



Avaliação do Valor Nutricional de Resíduos do Processamento da Macaúba como Potencial Ingrediente para Ração Animal

Nutritional Value Assessment Macaúba Processing Waste as a potential ingredient for Animal Feed

Claudiomira Zardo Palacio Revello¹; Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes²;
Jorge Luiz Raposo Junior³; Rozanna Marques Muzzi¹

¹Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, 79804-970 Dourados – MS, Brasil; ²Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, Rodovia Dourados-Itahum, Km 12, 79804-970 Dourados – MS, Brasil; ³Instituto de Química, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS, Cidade Universitária, Campo Grande - MS 79090-900, rozannamuzzi@ufgd.edu.br

Resumo

Os resíduos da agroindústria vêm sendo muito utilizados podendo ser considerados como intermediários na obtenção de novos produtos com alto valor agregado, contribuindo assim, com as questões ambiental e de sustentabilidade. Nesse contexto, destacamos a macaúba, *Acrocomia aculeata*, pertencente à família *Arecaceae*, uma espécie comumente encontrada no Cerrado brasileiro. Essa espécie vem sendo estudada tanto pelas suas propriedades farmacológicas como na aplicação como biocombustível. Visando o aproveitamento dos resíduos oriundos da extração de óleo da macaúba como ingrediente em ração animal, no presente trabalho foram caracterizados os farelos da polpa e amêndoa e o epicarpo quanto aos teores de cinzas, proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, lignina, celulose, fibra bruta, extrato etéreo, digestibilidade *in vitro*, bem como alguns elementos minerais. Os resultados dessas análises revelaram os altos teores de proteína e fibras do farelo da amêndoa, a alta digestibilidade do farelo da polpa e o alto percentual de ferro no epicarpo.

Palavras-chave: frutos do Cerrado; farelo de macaúba; *Acrocomia aculeata*; alimentação animal.

Abstract

Agribusiness residues have been widely used and can be considered as intermediaries in obtaining new products with high added value, thus contributing to environmental and sustainability issues. In this context, we highlight the macaúba, Acrocomia aculeata, belonging to the family Arecaceae, a species commonly found in the Brazilian Cerrado. This species has been studied both for its pharmacological properties and for its application as a biofuel. Aiming to use the residues from the extraction of oil from macauba as an ingredient in animal feed, in the present work the pulp and almond bran and the epicarp were characterized in terms of ash, crude protein, neutral and acid detergent fiber, lignin, cellulose, crude fiber, ether extract, in vitro digestibility, as well as some mineral elements. The results of these analyzes revealed the high protein and fiber content of the almond bran, the high digestibility of the pulp bran and the high percentage of iron in the epicarp.

Keywords: Cerrado fruits; bran macaúba; *Acrocomia aculeata*; animal feed.



Introdução

No Brasil, os biomas Cerrado e Pantanal apresentam rica biodiversidade de espécies frutíferas com potencial em escala comercial, quer seja nos setores alimentício, farmacêutico e oleoquímico, destacando-se palmáceas que apresentam vantagens como maior produtividade por hectare, poucas exigências no cultivo e aproveitamento integral da planta (CICONINI, 2013).

A. aculeata, conhecida localmente como macaúba, é típica do Cerrado e tem sido amplamente estudada devido às suas propriedades farmacológicas (MUZZI, 2018, ARENA, 2018), assim como pela alta estabilidade de seus óleos, o que indica a possibilidade de aplicação em várias áreas, incluindo a de biocombustíveis (OLIVEIRA, 2017).

A macaúba, segunda oleaginosa mais produtiva em relação à quantidade de óleo por hectare, com rendimento em torno de 30% de óleo no fruto fresco, é uma palmeira de ampla distribuição em ambos os biomas, destacando-se pelo valor nutricional do fruto *in natura* e na qualidade dos produtos que podem ser obtidos nas diversas fases de seu processamento industrial (TRENTINI, 2017).

Dos subprodutos gerados no processamento desses frutos para produção de óleo, destacam-se os farelos da polpa e da amêndoa, bem como o epicarpo ou casca – parte mais externa do fruto – que podem ser destinados, por exemplo, à alimentação animal. No geral, os resíduos são compostos por vitaminas, minerais, fibras, compostos antioxidantes e nutrientes, porém na maioria das indústrias eles são desperdiçados, apesar do grande potencial para novas e ricas fontes alimentares, bem como a contribuição com a preservação ambiental (NASCIMENTO FILHO; FRANCO, 2015).

O aproveitamento de inúmeras toneladas de resíduos gerados da agroindústria tem sido considerado um procedimento sustentável, de interesse econômico e ambiental, havendo a necessidade da investigação científica e tecnológica que possibilite sua utilização eficiente, econômica e segura (SOUSA et al., 2011).

A utilização racional de resíduos tais como: bagaços, farelos, cascas, caroços, na dieta alimentar de ruminantes que, de forma geral, tem a capacidade de aproveitar fontes alimentares não utilizáveis por monogástricos, pois o rumem, pela sua microbiota, tem a capacidade de transformar resíduos vegetais em nutrientes, pode contribuir para redução dos custos com a alimentação, o qual equivale a 70% dos custos da atividade deixando, ainda, de ser uma fonte de lixo orgânico (GIORDANI JUNIOR et al., 2014).

Os coprodutos da agroindústria utilizados como fontes alternativas de proteína para a nutrição de ruminantes estão em ascendência, pois podem substituir os alimentos convencionais, como milho e soja, reduzindo-se o custo de alimentação (MENDONÇA et al., 2015). No entanto, as tortas ou farelos oriundos da extração de óleo de fontes não tradicionais, não têm despertado atenção especial quanto à valorização financeira, principalmente pelo desconhecimento de suas



potencialidades nutricionais e possibilidade de elevação da margem de lucro para os produtores (GOES et al., 2016).

Mesmo que o desempenho animal seja dependente de fatores genéticos e ambientais, sabe-se que a eficiência alimentar também desempenha um importante fator no desenvolvimento dos mesmos, sobretudo quando se considera o uso de rações que possibilitem o máximo crescimento, devendo-se neste caso levar em consideração não apenas um único nutriente presente, mas o conjunto deles, bem como suas interações e ingestão máxima (SALMAN et al., 2010).

Visando o aproveitamento dos resíduos da extração de óleos da macaúba em nutrição animal, nesse trabalho os farelos da polpa e amêndoa e o epicarpo da macaúba foram caracterizados quanto aos teores de cinzas, proteína bruta, fibra em detergente neutro e ácido, lignina, celulose, fibra bruta, extrato etéreo, digestibilidade *in vitro*, bem como os elementos minerais: cobre, manganês, ferro, zinco, cálcio e magnésio.

Material e métodos

Preparação dos materiais

Os frutos de macaúba foram coletados na região do Panambi, distrito da cidade de Dourados-MS.

Os farelos da polpa e da amêndoa foram provenientes da extração de óleo por metodologia convencional (extração por hexano, soxhlet, 4 horas), cujo processamento objetivou a obtenção do óleo vegetal. Os farelos obtidos desse processo foram armazenados em freezer (-5°C) após evaporação do solvente à temperatura ambiente.

O epicarpo, casca exterior, após sua remoção, foi moído e armazenado em freezer (-5°C) até seu uso.

As amostras dos farelos de polpa e amêndoa foram trituradas em liquidificador industrial, já o epicarpo foi moído em moinho da marca Tecnal de rotor tipo ciclônico provido na saída com peneira de 1 mm.

Caracterização física e química

A determinação das propriedades físicas e químicas: massa seca (MS), cinzas ou matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose, extrato etéreo ou gordura bruta (EE), fibra bruta (FB) e digestibilidade *in vitro* das amostras do farelo da polpa, farelo da amêndoa e epicarpo, foi



realizada em triplicata, no Laboratório de Nutrição Animal/ Faculdade de Ciências Agrárias/UFGD.

As mesmas amostras foram submetidas à análise de minerais, sendo todos os ensaios realizados também em triplicata, no Laboratório de Cromatografia e Espectrometria Aplicada-LECA/ Faculdade de Ciências Exatas e Tecnologia/UFGD.

Análises do Teor Nutricional

Para a realização das diversas análises, seguiu-se a metodologia de Silva e Queiroz, (2002), com exceção da análise de FDN e FDA que seguiu Detmann et al., (2012). O teor de matéria seca foi determinado utilizando-se estufa à temperatura de 105°C por 16 h. As cinzas resultaram da incineração das amostras em mufla a 600°C por 4 h. A proteína bruta foi determinada pelo método clássico de kjeldahl. A fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA) pelo método Van Soests. A lignina foi determinada a partir da FDA, pelo método permanganato, e, de forma sequencial a queima do resíduo da lignina por 3 h a 500°C, quantificou o percentual de celulose.

A determinação do teor de gordura foi feita pelo extrato etéreo, onde a amostra é tratada com hexano à ebulição em aparelho determinador de óleos e graxas (marca Marconi MA 044/8/50) para o máximo de extração das frações solúveis. Para o cálculo da fibra bruta, as amostras foram submetidas às digestões ácidas e básicas, sendo o resíduo dessas digestões queimado em mufla a 500°C por 2 h. E, por fim a digestibilidade *in vitro* que consiste em submeter às amostras em contato com o líquido ruminal tentando reproduzir as condições do rúmen do animal (temperatura de 39°C, anaerobiose e pH em torno de 7) promovendo o processo fermentativo. O teste é feito em duas etapas, sendo na segunda, após 48 h do início do teste, adicionado solução ácida de pepsina, buscando neste estágio o desdobramento das proteínas.

A determinação de macro e microminerais foi realizada pelo método espectrofotométrico. As amostras foram submetidas a tratamento inicial com adição de ácido nítrico concentrado nas amostras pesadas em tubos específicos e deixadas em repouso por 12 h. Após esse período para iniciar a digestão orgânica em bloco digestor, adicionou-se ácido clorídrico concentrado e peróxido de hidrogênio (30 volumes). As amostras foram aquecidas lentamente até atingir uma temperatura de 180°C, por aproximadamente 4 h, até se observar o clareamento da solução.

Após as amostras arrefecerem, foram filtradas e avolumadas com água destilada para 25 mL, sendo realizada desta diluição a leitura dos micro elementos: Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn) e Zinco (Zn). Já para os macronutrientes: Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), os extratos foram diluídos 20 vezes em meio a 1% (P/V) de Óxido de Lantânio III.

A quantificação dos elementos foi realizada por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando-se uma curva padrão para cada mineral. As soluções estoque foram preparadas a partir de soluções padrão dos metais (SpecSol, sendo rastreadas pela SRM 682 para Cu, Mg, Zn, Ca e Mg e SRM 3126a para o Fe), em concentrações de 1000 µgL⁻¹. Para se determinar a



faixa linear foram construídas curvas de calibração com concentrações crescentes das soluções de referência.

Para todas as medidas experimentais foi utilizado o equipamento espectrômetro de absorção atômica em chama AA 240FS equipado com lâmpadas de cátodo oco monoelementares, estando todas as condições de operação listadas na Tabela 1.

TABELA 1. Parâmetros instrumentais do espectrômetro AA 240FS utilizados para determinação de Cu, Fe, Mn, Zn, Ca e Mg em todas as medidas experimentais.

Parâmetros Instrumentais	Cu	Fe	Mn	Zn	Ca	Mg
Fonte de radiação	LCO*					
Linha atômica (nm)	324,8	248,3	279,5	213,9	422,7	202,6
Corrente de lâmpada (mA)	4	5	5	5	10	4
Fenda de saída (nm)	0,5	0,2	0,2	1,0	0,5	1,0
Composição da chama	Ar/Acetileno					
Vazão de acetileno (L min ⁻¹)	2,0				2,2	2,0
Vazão de oxidante (L min ⁻¹)	13,0				13,4	13,0
Queimador (mm)	100				50	
Taxa de aspiração (mL min ⁻¹)	5,0					
Medida	Absorbância					
Método de Calibração	Padrão externo					

*LCO: lâmpadas de cátodo-oco.

Todos os parâmetros foram analisados para cada tratamento experimental utilizando-se o programa Microsoft Excel 2010, como ferramenta para aplicar o teste *t* de Student, a partir da média e do desvio padrão das amostras, determinando-se os parâmetros relevantes, para um nível de confiança de 95%.

Resultados e discussão



Os resultados obtidos da composição química dos farelos da polpa, da amêndoa e do epicarpo da macaúba, são apresentados na Tabela 2.

TABELA 2. Composição química dos resíduos da extração do óleo de macaúba em base seca.

Análises realizadas (%)	Amostras		
	Farelo polpa	Farelo amêndoa	Epicarpo
Matéria Seca	85,41 ± 0,94	95,10 ± 0,06	92,18 ± 0,96
Cinzas	6,61 ± 0,07	3,11 ± 0,08	4,95 ± 0,07
Proteína Bruta (PB)	4,83 ± 0,33	23,72 ± 0,61	3,31 ± 0,21
FDN	60,51 ± 3,35	72,14 ± 2,66	67,79 ± 0,70
FDA	14,89 ± 0,37	47,34 ± 2,55	47,00 ± 0,74
Lignina	3,17 ± 1,19	21,68 ± 3,35	7,32 ± 0,25
Celulose	9,48 ± 0,51	22,55 ± 1,59	38,20 ± 0,83
Celulose Teórica*	10,29	24,32	36,37
Hemicelulose Teórica**	75,40	119,48	114,79
MO Teórica***	93,39	96,89	95,05
Fibra Bruta (FB)	10,84 ± 0,66	40,77 ± 1,18	45,06 ± 1,61
Extrato Etéreo	4,57 ± 0,20	37,98 ± 1,60	9,69 ± 0,68
Digestibilidade	96,73 ± 2,40	82,17 ± 4,05	35,28 ± 3,21

Dados apresentados como média dos valores ± desvio padrão das determinações em triplicata; FDN: Fibra em Detergente Neutro; FDA: Fibra em Detergente Ácido; Celulose Teórica*: % FDA - % Lignina; Hemicelulose Teórica**: % FDN + % FDA; MO: Matéria Orgânica Teórica*** = 100 - Cinzas.

Pela análise de cinzas, que é um indicativo de quão rica é a amostra em elementos minerais, pode-se verificar um maior índice no farelo da polpa seguido do epicarpo e, por último do farelo da amêndoa. Já a análise de proteína bruta evidenciou que o farelo da amêndoa possui maior valor proteico, confirmando com isso ser muito valorizado como ingrediente para compor a ração animal. Este mesmo farelo, comparado ao farelo da polpa, também apresentou valor mais elevado para análise de FDN, FDA, lignina, celulose, fibra bruta e extrato etéreo, sendo classificado como volumoso (FB > 18% na matéria seca) seco (umidade < 12%). Já o farelo da polpa pode ser classificado como concentrado (FB < 18% na matéria seca) energético (PB < 20% na matéria seca) (GONÇALVES et al., 2008; SALMAN et al., 2010).

Os altos valores de FDN são indicativos de limitação de seu uso em grandes quantidades, devido ocasionar enchimento no trato gastrintestinal, dificultando a digestão pelas enzimas alimentares do organismo animal e a absorção no intestino, sendo os componentes principais dessa fibra:



celulose, hemicelulose e lignina dentre outros. A fibra interfere no desempenho do animal estimulando a mastigação, contribuindo para manutenção dos padrões fermentativos promovendo transformações substanciais no ecossistema microbiano do rumem, além de servir como substrato para os microrganismos presentes (ALVES et al., 2016; DUARTE et al., 2018).

Nesta mesma linha, valores de FDN superiores a 60% como os encontrados nessas amostras, são descritos por Van Soest (1994) como a relação que esses valores de fibra têm com a densidade volumétrica do alimento, representando assim a fração de digestão lenta, correlacionando com o enchimento ruminal e o consumo da matéria seca. Já a FDA, composta basicamente por celulose e lignina (fração menos digestível do alimento) relaciona esta fração de fibra com a digestibilidade do alimento, podendo ser visto na Tabela 2, que o epicarpo e o farelo da amêndoa são os que possuem os maiores valores para FDA, lignina e celulose, sendo confirmado nesta mesma tabela o menor índice de digestibilidade para estas amostras em relação ao farelo da polpa. Estes índices confirmam o elevado teor de parede celular e grau de lignificação da casca da macaúba (epicarpo) e do farelo de amêndoa.

A fibra alimentar, com valores mais elevados para o farelo da amêndoa seguida do epicarpo, está ligada a aspectos positivos no organismo humano como redução de pressão sanguínea e efeitos antioxidantes, sendo associados a uma diminuição na incidência de doenças crônicas não transmissíveis, como câncer do trato gastrointestinal, o que ressalta a importância em se agregar alimentos ricos nestes nutrientes a uma dieta alimentar saudável (CHO; DREHER, 2001; DHINGRA et al., 2012).

Em geral os volumosos contêm baixos teores de gordura assim, este nutriente tende a estar sempre em pequenas quantidades nas dietas de ruminantes. Por outro lado, deve ser observado que dietas com excessivas quantidades de gordura podem causar mudanças na fermentação ruminal, pois um dos efeitos dos lipídeos é a redução do crescimento microbiano, podendo afetar a degradação ruminal (RUFINO et al., 2011; SOBREIRA et al., 2012).

Os maiores valores de extrato etéreo (EE) foram observados para o farelo da amêndoa (37,98%) e para o epicarpo (9,69%). Os altos teores de lipídios observados no caso dos farelos estão relacionados, possivelmente, ao processamento no momento da extração do óleo, que permite residual maior ou menor dependendo das técnicas utilizadas.

A Tabela 3 mostra os elementos minerais que foram determinados experimentalmente, bem como seus limites de quantificação, os parâmetros da curva analítica e o coeficiente de correlação.

TABELA 3. Elementos minerais dos farelos da polpa, da amêndoa e do epicarpo da macaúba, limite de quantificação, parâmetros da curva analítica e coeficiente de correlação.

Elemento	L.Q. (µg/g)	Equação da Curva Analítica	R ²
Cu*	2,25	$A = 0,12466.C_{Cu} - 2,02. 10^{-3}$	0,99986
Mn*	2,13	$A = 0,14299.C_{Mn} + 2,47. 10^{-3}$	0,99975



Fe*	1,25	$A = 0,06593.C_{Fe} - 5,03.10^{-6}$	0,99949
Zn*	2,75	$A = 0,26264.C_{Zn} - 1,27. 10^{-3}$	0,99924
Ca**	1,50	$A = 0,04548.C_{Ca} - 1,13.10^{-4}$	0,99979
Mg**	1,00	$A = 0,02089.C_{Mg} - 9,70.10^{-4}$	0,99953

*: Concentrações dos elementos em $\mu\text{g/g}$; **: Concentrações dos elementos em mg/g ; L.Q.: Limite de Quantificação; A: Absorbância; C: Concentração do analito; R²: Coeficiente de correlação da regressão.

Os valores apresentados na Tabela 4 mostram que as maiores concentrações para todas as amostras foram no teor de cálcio e magnésio e, as menores em cobre. Para o caso do elemento cálcio, que oscilou entre 0,97 e 1,47 mg/g e, levando-se em consideração os valores mencionados por Barbosa (2004), no balanceamento de dietas para vacas Angus com peso vivo de 533 kg e 8 kg de leite no pico de produção, a exigência nutricional de acordo com os meses de gestação das mesmas, é em torno de 20 a 30 g de cálcio por dia, que para este estudo significaria a ingestão pelo animal de 13 a 20 kg dos farelos obtidos.

TABELA 4. Teores de minerais nos farelos da polpa e amêndoa bem como do epicarpo da macaúba

Amostras	Minerais					
	Cobre ($\mu\text{g/g}$)	Manganês ($\mu\text{g/g}$)	Ferro ($\mu\text{g/g}$)	Zinco ($\mu\text{g/g}$)	Cálcio (mg/g)	Magnésio (mg/g)
FP	$3,54 \pm 0,01$	$3,69 \pm 0,10$	$8,57 \pm 0,67$	$5,05 \pm 0,04$	$1,14 \pm 0,05$	$1,22 \pm 0,02$
FA	$5,03 \pm 0,14$	$19,46 \pm 1,11$	$10,20 \pm 0,79$	$24,20 \pm 1,14$	$1,47 \pm 0,04$	$2,84 \pm 0,04$
EP	< LQ	$5,43 \pm 0,22$	$25,06 \pm 1,32$	$3,85 \pm 0,31$	$0,97 \pm 0,02$	$1,32 \pm 0,09$

Dados apresentados como média dos valores \pm desvio padrão das determinações em triplicata; FP: farelo da polpa; FA: farelo de amêndoa; EP: epicarpo.

Para as fases de lactação é necessário incrementar a quantidade de ração oferecida ao animal em aproximadamente 20%, para atingir uma quantidade de cálcio entre 24 e 36 g por dia (BARBOSA, 2004).

O farelo da polpa apresentou maior teor de magnésio, seguido de cálcio e depois ferro, este na ordem de grandeza $\mu\text{g/g}$. Já o farelo de amêndoa teve o magnésio com maior concentração seguido do cálcio; após aparecem os microminerais zinco e manganês. Para o epicarpo, além dos macronutrientes magnésio e cálcio pode-se observar alto teor de ferro e níveis de cobre inferior ao detectado pelo equipamento.

Neste contexto, em relação aos minerais, é importante avaliar se a dieta consumida pelo animal está correspondendo as suas exigências, pois os alimentos mais comumente utilizados podem conter proporções desequilibradas, com deficiência ou excesso desses elementos, podendo



ocasionar sérios distúrbios metabólicos. Nesses casos, o adequado balanceamento das rações vai apontar a necessidade de uma suplementação para compensar uma deficiência de minerais e, relacionar a absorção desses elementos com a qualidade do alimento consumido (BATISTA; SOUZA, 2015).

Conclusão

O conteúdo de proteína encontrado no farelo de amêndoa da macaúba é um bom indicador para que o mesmo seja utilizado como ingrediente na formulação de ração para ruminantes, diferente da composição deste nutriente nos farelos da polpa e do epicarpo, que apresentam baixo valor proteico. Esse mesmo farelo da amêndoa, em comparação com o farelo da polpa, também resultou em valores mais expressivos para as análises de FDN, FDA, lignina, celulose, fibra bruta e extrato etéreo, sendo classificado como volumoso (FB > 18% na matéria seca) seco (umidade < 12%). Já o farelo da polpa pode ser classificado como concentrado (FB < 18% na matéria seca) energético (PB < 20% na matéria seca).

Das análises de minerais constatou-se que as maiores concentrações para todas as amostras foram no teor de cálcio e magnésio.

Dessa forma, o aproveitamento dos resíduos do processamento da macaúba, do ponto de vista da tecnologia limpa, questões socioambientais e econômicas, mostrou-se viável, visto que as avaliações desses resíduos indicaram o quão promissor é esse substrato no aproveitamento em produtos de dieta animal, colaborando, assim, para evitar o desperdício desses durante a cadeia produtiva.

Essa atividade pode proporcionar um aumento de renda para produtores rurais, principalmente nas propriedades pequenas e médias, trazendo benefícios para a região, evitando o desperdício de um alimento de grande poder nutritivo, tanto na alimentação humana quanto animal e a possível contaminação do meio ambiente em caso de descarte inadequado dos mesmos, bem como a conservação e manutenção dos recursos naturais.

Agradecimentos

CAPES pelo apoio financeiro.

Referências

Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do 1º Congresso Online Internacional de Sementes Crioulas e Agrobiodiversidade - Dourados, Mato Grosso do Sul- v. 15, nº. 4, 2020.



ALVES, A. R. et al. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. *PUBVET*, v.10, n.7, p. 568-579, 2016.

ARENA, A. C. , et al. *Acrocomia aculeata* oil: Beneficial effects on cyclophosphamide induced reproductive toxicity in male rats. *Andrologia*, 50:e13028, 2018.

BARBOSA, F. A., *Alimentos na nutrição de bovinos, 2004*. Disponível em: <http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm>. Acesso em: 26 agosto 2020.

BATISTA, N. L.; SOUZA, B. B. Caprinovinocultura no semiárido brasileiro - fatores limitantes e ações de mitigação. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 11, n. 2, p. 1-9, 2015.

CICONINI, G. et al. Biometry and Oil Contents of *Acrocomia aculeata* Fruits from the Cerrados and Pantanal Biomes in Mato Grosso do Sul, Brazil. *Industrial Crops and Products*, v. 45, p. 208– 214, 2013.

CHO, S. S.; DREHER, M. L. *Handbook of dietary fiber*. New York: Marcel Dekker, 2001. p. 147-155.

DETMANN, E. et al. *Métodos para análise de alimentos*. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2012. 214f.

DUARTE, E. R. et al. Rumen protozoa of different ages of beef cattle raised in tropical pastures during the dry season. *Journal of applied animal research*, v. 46, n. 1, p. 1457–1461. <https://doi.org/10.1080/09712119.2018.1530676>, 2018.

DHINGRA, D.; MICHAEL, M.; RAJPUT, H.; PATIL, R. T. Dietary fibre in foods: a review. *Journal Food Science and Tecnology*, v. 49, n. 3, p.255-266, 2012.

GIORDANI JUNIOR, R. et al. Resíduos Agroindustriais e Alimentação de Ruminantes. *Revista Brasileira de Ciências da Amazônia*, v. 3, n. 1, p. 93-104, 2014.

GOES, R. H. T. B. et al. Coprodutos de crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) na alimentação de ruminantes. *Archivos de Zootecnia*, v. 65 (R), p. 7-16, 2016.

GONÇALVES, L. C.(org.); FERREIRA, D. A.; CARVALHO, W. T. V.; FERREIRA, P. D. S. (org.); RAMIREZ, M. A. Qualidade de ingredientes para alimentação de bovinos. In: BORGES, Iran (org.); *Alimentos para gado de leite*. Belo Horizonte: Editora FEPMVZ, 2009. cap. 30, p. 545-568.



MENDONÇA, B. P. C. et al. Torta de crambe na terminação de bovinos de corte em confinamento [*Crambe meal in finishing of beef cattle in feedlot*]. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 67, n. 2, p. 583-590, 2015.

MUZZI, R. M. et al. Antidiabetic, cytotoxic and antioxidant activities of oil extracted from *Acrocomia aculeata* pulp. *Natural Product Research*, v.33, n.16, p.2413-2416, 2019.

NASCIMENTO FILHO, W. B. DO.; FRANCO, C. R. Avaliação do Potencial dos Resíduos Produzidos Através do Processamento Agroindustrial no Brasil. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 6, p. 1968-1987, 2015.

OLIVEIRA, I. P., Optical Analysis of the Oils Obtained from *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd: Mapping Absorption-Emission Profiles in an Induced Oxidation Process. *Photonics*, v.4, n.1, p. 3, 2017.

RUFINO, L. M. de A. et al. Efeitos da inclusão de torta de macaúba sobre a população de protozoários ruminais de caprinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 40, n. 4, p. 899-903, 2011.

SALMAN, A. K. D.; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. de. *Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos*. 2010. 26f. EMBRAPA. Porto Velho, RO. 2010.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos*. 3. Ed. Viçosa: UFV, 235f, 2002.

SOBREIRA, H.F. et al. Casca e coco de macaúba adicionados ao concentrado para vacas mestiças lactantes em dietas à base de silagem de milho. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v.2, n.1, p. 113-117, 2012.

SOUSA, M. S. B. et al. Caracterização Nutricional e Compostos Antioxidantes em Resíduos de Polpas de Frutas Tropicais. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 3, p. 554-559, 2011.

TRENTINI, C. P. et al. Oil Extraction from Macauba Pulp Using Compressed Propane. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 126, p. 72-78, 2017.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminants*. 2.ed. Ithaca. NY: New York: Cornell University, 1994, 476f.