrosos e podem conter açúcares solúveis ou proteínas de rápida fermentação, o que resultaria em degradação destes materiais sob condições aeróbias, e que poderia atrair insetos e produzir odores fétidos (Eliyahu et al., 2015). Segundo os mesmos autores, a secagem ou aterragem não são alternativas viáveis economicamente, de modo que o indicado seria sua utilização na alimentação de animais ruminantes. Portanto, a alta umidade é descrita como o principal limitante para a conservação de alimentos, sendo uma das principais características necessárias para o processo de produção de silagem de boa qualidade e o teor de matéria seca, com valores ótimos entre 25 a 30%, sendo o ideal próximo a 34% (FREITAS et al., 2006).

O elevado teor de água, contido nas cascas (cerca de 90%), tornaria antieconômico qualquer processo visando parcial desidratação do material, uma vez que este resíduo da banana madura apresenta 25% do peso do fruto. Portanto, o descarte das cascas de banana causa problemas ambientais e atualmente, existem poucos trabalhos na literatura que mencionam o aproveitamento destes resíduos.

Uma alternativa que vem sendo estudada é a desidratação. Neste processo é realizada a remoção parcial da água presente no fruto ou na casca madura do fruto a partir da exposição deste ao ar com temperatura elevada. Essa redução na quantidade de água está relacionada com a diminuição na atividade microbológica e enzimática, o que reduz a degradação dos mesmos. O baixo custo e a fácil aplicação são fatores que favorecem a utilização desse processo na indústria, de forma que agrega valor ao produto e aumenta consideravelmente o seu tempo de prateleira (PONTES, et al., 2010).

Neste contexto, propõe neste trabalho outra forma de processamento e conservação dos produtos advindo da casca de banana madura enriquecida com micro-organismo submetida a uma fermentação semissólida em meio ambiente. Após o período de fermentação, passa por uma secagem para posterior processo de peletização (ARAÚJO et al., 2015).

Estudos da caracterização físico-química de várias cultivares de bananas observaram que os teores de açúcares solúveis variam de 12, 34% a 20,65%. Considerando a eficácia da levedura utilizar carboidratos solúveis para síntese de proteínas, o trabalho teve como objetivo o aproveitamento da casca de banana utilizando a levedura para o enriquecimento nutricional através de processos biotecnológicos para produção de ração animal peletizada.

## MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada foi a casca de banana para a formação do substrato adquirida de bananas de diversas variedades e avançado estado de maturação. As cascas de banana foram obtidas no Refeitório da Unidade Acadêmica Especializada em Especializada em Ciências Agrárias – Escola Agrícola de Jundiá da Universidade Federal do Rio Grande do Norte no campus de Macaíba. O município de Macaíba fica localizado a 26 km de Natal, possui clima tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa no período de março a julho. Temperaturas médias anuais: máxima 32 0C; média: 27 0C e mínima 21 0C. Precipitação pluviométrica média anual de 1,058 mm e umidade relativa anual de 76%.

O micro-organismo utilizado foi a levedura da espécie *Saccharomyces cerevisiae* prensada, liofilizado da marca Gold Veja contendo em média 63% de proteína bruta (PB) doada pela Unidade de Panificação da Escola Agrícola de Jundiá-UAECA-UFRN.

A fonte de nitrogênio não proteico utilizada foi a ureia (NHRCO-NH<sub>2</sub>), um composto orgânico sólido, branco, inodoro, solúvel em água e higroscópico. Com 42% de nitrogênio, que multiplicado pelo fator 6,25%, comum para proteínas, correspondem a 262% deste nutriente. A ureia pecuária utilizada neste trabalho foi doada pelo estábulo da mesma Unidade citada anteriormente, com a finalidade de acelerar o crescimento do micro-organismo.

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. O período de fermentação em meio semissólido foi de 24 horas em temperatura ambiente. Após este período as amostras foram acondicionadas em recipientes de plásticos hermeticamente fechados e identificados, armazenadas em freezer horizontal com temperatura entre -10 e -15 0C. Após a retirada das últimas amostras coletadas no período de 24 horas, as mesmas foram retiradas do freezer colocadas em caixa de isopor para serem levadas ao Laboratório de Alimentação e Nutrição Animal do Campus Central da UFRN em Natal.

O aglutinante utilizado na peletização foi o melaço do subproduto da fabricação de açúcar-de-cana oriunda de usina açucareira do estado utilizada na alimentação dos animais da referida Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias - EAJ-UFRN. O melaço é rico em açúcar, uma boa fonte de energia e muito palatável, no entanto, pode ser utilizado como substrato para o crescimento do micro-organismo além de ser um aglutinante para formação dos *pellets* conforme metodologia por (ARAÚJO et al.,2015).

Após 24 horas de fermentação do material enriquecido realizou-se a secagem em estufa com circulação de ar à temperatura de 65<sup>0</sup>C, por um período de 72 horas. Após a secagem, foi determinada a composição químico-bromatológica dos pellets correspondentes aos seguintes tratamentos: T1 = Casca de

banana na forma *in natura*; T2= Bagaço de laranja + 2% de levedura; T3= Bagaço de laranja + 2% de levedura + 1% de ureia; T4 = Bagaço de laranja +2% de levedura + 2% de ureia; T5 = Bagaço de laranja + 2% de levedura + 3% de ureia; T6 = Bagaço de laranja + 2% de ureia.

Houve a necessidade de fazer uma secagem prévia, ou seja, amostra seca ao ar (ASA), pois os resíduos apresentaram teores acima de 15% de umidade, as amostras precisaram ser secas em estufa com circulação de ar forçada a uma temperatura entre 55 a 60<sup>0</sup>C por 72 horas (AOAC, 2005).

Para a obtenção do farelo da casca de banana realizou-se uma secagem definitiva em estufa de ventilação de ar forçado a temperatura de 105<sup>0</sup>C por um período de quatro horas. Após esta secagem o material foi triturado em um moinho de facas ou ciclone com peneiras de 1 mm.

O teor de proteína bruta foi determinado pela quantificação de nitrogênio total da amostra, utilizando-se o micro destilador Kjeldhal (Figura 8) de acordo com o método descrito pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC). O teor de nitrogênio foi convertido em teor de proteína multiplicando-se o valor encontrado pelo fator 6,25.

O cálculo usado foi o seguinte:

Cálculo da PB

$$\%NT = (V_a - V_b) \times F \times N \times 0,014 \times 100 / ASA \text{ (g)},$$

na qual:

$$FC = 1,0390 \text{ E } NR = 0,10309$$

$$\%PB = \%NT \times 6,25$$

$$\%PB \text{ MS} = \text{Média PB (\%)} / ASE * 100$$

O extrato etéreo foi determinado por extração com éter sulfúrico, durante quatro horas, segundo o método indicado pela (A.O.A.C, 2005).

Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN), a amostra foi tratada com detergente neutro e amilase para a separação das fibras insolúveis no meio. Essas fibras constituem basicamente de celulose, hemicelulose, lignina e proteína lignificada. A amilase foi utilizada para realizar a hidrólise do amido e impedir a sua gelatinização. Em seguida, o precipitado foi secado em estufa á 105<sup>0</sup> C e pesado. Conhecendo o peso final do resíduo, esse foi incinerado a 550<sup>0</sup>C. A incineração destruiu todo material fibroso, permanecendo apenas o resíduo mineral. O teor de fibra detergente neutro na amostra foi obtido pela diferença dos pesos do cadinho, antes e após a incineração, de acordo com o método da AOAC (2005).

Na determinação da fibra em detergente ácido (FDA), utilizou-se um detergente ácido específico, para solubilizar o conteúdo celular, e a hemicelulose. Além da maior parte da proteína insolúvel. Obteve-

se um resíduo insolúvel no detergente ácido, denominado Fibra em detergente ácido, constituído, em sua quase totalidade de lignina e celulose, de acordo com o método da (AOAC, 2005).

A fração de hemicelulose é determinada pela diferença entre a fração da F.D.N. e da F.D.A. A fração de hemicelulose, constitui-se um grupo de substâncias em que se incluem os polímeros de pentoses (xilose, ribose, etc.) e certos polímeros de hexoses e ácidos urânicos, conforme SILVA (1998).

Para a determinação do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) foi determinada utilizando os resíduos da análise de fibra em detergente neutro para determinação de que é determinado pela quantificação de nitrogênio total da amostra, utilizando-se o micro destilador Kjeldhal de acordo com o método descrito pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC). O teor de nitrogênio foi convertido em teor de proteína multiplicando-se o valor encontrado pelo fator 6,25.

O nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foi determinado utilizando os resíduos da análise de fibra em detergente ácido para quantificação de nitrogênio total da amostra através do o micro destilador Kjeldhal de acordo com o método descrito pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC). O teor de nitrogênio foi convertido em teor de proteína multiplicando-se o valor encontrado pelo fator 6,25.

Os dados foram analisados segundo o delineamento inteiramente casualizado, contendo quatro tratamentos e três repetições, obtendo-se doze parcelas, sendo que cada uma foi constituída por um alimento. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5,0 de probabilidade, utilizando o programa Estatístico SIVAR (FERREIRA, 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 observa-se que os valores dos teores de matéria seca dos tratamentos na forma *in natura* ou tratamento controle foi de 99,19%, enquanto que os demais tratamentos apresentaram 96,33%; 96,33% e 93,88%, respectivamente. A concentração da matéria seca do tratamento controle ( $P > 0,005$ ) foi reduzindo gradativamente nos tratamentos processados com a levedura e ureia. Apenas os tratamentos três e quatro apresentaram valores iguais no teor deste nutriente, ou seja, mesmo inoculando o substrato com 2% de levedura e 1% de ureia não houve diferença estatística nos valores obtidos. Os resíduos de banana (casca) após o processo apresentaram valores de matéria seca similar e maior aos recomendados pelas normas de alimentação proposta pela NRC (2001), pois seu teor de matéria seca apresenta valor até 96,33%. Com maior concentração do teor de matéria seca no produto final espera-se que a utilização dos mesmos na dieta dos animais venha atender em parte as necessidades nutritivas do rebanho na época de escassez de alimentos.

Para os valores de proteína bruta o tratamento dois e três não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ). Todos os tratamentos obtiveram valores proteicos maiores que o encontrado no tratamento controle (5,22%). Os teores proteicos para o tratamento dois e três foi de 12,33%, apresentando mais de 100% de aumento deste nutriente. Quando inoculou o tratamento com 2% da levedura + 2% de ureia, houve uma elevação do teor proteico bastante expressivo em relação ao tratamento controle. Este fato deve ter ocorrido devido a maior produção de proteína unicelular realizada pelo crescimento do micro-organismo no substrato favorecido pela adição de nitrogênio não proteico que auxilia no crescimento microbiano. O valor proteico adquirido no tratamento quatro foi similar ao teor proteico encontrado no farelo de algodão (24%), concentrado convencional muito utilizado na região semiárida.

Os valores de extrato etéreo presentes no tratamento na forma *in natura* e processada apresentaram valores de 7,45%; 5,92%; 5,92% e 7,3%, respectivamente. Os tratamentos dois e três não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ). O limite de extrato etéreo é de 6 a 7% na matéria seca, apesar de ter sido aumento discreto na porcentagem deste nutriente, pode haver interferência na fermentação ruminal, na taxa de passagem do alimento e na sua digestibilidade, segundo (NRC, 2001).

Verificou-se na Tabela 1. que os seguintes valores de FDN para o tratamento controle e processados foram: 55,27%; 53,72%; 53,72% e 52,33%, respectivamente. Após o enriquecimento proteico das cascas de bananas apresentou valores de FDN significativo ( $P < 0,05$ ) para o tratamento controle em relação aos outros tratamentos. O tratamento controle apresentou valor de FDN de 54% e acima de 52,33% para os demais tratamentos. Estes valores estão de acordo com FIGUEIREDO (1996), que afirma que os alimentos com percentuais de FDN acima de 35% garantem teor normal de gordura do leite.

Através da otimização do processo de enriquecimento proteico do resíduo da banana (casca) obteve-se teores médios de fibra em detergente ácido (FDA) que diferiram significativamente entre si ( $P < 0,05$ ) para os tratamentos um e quatro. E para os tratamentos dois e três não houve diferença estatística entre si ( $P > 0,005$ ). Estes valores estão acima de 26% de acordo com a NRC (2001) na base da matéria seca. Este valor está de acordo com as recomendações do NRC (2001) para alimentação de vacas em lactação que é exigido no mínimo de 21% de FDA, com pelo menos 75% de FDN proveniente de volumoso. As cascas de bananas enriquecidas proteicamente apresentaram teor de FDA suficiente para a interação entre a fibra e os carboidratos não fibrosos contidos na ração que irá promover fermentação adequada, em função da efetividade física da fibra e provocar maior mastigação e ruminação, garantindo as condições normais do rúmen, produção e teor de gordura no leite de acordo com SLATER (2000).

Observa-se ainda que existe uma correlação negativa entre o teor de FDA e o teor protéico, ou seja, quando ocorre aumento no teor protéico há uma diminuição no teor de FDA. Este fato pode ser atribuído ao consumo dos carboidratos solúveis pelos micro-organismos para síntese de proteína, mas não

ocorre o consumo de carboidratos fibrosos como celulose, lignina, pois a *Saccharomyces cerevisiae* só metaboliza carboidratos solúveis monossacarídeos.

Verificou-se os valores de hemicelulose na forma *in natura* e processada de 11,88%; 15,44%; 15,44% e 8,87%, respectivamente. Como nos demais experimentos os tratamentos dois e três não apresentaram diferença estatística entre si ( $P > 0,05$ ), enquanto para os tratamentos um e quatro estes apresentaram diferença estatística entre si ( $P < 0,005$ ). pode-se observar que os teores de hemicelulose apresentaram perfis iguais de FDN e FDA. Este fato pode ser justificado devido a hemicelulose ser um carboidrato não metabolizável pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*, mas sim pela ureia.

**Tabela 1.** Caracterização das cascas de banana na forma *in natura* e processada

*VARIÁVEIS	TRATAMENTOS			
	I	II	III	IV
<b>UM</b>	0,8167c	3,667b	3,667b	6,12a
<b>MS</b>	99,19a	96,33b	96,33b	93,88c
<b>PB</b>	5,28c	12,33b	12,33b	24,09a
<b>EE</b>	7,45a	5,92c	5,92c	7,3b
<b>FDN</b>	55,27a	53,72b	53,72b	52,33c
<b>FDA</b>	43,4b	38,28c	38,28c	43,46a
<b>HEM</b>	11,88b	15,44a	15,44a	8,87c
<b>PIDA</b>	0,53c	2,75b	2,75b	3,94a
<b>PIDN</b>	1,75c	3,26a	3,26a	2,77b

\*Determinações no teor de matéria seca; **UM** = Umidade; **MS** = Matéria seca; **PB** = Proteína; **EE** = Extrato etéreo; **FDN** = Fibra em detergente neutro; **FDA** = Fibra em detergente ácido; **HEM** = Hemicelulose; **PIDA** = Proteína insolúvel em detergente ácido; **PIDN** = Proteína insolúvel em detergente neutro.

Verificou-se ainda na Tabela 1 que os valores de PIDA (% de N total) encontrados para o tratamento controle foi de 0,53% e para os tratamentos processados foram de 2,75%; 2,75% e 3,94%. Os tratamentos dois e três não deferiram entre si ( $P > 0,05$ ), portanto, os tratamentos um e quatro apresentaram diferença estatística entre si ( $P < 0,05$ ). Portanto, os teores de PIDA (% N total) foram

elevados durante o processo de enriquecimento proteico e provavelmente pode ter decorrido de as enzimas produzidas não girem sobre o nitrogênio ligados aos constituintes da parede celular.

Os valores encontrados para NIDN (% de N total) dos resíduos de banana na forma *in natura* e processada foram de 1,75%; 3,26%; 3,26% e 2,77%, respectivamente. O perfil de NIDN (% N de total) para os tratamentos dois e três não diferiram entre si ( $P > 0,05$ ) e os tratamentos um e quatro houve diferença estatística entre si ( $P < 0,05$ ). Dessa forma, os valores de NIDN (%N total) elevaram -se de forma linear dos tratamentos processados em relação ao tratamento *in natura*.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que o uso dos resíduos de banana (casca) pode suprir as necessidades nutricionais dos animais no período de escassez de alimentos nas regiões de alta produção da fruta. Potencialmente as cascas de bananas enriquecidas com micro-organismo adequado pode substituir em parte as dietas de vacas leiteiras, sendo um resíduo agroindustrial de baixo custo, causando assim grande impacto ao meio ambiente.

## 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. 2004. 195f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB

ARAÚJO, L. F.; MEDEIROS, A. N.; PERAZZO NETO, A.; OLIVEIRA, L. S. C.; SILVA, F. L. H. Protein enrichment of cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) using *Saccharomyces cerevisiae* in solid-state fermentation. **Brasilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. Special, p. 161-168, 2005.

ARAÚJO, L. F.; AGUIAR, E. M.; COELHO, R. R. P. “**Processo biotecnológico para produção de ração peletizada contendo resíduos de caju**”. Patente de Invenção: submetida ao NIT-UFRN Número do registro - BR 10 2015 025182 3 data de depósito: 01/10/15 Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal – RN. Brasil.

ELIYAHU, D.; YOSEF, E.; WEINBERG, Z.G. HEN, Y.; NIKBACHAT, M.; SOLOMON, R.; 312 MABJEESH, S.J. Composition, preservation and digestibility by sheep of wet by-products from 313 the food industry. **Animal Feed Science and Technology**, 2015.

EMAGA, H. T. et al. Ripening influences banana and plantain peels composition and energy contented. **Tropical Animal Health and Production**. vol. 43, p. 171-177. Kluwer Academic Publishers. Boston, 2011.

FERREIRA, D. F. **Sistema para análise de variância (Sisvar)**. Apostila, UFLA: Lavras, 2000. 38p.

FIGUEIREDO, M. P. **Nutrição de bovinos leiteiros e reações metabólicas**. Bahia Agrícola, v.1, n.2, p. 51, 1996.

FREITAS, A.W. de P; PERREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; COSTA, M.G.; LEONEL, F.P.; 316 RIBEIRO, M.D. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos 317 microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 318 Viçosa, v.35, n.1, 2006.

GONDIM, J.A.M; MOURA, M.F.V; DANTAS, A. S; MEDEIROS, R.L.S; SANTOS, K.M. composição centesimal e de minerais em cascas de frutas. Campinas, Ciência e Tecnologia de Alimentos, v. 25, n.4, p.825-827, dez.2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA. **Levantamento Sistemático 327 da Produção Agrícola**. Rio de Janeiro v.29 n.7 p.1-87, 2016.

N.R.C. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. (Washington). **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed. Washington: National Academy of Science, (Nutrient requirements of domestic animals, 6) v.1. p.157,2001.

PONTES, S.F.O; CARNEIRO, J.C.S.S.; BONOMO, P.; CHAVES, M.A. Processamento e qualidade de banana da terra (*musa sapientum*) desidratada. Itapetinga, Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos de Alimentos) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. 86p.2009.

RIBEIRO, W. S.; COSTA, L.C.; ALMEIDA, E.I.B. CARNEIRO, G.G.; BARBOSA, J.A. 351 Procedência, qualidade e perdas pós-colheita de banana Pacovan no mercado atacadista da 352 EMPASA de Campina Grande, PB. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.4, n.3, p.33-42, 2010.

SILVA, J.D. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Editora UFV. São Paulo, 1998.

SLATER, A.L., EASTRIDGE, M.L. FIRKINS, J.L. **Effectes of starch source and leved of forage neutral detergent fiber on performance by dairy sews**. Journal of Dray Science. v.83, n.2, p. 313–321,2000.