

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Agrárias (ICA) Campus Regional de Montes Claros
Programa de Pós-graduação em Produção Animal

Tamiris Ferreira de Souza

**Valor nutricional de suplementos concentrados para vacas leiteiras
com farinha de baru em substituição ao fubá de milho**

Montes Claros
2023.

Tamiris Ferreira de Souza

**Valor nutricional de suplementos concentrados para vacas leiteiras com
farinha de baru em substituição ao fubá de milho**

Versão final

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Mário Henrique França Mourthé

Co-orientadoras: Luciana Castro Geraseev
Lívia Vieira de Barros

Montes Claros

2023.

Souza, Tamiris Ferreira de.

S719v
2022

Valor nutricional de suplementos concentrados para vacas leiteiras com farinha de baru em substituição ao fubá de milho [manuscrito] / Tamiris Ferreira de Souza. Montes Claros, 2022.

53 f.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Produção Animal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador(a): Mário Henrique França Mourthé.

Banca examinadora: Thiago Gomes dos Santos Braz, Otaviano de Souza Pires Neto, Luciana Castro Gerashev, Livia Vieira de Barros, Mário Henrique França Mourthé.

Inclui referências: f. 31-40; 49-52.

1. Alimentos alternativos. 2. Bovino de leite - Alimentação e rações. 3. Nutrição animal. I. Mourthé, Mário Henrique França. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 636.084.4

ELABORADA PELA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA DO ICA/UFMG
Rachel Bragança de Carvalho Mota / CRB-6/2838



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Colegiado de Pós-Graduação em Produção Animal

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

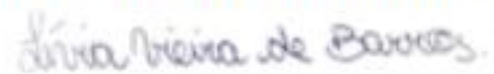
Aos 24 dias do mês de fevereiro de 2022 às 9:00 horas, sob a Presidência do Professor Mário Henrique França Mourthé, D. Sc. (Orientador – UFMG/ICA) e com a participação dos Professores Luciana Castro Geraseev, D. Sc. (Coorientadora – UFMG/ICA), Lívia Vieira de Barros, D. Sc. (Coorientadora – UFMG/ICA), Thiago Gomes dos Santos Braz, D. Sc. (UFMG/ICA) e Otaviano de Souza Pires Neto, D. Sc., reuniu-se, por videoconferência, a Banca de defesa de dissertação de TAMIRIS FERREIRA DE SOUZA, aluna do Curso de Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada "Valor nutricional de suplementos concentrados com farinha de baru em substituição ao fubá de milho", sendo a aluna considerada aprovada E, para constar, eu, Professor Mário Henrique França Mourthé, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: A aluna somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 53 do regulamento e da resolução 05/2016 do Curso de Mestrado em Produção Animal.

Montes Claros, 24 de fevereiro de 2022.



Luciana Castro Geraseev
Coorientadora



Lívia Vieira de Barros
Coorientadora



Thiago Gomes dos Santos Braz
Membro



Otaviano de Souza Pires Neto
Membro



Mário Henrique França Mourthé
Orientador

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho ao meu filho Nicolás Matheus para que ao ler este trabalho no futuro ele saiba que sua mãe sempre o amou e que nos longos momentos em que esteve longe de sua mãe, privado de seus cuidados, horas de brincadeiras e até de educação; ele saiba que foi nessa obra que sua mãe abnegou desse precioso e irrecuperável tempo dos seus primeiros anos de vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conceder a força necessária para esta vitória.

Agradeço ao meu marido Thiago dos Santos Godinho, que foi meu principal parceiro nesses anos de caminhada. Ao meu pai José Itamar (*in memorian*) e minha mãe Joana Darc por me ensinarem os valores da vida. Agradeço ao meu irmão Vinícius pela alegria e ensinamentos que me foram tão importantes para conhecer o coração da humanidade.

Agradeço especialmente a minha irmã Vanessa Ferreira (*in memorian*) portadora de paralisia cerebral que a deixou acamada por mais de 30 anos, seu sofrimento presenciado diariamente foi o que mais me fez perceber o quão sublime é a vida e o valor das coisas simples que nos possuímos.

Agradeço a todos os trabalhadores de serviços gerais, como Danila minha vizinha e colega de dança e Fernanda bela e alegre, que são os responsáveis pela manutenção da limpeza e higiene no ambiente acadêmico permitindo o trabalho de todos os outros trabalhadores que só conseguem trabalhar após o trabalho essencial desempenhado por vocês.

Agradeço a todos os meus clientes proprietários de animais que compreenderam o meu afastamento das consultas veterinárias e que temporariamente precisei me dedicar exclusivamente ao mestrado.

Agradeço ao produtor rural sr. José a quem carinhosamente chamo de José do Barú que foi a fonte de nosso trabalho executado na Universidade porque pensa e age como um universitário criando máquinas e idéias com a naturalidade que muitos acadêmicos lutam para conquistar.

Agradeço ao Sergio pelo auxílio no laboratório de Bromatologia e Francine e prof. Ernane pela disponibilidade do laboratório de Plantas Medicinais e Aromáticas.

Agradeço ao professor Mário Henrique pela paciência, confiança e orientação concedidas mesmo em tempos tão difíceis como os pandêmicos.

Por fim agradeço a todos amigos e colegas que me apoiaram neste momento tão importante de minha vida.

EPÍGRAFE

"Uma mente que tenha sido estirada por novas idéias nunca poderá recobrar sua forma original."

Albert Einstein.

RESUMO

Diante das oscilações nos preços dos principais grãos utilizados na nutrição animal somado à disponibilidade do baru surge a possibilidade de avaliar sua utilização em dietas para vacas leiteiras. O objetivo elencado foi o de avaliar o valor nutricional e a viabilidade econômica de cinco suplementos concentrados com teores crescentes (0; 25; 50; 75 e 100% da matéria seca) da farinha de epicarpo e mesocarpo de baru (FB) em substituição ao fubá de milho (FM). Nesse contexto, o delineamento experimental foi inteiramente casualizado a partir de cinco tratamentos e quatro repetições. Os suplementos foram formulados para serem isoproteicos e cumprirem 50% das exigências de energia líquida de lactação de vacas, a partir de uma produção estimada de 20 kg de leite/dia, corrigido para 4% de gordura. Os insumos utilizados foram o farelo de soja, FM, FB e núcleo vitamínico mineral. A bromatologia foi determinada pelas análises de teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas, fibras insolúveis em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de insumos e concentrados experimentais e o teor de fenólicos da FB. A viabilidade econômica do suplemento foi calculada de acordo com o custo da MS e da MS digestível. A semelhança entre os teores de CNF dos suplementos demonstrou que a FB apresenta potencial para substituir o FM. De maneira semelhante, não houve efeito ($p < 0,05$) da substituição do FM pela FB sobre os teores de MS, cinzas, PB, FDN, FDA, EE, CNF e NDT dos suplementos concentrados. A FB apresentou 32,20 mg/100g (0,322 mg/ml) de taninos totais, o que permitiu estimar que o tratamento com maior inclusão de FB (100%) apresentaria concentração estimada de 0,0073 mg/100g de taninos totais da dieta, valor abaixo dos níveis relacionados a efeitos negativos nos animais. Houve efeito linear ($p < 0,05$) da inclusão de FB sobre a digestibilidade *in vitro* da MS dos suplementos concentrados, sendo que a cada 1% de inclusão de FB a DIVMS dos suplementos reduziu em 0,137%. A cada 25% de inclusão de FB, o custo do suplemento reduziu em R\$/kg 0,06; porém a substituição crescente do FM pela FB não altera a composição bromatológica e reduz o custo da matéria seca dos suplementos concentrados. Entretanto, suplementos com maior participação do FB apresentam menor digestibilidade *in vitro* da matéria seca e maior custo da matéria seca digestível o que o torna menos vantajoso nutricionalmente e financeiramente.

PALAVRAS CHAVE: Alimentos alternativos. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca. *Dipteryx alata* Vog. Epicarpo e mesocarpo.

ABSTRACT

Due to the price fluctuations of the main grains used in animal nutrition, added to the availability of baru, the possibility arises to evaluate its use in diets for dairy cows. The objective was to evaluate the nutritional value and economic viability of concentrated supplements with increasing levels (0; 25; 50; 75 and 100% of dry matter) of epicarp and baru mesocarp (BM) meal to replace cornmeal (CM). The experimental design used was completely randomized with five treatments and five replications. The supplements were formulated to be isoproteic and to meet the requirements of 50% of the net lactation energy of cows with an estimated production of 15 kg of milk/day corrected at 4% fat. The inputs used were soybean meal, FM, FB and mineral vitamin core. The bromatology was determined by the analysis of dry matter (DM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), ash, neutral detergent (NDF) and acid (FDA) insoluble fibers, non-fibrous carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (TDN) and in vitro dry matter digestibility (DIVMS) of inputs and experimental concentrates and the phenolic content of FB. The economic viability of the supplement was calculated according to the cost of DM and digestible DM. The similarity between the CNF levels of the supplements showed that FB has the potential to replace FM. Similarly, there was no effect ($p < 0.05$) of replacing FM with FB on DM, ash, CP, NDF, FDA, EE, CNF and TDN contents of concentrated supplements. The FB presented 32.20 mg/100g (0.322 mg/ml) of total tannins, which allowed to estimate that the treatment with greater inclusion of FB (100%) would present an estimated concentration of 0.0073 mg/100g of total tannins in the diet, a value below the levels related to negative effects on animals. There was a linear effect ($p < 0.05$) of the inclusion of FB on the in vitro digestibility of DM of the concentrated supplements, with each 1% of inclusion of FB the IVDM of the supplements reduced by 0.137%. For every 25% of FB inclusion, the cost of the supplement was reduced by R\$/kg 0.06; however, the increasing replacement of FM by FB does not change the chemical composition and reduces the cost of dry matter of concentrated supplements. However, supplements with greater participation of FB have lower in vitro digestibility of dry matter and higher cost of digestible dry matter, which makes it less nutritionally and financially advantageous.

Key words: Alternative foods. *In vitro* dry matter digestibility. *Dipteryx alata* Vog. Epicarp and mesocarp.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Suplementação de bovinos de leite.....	13
3.2 Clima e mercado do milho e potencial dos coprodutos da agroindústria.....	14
3.3 Digestibilidade <i>in vitro</i> dos coprodutos.....	18
3.3.1 Líquido ruminal proveniente de animais de matadouros.....	20
3.4 Características agronômicas do baru.....	21
3.5 Coprodutos extraídos do fruto do Baru.....	24
3.6 Referências.....	30
4 ARTIGO	40
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a bovinocultura leiteira tem grande importância econômica, já que, no primeiro trimestre de 2021, a produção foi de 6,57 bilhões de litros (IBGE, 2020). Contudo, a produtividade é limitada por causa de processo nutricional adequado e manejos que proporcionem maior rentabilidade, produtividade e competitividade no mercado internacional (CHAMBELA NETO et al., 2018).

Muitos produtores tentam compensar o déficit de forragem com suplementação concentrada a base de milho e soja. Entretanto, esta prática apresenta maior custo e nem sempre os resultados técnicos econômicos são satisfatórios (FERREIRA et al., 2019). Além disso, o cultivo do milho torna-se difícil em regiões onde a precipitação é baixa e irregular (MALDANER et al., 2014).

Dessa forma, estudos realizados por meio de alimentos regionais alternativos são fundamentais em localidades com estiagem prolongada, como no Norte de Minas Gerais (GERASEEV et al., 2007). Essa estratégia torna os sistemas de produção mais sustentáveis, já que os coprodutos como a farinha de baru apresentam menor custo de produção (CONDREN et al., 2019). Além dos benefícios para a pecuária leiteira, a utilização de coprodutos na alimentação animal é uma forma de destinação correta destes coprodutos, evitando também, possíveis danos ao meio ambiente (ROSA et al., 2019).

O barueiro é uma árvore nativa do Cerrado (CANUTO, 2015) e pode ser aproveitado, uma vez que podem ser utilizados desde a casca e folhas das árvores para fins medicinais e até partes do fruto como o mesocarpo, endocarpo e amêndoa para alimentação humana e animal (GONTIJO et al., 2009; MACEDO et al., 2000). Entretanto, não há estudos que avaliaram o valor nutricional do coproduto (epicarpo e mesocarpo) do baru na alimentação de bovinos.

O aproveitamento de coprodutos da agroindústria na alimentação animal também depende da sua disponibilidade e, considerando apenas o estado de Minas Gerais, a oferta deste coproduto foi estimada em média de 1.637,78

toneladas entre os anos de 2014 a 2018, com crescimento de 65% nesse período (IBGE, 2019).

Nesse contexto, conhecer a composição química e a digestibilidade dos ingredientes é essencial para formular uma dieta balanceada que permita maximizar a eficiência alimentar e, consequentemente, a sustentabilidade e equilíbrio ambiental dos sistemas de produção (FERNANDES et al., 2017). Análises prévias realizadas no ICA/UFMG com o coproduto do baru demonstraram que o teor de carboidratos não fibrosos foi em média 70,16 g/100 g de matéria seca, o que a princípio demonstra potencial de uso deste coproduto como fonte de energia para ruminantes. É válido destacar que o coproduto do baru é um insumo pouco conhecido, sendo importante avaliar a presença de compostos fenólicos para identificar a presença de fatores anti-nutricionais.

Assim faz-se necessário avaliar o valor nutricional e a viabilidade econômica do coproduto do baru para determinar o seu potencial de inclusão em dietas de bovinos leiteiros.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Determinar o valor nutricional e a viabilidade econômica de suplementos concentrados para vacas leiteiras, contendo cinco teores de farinha de baru em substituição ao fubá de milho.

2.2 Objetivos Específicos

Determinar a composição bromatológica da farinha do baru, fubá de milho farelo de soja e concentrados experimentais.

Determinar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da farinha do baru, fubá de milho, farelo de soja e concentrados experimentais.

Determinar o teor de compostos fenólicos totais da farinha do baru.

Determinar o custo da matéria seca e da matéria seca digestível dos suplementos concentrados.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Suplementação de bovinos de leite

A maior eficiência dos sistemas de produção de leite depende em grande parte do planejamento nutricional adequado. Esse planejamento deve levar em consideração a formulação de dietas, com base nas exigências nutricionais dos animais e no valor nutritivo dos alimentos disponíveis na propriedade (REIS et al., 2016; RODRIGUES; VIEIRA, 2011).

No Brasil, a maior parte da dieta dos bovinos é proveniente de forrageiras de metabolismo C₄ as quais apresentam alto potencial, mas devido ao baixo valor nutritivo, não são capazes de atender as exigências de vacas de alta produção leiteira (MOREIRA et al., 2015). Essa piora no valor nutritivo se torna mais acentuada em situações de manejo deficiente e ao longo do período seco do ano (ARAÚJO JÚNIOR et al., 2018).

Segundo o NRC (2001), uma vaca holandesa de 450 kg de peso corporal com produção de leite de 15 kg/dia (3,3% de proteína e 4% de gordura) possui ingestão de MS de 13,9 kg/dia (14,0 % de proteína bruta e 63,7% de nutrientes digestíveis totais). Dificilmente esses valores são conseguidos com a forragem, pois o aumento dos teores de carboidratos fibrosos associado ao baixo teor proteico limita o consumo de matéria seca (ALVES et al., 2017; MINSON, 1990).

De maneira semelhante, vacas provenientes de cruzamento Holandês x Gir com produção de leite entre 12 a 22 kg/dia e alimentadas com silagens de milho ou sorgo também precisaram de suplementação para atender suas exigências nutricionais (VARGAS et al., 2015; POSSATTI et al., 2015; PIMENTEL et al., 2013).

Diante disso, a suplementação concentrada é estratégica para complementar as insuficiências das forragens visando otimizar a produção de leite (VARGAS et al., 2015). De acordo com a Instrução Normativa nº 15, de 26.05.2009 do Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA, suplemento é a mistura composta por ingredientes ou aditivos que deve ser fornecido diretamente aos animais com intuito de melhorar o balanço nutricional (BRASIL, 2009).

Os carboidratos são essenciais para vacas em lactação, as quais tem necessidade de atender os requisitos de manutenção e produção; para um animal com produção de 40 kg leite, a dieta deve conter pelo menos 30% de CNF (NRC, 2001). Os carboidratos são as principais fontes de energia para os ruminantes, os cereais são grãos que apresentam teores de carboidratos acima de 50%, e o amido representa em torno de 60% dos carboidratos não fibrosos (CNF) (RODRIGUES; VIEIRA, 2011).

Os carboidratos são as biomoléculas mais abundantes da natureza. Estes são fermentados no rúmen por ação da flora microbiana, a qual tem seu desenvolvimento alterado pelo tipo de carboidrato, já que os microrganismos ruminais apresentam especificidade quanto ao substrato disponível. Além disso, a taxa de fermentação dos carboidratos no rúmen altera as condições de ambiente ruminal, afetando o desenvolvimento dos microrganismos (OLIVEIRA et al., 2016).

Portanto, considerando que as dietas devem ser balanceadas de modo a atender as exigências dos animais e que a alimentação representa 70% dos custos de produção pecuária, o uso de coprodutos, que sejam ricos em carboidratos pode ser economicamente vantajoso (LIMA et al., 2020).

3.2 Clima, mercado do milho e potencial dos coprodutos da agroindústria

O milho é o principal cereal utilizado como fonte de energia na dieta de ruminantes no Brasil, devido à alta oferta no mercado e qualidade nutricional (IBGE, 2019; FURLAN, MACARI, FARIA FILHO, 2011). Entretanto, o preço do milho aumentou 83,90% (R\$ 29,33 a R\$ 53,95 - saca de 60 kg) entre abril de 2015 e abril de 2020 (CEPEA, 2020).

Além disso, as demandas dos mercados interno e externo causam oscilações mensais do preço do milho que dificultam o acesso e alteram a rentabilidade obtida pelo produtor de leite (CEPEA, 2020). Dessa forma, o preço do milho utilizado em suplementos para vacas leiteiras e, consequentemente, o custo do concentrado é um dos principais fatores que influenciam na lucratividade dos sistemas de produção (RESENDE et al., 2016).

Os fatores mercadológicos e os climáticos também são importantes para a oferta de grãos, principalmente, em regiões com grande variação na disponibilidade hídrica durante o ano, tal qual o norte de Minas Gerais (MOREIRA et al., 2015; ASSIS, 2016).

Nesse viés, é válido destacar que se observou em Montes Claros-MG que nos últimos cinco anos a precipitação foi irregular (Tabela 1) (INMET, 2020).

Tabela 1 – Precipitação (mm) no município de Montes Claros – MG durante os anos de 2016 a 2019

	2016	2017	2018	2019	2020	Média
Janeiro	482,5	66,1	0	0	298,8	169,48
Fevereiro	6,8	153,6	333,9	92,7	64,8	130,36
Março	32	95	104,1	200,8	186,4	123,66
Abril	5,6	0,4	41,6	41,3	27,4	23,26
Maio	6,2	15,9	12,6	8,1	43,6	17,28
Junho	0,4	0	0	0	0,8	0,24
Julho	0	0,1	0	0	0,2	0,06
Agosto	0	0	1,7	0,4	0	0,42
Setembro	14,1	0	0,8	41,6	2	11,7
Outubro	99,8	13,6	112,9	61	167,4	90,94
Novembro	105,1	N.I.	130,2	125,9	144,8	126,5
Dezembro	81,7	244	183,6	152	89	150,06
Total	834,2	588,7	921,4	723,8	1025,2	818,66

NI= não informado. mm= milímetros

Fonte: INMET, 2021.

Na Tabela 1 é possível observar o efeito da sazonalidade da precipitação entre 2016 a 2020. A distribuição das chuvas no verão (dezembro a março) foi irregular, inclusive com o período de estiagem (“veranico”) em janeiro nos anos de 2018 e 2019. Ressalta-se que o cultivo das forrageiras anuais como o milho, acontece principalmente na primavera e verão (outubro a março) (INMET, 2021).

A cultura do milho para a produção de grãos precisa de 400 a 700 mm de chuva por ciclo completo e o déficit hídrico durante a fase de crescimento do estilo-estigmas (embonecamento) pode causar redução de 40 a 50% na produtividade (ALBUQUERQUE; RESENDE, 2007).

Semelhantemente, o sorgo apresenta exigência hídrica entre 380 a 600 mm e, dependendo do estágio fenológico de desenvolvimento, o déficit hídrico também pode reduzir a produtividade da lavoura (LANDAU; SANZ, 2015).

Dessa forma, a produção de grãos (milho e sorgo) em condições de sequeiro, no Norte de Minas Gerais, é arriscada. Isso é importante, pois o milho e o sorgo são as principais culturas vegetais utilizadas como fonte de energia para os bovinos leiteiros, seja pela utilização dos grãos em suplementos concentrados ou pela planta inteira como fonte de volumoso (BENGALA, 2019).

O mercado brasileiro de grãos, principalmente, o de milho apresenta algumas dificuldades para os produtores, dentre elas a grande volatilidade nos preços (MIRANDA et al., 2014). Determinadas regiões com menor produção do milho apresentam maior custo com o frete e perdas durante o transporte (NASCIMENTO et al., 2016) que, associados ao déficit hídrico dos últimos cinco anos, contribuíram para o aumento dos preços e dificultaram o acesso dos produtores ao grão (CONAB, 2018).

Os coprodutos da agroindústria de biocombustíveis e frutas podem ser utilizados na alimentação animal, pois adéquam a pecuária às realidades regionais, tornando-a mais eficiente pela redução dos custos de nutrição, preservação dos recursos naturais e maior sustentabilidade dos sistemas de produção (VIEIRA et al., 2018; TONISSI et al., 2016; FERRO et al., 2014). O aproveitamento desses resíduos ou coprodutos na nutrição animal é estratégico para reduzir o desperdício e o impacto ambiental (SERRAPICA et al., 2019).

A utilização de alimentos regionais alternativos provenientes da agroindústria de grãos, fruticultura e biocombustíveis tem sido estudada na alimentação de ruminantes tanto em relação ao valor nutritivo e digestibilidade dos alimentos, quanto aos parâmetros ruminais dos animais, produção e qualidade do leite e viabilidade econômica (OLIVEIRA et al., 2012).

Na literatura são descritos vários coprodutos da agroindústria que apresentam potencial como substituto do milho no concentrado de bovinos leiteiros (Tabela 2).

Tabela 2 – Teores de carboidratos totais, fibra insolúvel em detergente neutro e carboidratos não fibrosos de coprodutos da agroindústria

Coproductos	CHOT	FDN	CNF	Autor
	(% da matéria seca)			
Casca de Banana	72,93	51,58	21,35	Monção et al. (2014)
Casca de Banana	72,93	50,15	15,66	Monção et al. (2016)
Folhas de mandioca	78,60	57,21	21,39	
Casca de Mandioca	86,21	20,51	66,26	
Farinha de varredura de mandioca	88,38	5,20	83,38	Ferreira et al. (2008)
Massa (bagaço) de Mandioca	94,56	9,99	84,93	
Coproducto da semente de Urucum	78,02	45,10	40,73	
Bagaço de Acerola moída	83,91	70,60	22,07	
Polpa de Abacaxi triturada	80,82	60,30	29,91	Pereira et al. (2008)
Coproductos do Melão	83,62	73,00	16,72	
Bagaço de Caju	78,99	64,40	27,99	
Coproducto de Maracujá	76,59	63,40	23,01	
Torta de macaúba	73,42	62,03	11,39	Azevedo et al. (2013)

CHOT= Carboidratos totais; FDN= Fibra insolúvel em detergente neutro; CNF= Carboidrato não fibroso.

Elaborada pela autora, 2022.

Nota-se que a maior parte dos coprodutos relacionados na literatura apresenta proporção de carboidratos superior a 70%, dos quais são apresentados teores de CNF variando de 11,39 a 84,93%, estando a maioria dos produtos com valores de CNF entre 20 e 30% do total.

Ressalta-se que, além da composição dos CHT, a digestibilidade, presença de fatores antinutricionais, disponibilidade no mercado, preço e o potencial produtivo dos animais também devem ser considerados para o correto emprego dos coprodutos em dietas dos ruminantes (ANSCHAU, 2019; ALVES et al., 2017; MONÇÃO et al., 2016; AZEVEDO et al., 2013; PEREIRA et al., 2008).

Segundo Kotsampasi et al. (2017) as pesquisas com coprodutos procuram classificar e determinar os níveis ótimos de inclusão nas dietas de ruminantes, de modo que não interfira negativamente na produção e composição do leite e possibilitem redução dos custos na alimentação.

Os coprodutos do baru, representados pela polpa (mesocarpo) carnosos com grande quantidade de fibras e pelo endocarpo, não são aproveitados após a utilização da castanha e acabam sendo considerados resíduos (MORAIS et al., 2019). Ao contrário da amêndoa do baru, que frequentemente é estudada quanto a sua composição (SIQUEIRA et al., 2012; SOUSA et al., 2011; TOGASHI; SCARBIERI, 1994), os coprodutos do processamento do fruto são pouco investigados, apesar de representarem aproximadamente 95% do fruto (GENENA et al., 2016).

3.3 Digestibilidade *in vitro* dos coprodutos

A técnica da digestibilidade *in vitro* dos nutrientes consiste em submeter amostras de alimentos ao conteúdo de líquido ruminal em condições controladas de modo a reproduzir a fermentação *in vivo* no rúmen. É possível utilizar essa técnica para a predição da digestibilidade *in vivo* da matéria seca, matéria orgânica ou da energia, tendo em vista os elevados coeficientes de correlação (SILVA; QUEIROZ, 2002).

A avaliação da digestibilidade pelo método *in vitro* pode apresentar vantagens em relação avaliação *in vivo*, por permitir simular o ambiente ruminal poupando os testes em animais, sendo recomendada para testes com dietas experimentais (SENGER et al., 2007; VAN SOEST, 1994; Tylley; Terry, 1963). Além disso, a análise permite prever o valor energético dos alimentos (MINSON, 1990).

Apesar do potencial de utilização de coprodutos agrícolas e das agroindústrias na alimentação de ruminantes, ainda são poucas as informações sobre seu valor nutricional, presença de compostos antinutricionais e quantidades a serem utilizadas nas dietas e respostas nos aspectos biológicos e econômicos (ROSA, 2019).

Na literatura, foram observados ensaios de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) de alguns coprodutos utilizados na nutrição

animal (Tabela 3), entretanto, não foram observados dados de DIVMS e FDN com os coprodutos do baru.

Tabela 3 – Digestibilidade *in vitro* da matéria seca e da fibra insolúvel em detergente neutro de coprodutos utilizados na nutrição animal

Coproduto	DIVMS	DIVFDN	Autores
Mesocarpo da Macaúba	54,08	34,18	
Endocarpo da Macaúba	57,31	45,02	Rigueira et al. (2017)
Epicarpo da Macaúba	93,99	9,38	
Feno de folha de bananeira	57,80	27,20	
Feno de pseudocaule de bananeira	79,80	22,40	Santos et al. (2015)
Micélio de amido de milho	65,45	19,57	
Precoat de amido de milho	63,73	25,32	Litz et al. (2015)
Rafinate de amido de milho	61,67	19,91	

DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca (% da MS total); DIVFDN = digestibilidade *in vitro* da fibra insolúvel em detergente neutro (% da MS). Micélio=coproduto intermediário da produção do ácido cítrico a partir de glicose destinado à indústria alimentícia de bebidas. Precoat= resíduo oriundo da etapa de filtração de xarope de glicose, após várias etapas para separação do amido do milho; Rafinate= Coproduto da fermentação de glicose de milho do qual se extrai ácido cítrico.

Fonte: Elaborada pela autora, 2022.

Os coprodutos da macaúba apresentaram grande variação quanto a DIVMS e DIVFDN (Tabela 3) o que demonstra diferentes potenciais de inclusão em dietas de ruminantes (RIGUEIRA et al., 2017). Interessantemente, o epicarpo apresentou a maior DIVMS e menor DIVFDN entre os coprodutos de macaúba e o endocarpo apresentou valores superiores destes parâmetros comparados aos do mesocarpo (Tabela 3).

Da mesma forma que a macaúba, os coprodutos da bananeira e da agroindústria do milho também apresentaram variação na DIVMS e DIVFDN o que demonstra a importância da técnica *in vitro* na determinação do valor nutricional destes alimentos (SANTOS et al., 2015; LITZ et al., 2015).

3.3.1 Líquido ruminal proveniente de animais de matadouros

Um grande inconveniente das técnicas de digestibilidade *in vitro* é a necessidade de coletar líquido ruminal de animais canulados no rúmen ou via sonda esofágica, o que implica em procedimentos invasivos e cuidados para evitar infecções após a fistulação ruminal. Assim, a utilização de animais doadores do líquido ruminal para experimentos levanta preocupações éticas e, por causa disso, são propostas alternativas como a coleta de líquido ruminal imediatamente após o abate dos animais em matadouros (SPANGHERO et al., 2019).

A coleta de líquido ruminal em matadouros pode contribuir para minimizar o impacto do descarte do mesmo no meio ambiente, tal como a liberação de amônia e fósforo com potencial efeito poluidor (SARTESHNIZI et al., 2018). Além do menor impacto ambiental, a utilização desses fluidos em pesquisa animal pode reduzir a necessidade de coletas frequentes de animais em laboratórios (SPANGHERO et al., 2019).

A viabilidade do fluido ruminal coletado de bovinos recém abatidos é influenciada pelos alimentos fornecidos *in vivo*, tempo e temperatura de armazenamento. O líquido ruminal coletado desse tipo de animal é viável por até nove horas quando armazenado em banho-maria à 38 °C, mas apenas por duas horas em temperatura ambiente (MARTIN et al., 2018).

SPANGHERO et al. (2019) avaliaram a DIV com líquido ruminal coletado de vacas após o abate submetido a diferentes tipos de conservação: aquecido (39°C), refrigerado (4°C) e congelado (- 80°C) por 6 horas. Previamente ao ensaio, os líquidos foram padronizados a 39°C. Não houve diferença na DIV da FDN entre os tipos de conservação para o farelo de soja (90,5% da MS) e de cevada (57,5% da MS).

Entretanto, o líquido ruminal congelado apresentou menor DIVFDN para a silagem de milho (22,5 vs 39,5% da MS) e farelo de trigo (39,3 vs 46,4 % da MS) comparado aos demais tipos de conservação que foram semelhantes entre si. Segundo os autores, o congelamento reduziu algumas espécies de bactérias como a *Fibrobacter succinogenes* o que reduziu a degradação da FDN.

FARO; SARNATARO; SPANGHERO (2020) não observaram diferença entre o líquido ruminal coletado em matadouro e utilizado fresco ou refrigerado (72 horas a 4°C) sobre a produção e concentração de ácidos graxos voláteis, pH e produção de gás de diferentes alimentos (grão de milho moído, farelos de soja, trigo e alfafa desidratada e TMR (*total mixedration*). Os autores destacaram que o líquido ruminal refrigerado coletado em matadouros pode ser alternativa a manter animais doadores *in vivo* e ou reduzir a frequência de coleta dos mesmos.

Pesquisas sobre a eficiência alimentar, compreensão dos processos de digestão e absorção, desenvolvimento de técnicas novas de avaliação de alimentos e o conhecimento da microbiota ruminal ajudam a maximizar a utilização dos nutrientes pelos animais e, também, a reduzir a eliminação de resíduos no meio ambiente (CAETANO; OLIVEIRA JÚNIOR, 2017).

3.4 Características agronômicas do baru

O barueiro (Figura 2) é uma árvore leguminosa da família das Fabaceas, espécie *Dipteryx alata* Vog. a qual possui as sinonímias *Coumarouna alata* e *Cumaruna alata*. Os nomes populares são baru, cumbaru e cumaru (CARVALHO, 2003). A espécie é nativa do Brasil e se distribui Cerrado (CANUTO, 2015) e nas zonas transição entre cerrado e mata estacional ou de galeria (FELFILI et al., 2002; HARIDASAN, 1988). Está presente em regiões como o Planalto Central e no norte de Minas Gerais (ALMEIDA et al., 1987) e sua árvore possui potencial para exploração comercial, seja com a madeira, seja com o fruto (MARTINS, 2010).

Figura 1- Barueiro (*Dipteryx alata* Vogel).



Fonte: SILVA et al. (2017).

A árvore apresenta folhas alternas com altura média entre 15 a 20m (COMASTRI FILHO; ANIBAL, 1984). A inflorescência do tipo panícula é formada na parte terminal dos ramos e nas axilas das folhas superiores (ALMEIDA et al., 1987). É indicada para a recuperação de áreas degradadas por causa da alta produção de massa foliar e baixa exigência de adubação e de manutenção, além do bom sombreamento, durante a estação seca, embora seja caducifólia no final da mesma (RODRIGUES, 2013; CARRAZA, ÁVILA, 2010; VERA et al., 2009).

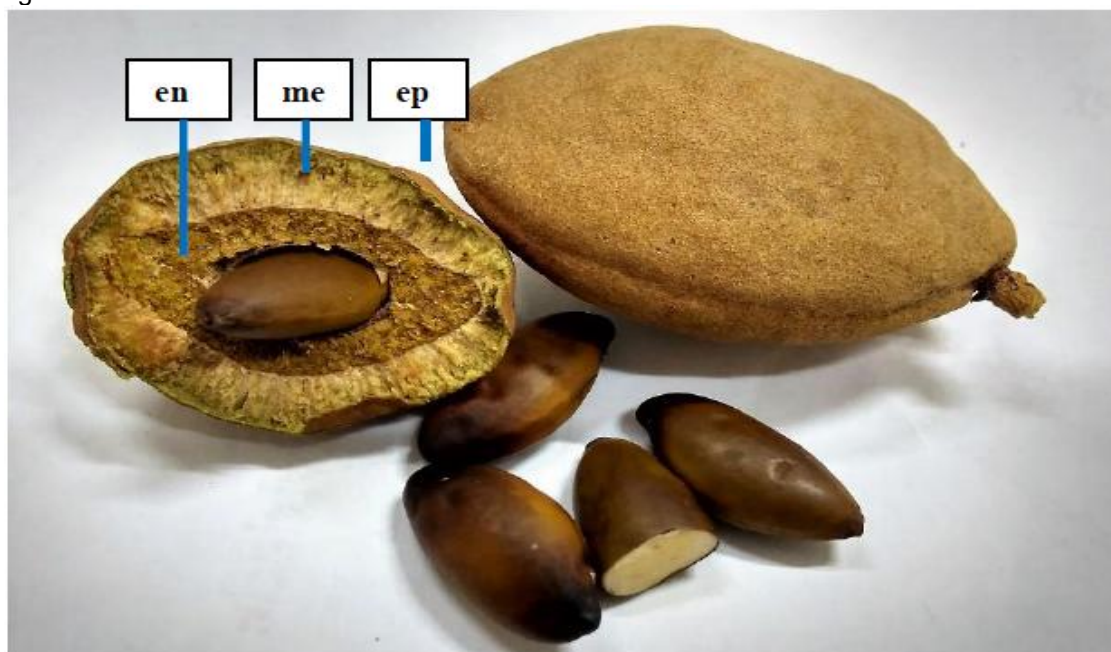
As plantas apresentam longo período de floração, que ocorre de novembro a fevereiro, e a frutificação que se concentra nos meses de janeiro a março, podendo se estender até julho (GONTIJO et al., 2009). Os frutos ficam maduros, durante a estação seca, e os bovinos têm o costume de ingeri-los, mas eliminam o caroço (MACEDO et al., 2000) ou seja, aproveitam a polpa (epicarpo e mesocarpo) (GENENA, 2016).

A produção de frutos por planta pode ser de 1.500 a 5.000 unidades, mas nem todas as árvores frutificam anualmente. Os dados existentes sobre a periodicidade da oferta de frutos do baru têm demonstrado que a produção é irregular e os frutos possuem variação anual quanto as suas características

morfológicas (SANO, VIVALDI, SPEHAR, 1999; BRITO, 2007; CARVALHO et al., 2003).

O fruto é uma drupa fibrosa, ovóide e levemente achatada, de cor marrom (FERREIRA et al., 1998). Possui cerca de 3 a 6 centímetros de comprimento e 4,5cm de largura e massa entre 14 a 43g (SANO et al., 2004) (Figura 2).

Figura 2–Partes do fruto do Baru



en=Endocarpo, me=Mesocarpo, ep= Epicarpo
Fonte: SILVA et al. (2017).

No fruto aberto é possível perceber as distinções nas estruturas:

- 1) Epicarpo (casca) é fino e de consistência macia e quebradiça;
- 2) Mesocarpo (polpa) é marrom, consistência macia, farináceo, espesso;
- 3) Endocarpo lenhoso (caroço) tem cor que varia de amarelo-esverdeado a marrom, com uma camada esponjosa na parte interna;
- 4) A amêndoa é uma semente de forma elíptica com coloração em vários tons de marrom (FERREIRA et al., 1998).

Os frutos têm em média 51,15% de mesocarpo, 44,69% de endocarpo e 4,16% de amêndoa (VERA et al., 2009). A composição química do epicarpo e mesocarpo desperta interesse tecnológico (ROCHA; CARDOSO-SANTIAGO, 2009).

3.5 Coprodutos extraídos do fruto do Baru

Dados sobre a extração vegetal divulgados pelo IBGE (2020) evidenciam a amêndoa do baru como parte comercial do fruto, com produção anual de 170 toneladas no Brasil. O estado do Pará foi o maior produtor da amêndoa de Baru com 138 t, seguido por Amazonas (22 t) e Minas Gerais (12 t).

De acordo com os dados do IBGE (2014 a 2018) e a proporção entre os componentes descrita por Vera et al. (2009), tem-se a estimativa da disponibilidade dos coprodutos extraídos do fruto do baru (Tabela 4).

Tabela 4 – Produção estimada de coprodutos de baru (*Dipteryx alata* Vogel) de 2015 a 2020

Coproducto	(%)	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Mesocarpo	51,15	1192,68	1782,87	1856,65	2090,26	1561,55	1438,59
Endocarpo	44,69	1042,05	1557,70	1622,16	1826,27	1364,33	1256,91
Amêndoa	4,16	97,00	145,00	151,00	170,00	127,00	117,00
Total	100	2331,73	3485,58	3629,81	4086,54	3052,88	2812,50

Fonte: Dados do IBGE (2014 a 2018); Vera et al. (2009).

Existe uma oferta mínima de 1000 toneladas de mesocarpo no Brasil nos anos 2015 a 2020 (Tabela 4). O que permite estimar para os próximos anos a produção de farinha do mesocarpo. Em Minas Gerais houve registro de 12 municípios produtores de amêndoa, entre eles, Ibiaí, Buritizeiro, Icarai de Minas e Lagoa dos Patos, localizados na região norte do estado (IBGE, 2020).

Os estudos sobre composição bromatológica do baru são direcionados para a alimentação de humanos (LIMA et al., 2010; TOGASHI; SCARBIERI, 1994). Não foram observados estudos com o fornecimento de coprodutos do baru na alimentação animal, o que ressalta a importância de analisar o valor nutricional dos coprodutos do fruto do baru, após a extração da amêndoa (GENENA et al., 2016; SILVA et al., 2017).

A polpa do baru pode ser considerada fonte importante de açúcares e fibra. Quando armazenados por 181 dias, aumenta os teores de fibras e de açúcares totais, entretanto, o teor de tanino diminui e reduz o valor energético (ALVES et al., 2010). Existem polpas desde adocicadas até sem sabor e com

teores diferentes de tanino nos frutos maduros. Essa variação no teor de tanino pode ser observada nas pastagens, pois os frutos com maior teor de taninos são menos consumidos pelos bovinos (OLIVEIRA, 2008).

Estudo do comportamento alimentar em pastagem nativa do Cerrado no Mato Grosso evidenciou que bovinos Holandês x Zebu consumiram os frutos do barueiro (BAUER et al., 2008), entretanto, os autores não determinaram o nível de consumo de MS da forragem e dos frutos. Na época da seca, a polpa adocicada dos frutos se torna atrativa para os bovinos em pastagens nativas do Cerrado (FERREIRA, 1980; CARVALHO et al., 2003; MACEDO et al., 2000; VALLILO et al., 1990).

A composição bromatológica da farinha do fruto do baru, composta pelo epicarpo e mesocarpo, coletados na região norte de Minas Gerais, foram avaliados no laboratório de Bromatologia do ICA/ UFMG (dados não publicados) (Tabelas 5).

Tabela 5– Composição bromatológica da farinha de epicarpo e mesocarpo do fruto do baru

MS (%)	PB (%)	FDN (%)	FDA (%)	CNF (%)	EE (%)	MM(%)
93,14	5,13	18,48	13,86	70,16	3,42	2,83

MS= Matéria seca (% da matéria natural); PB = proteína bruta (% da matéria seca); FDN = Fibra de Detergente Neutro (% da matéria seca); FDA = Fibra de Detergente Ácido(% da matéria seca); CNF = Carboidrato Não fibroso(% da matéria seca); EE = Extrato etéreo (% da matéria seca); e MM =Matéria Mineral (% da matéria seca).

Fonte: Elaborada pela autora, 2019.

Na Tabela 5, observa-se que a farinha do baru é um alimento que apresenta baixo teor proteico, mas alto valor de carboidratos não fibrosos (70,16%). Este teor o qualifica como potencial substituto dos grãos de milho e sorgo na alimentação de bovinos.

Mesmo com o baixo teor proteico, foi observado na literatura um estudo com o perfil de aminoácido do mesocarpo do baru (Tabela 6). Ressalta-se que os ingredientes energéticos são incluídos em grande proporção nas dietas de algumas categorias de bovinos e podem contribuir consideravelmente, com o aporte de aminoácidos (NRC, 2001).

Tabela 6– Teor de aminoácidos essenciais do mesocarpo do baru e do grão de milho

Aminoácido (% da MS)	Polpa do baru	Grão de milho
Valina	0,52	0,43
Isoleucina	0,39	0,30
Leucina	0,70	1,09
Treonina	0,37	0,32
Metionina	0,06	0,18
Tirosina	0,13	0,32
Fenilalanina	0,37	0,42
Histidina	0,23	0,25
Lisina	0,71	0,24
Triptofano	0,08	0,07

MS = matéria seca.

Fonte: Adaptada de TOGASHI; SCARBIERI, 1994; VALADARES FILHO et al., 2006.

Observa-se que o teor de metionina do mesocarpo do baru é inferior ao do milho (0,06 x 0,18 % da MS), entretanto o de lisina é superior (0,71 x 0,24 % de MS) e estes aminoácidos são os principais limitantes para os bovinos (NRC, 2001). Os teores dos demais aminoácidos são próximos, alguns superiores (valina, isoleucina, treonina e triptofano) e outros inferiores (leucina, tirosina, fenilalanina e histidina).

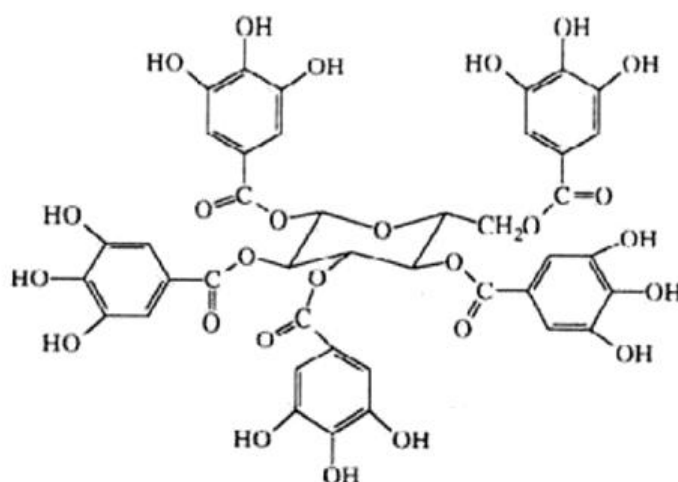
O extrato da polpa (mesocarpo) apresentou atividade antioxidante comparável ao da vitamina C com 0,082µg/mL e, provavelmente, está relacionada ao alto teor de compostos fenólicos, com cerca de 568 mg/100g de polpa úmida (SANCHEZ, 2014). O teor de tanino é elevado na polpa (3.112 mg/100g), mas tende a decrescer com a maturação do fruto e o inibidor da tripsina, presente na semente e em pequenas quantidades na polpa (0,67 mg/100g), pode ser inativado pelo processamento térmico (TOGASHI; SGARBIERI 1994).

3.5.1 Taninos

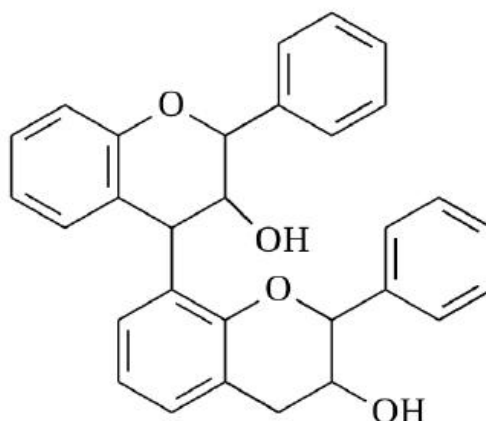
Os taninos são divididos em dois grupos: taninos condensados e hidrolisáveis (Figura 3), sendo diferenciados por sua estrutura química e na capacidade de ser ou não hidrolisável (ARCURI et al., 2011). Os taninos hidrolisáveis provem da rota do ácido chiquímico e são formados por ésteres de ácidos gálicos e ácido elágicos. Já os taninos condensados têm origem no metabolismo da molécula de fenilpropanol e são encontrados em proporção superior aos hidrolisáveis (NUNES et al., 2013).

Figura 3– Taninos condensados e hidrolisáveis

a) Estrutura química de tanino hidrolisável



b) Estrutura de tanino condensado



Fonte: Mueller-Harvey, (2001).

Os taninos condensados são flavonóides formados por polímeros presentes em muitas plantas consumidas pelos ruminantes (ARCURI et al. 2011). Eles são encontrados no tecido vegetal em regiões de climas subtropical

e temperado, estando envolvidos na adaptação da planta ao meio e para mecanismos de defesa e contra a herbivoria (RESENDE et al., 2016).

Embora os taninos condensados sejam considerados fatores antinutricionais, estes compostos têm efeitos benéficos sobre os ruminantes em concentrações moderadas de 3 a 4% em base da matéria seca. Os efeitos se manifestam por meio do aumento da proteína microbiana *in vitro* e absorção intestinal de aminoácidos, quando comparado aos tratamentos com ausência ou alta concentração de taninos (BARRY; MCNABB, 1999; MBUGUA et al., 2005). Entretanto, doses 6 a 12% na MS podem causar diminuição do consumo e redução na eficiência do processo digestivo (FRUTOS et al., 2002).

O mecanismo envolvido nos taninos condensados é referente a capacidade de ligar-se a proteína (pontes de hidrogênio), formando um complexo tanino-proteína que é estável no rúmen no pH 5,0 a 7,0 e resistente à degradação microbiana (MIN et al., 2003). Deste modo, o complexo tanino-proteína dissocia-se no abomaso devido ao valor de pH mais baixo (NOZELLA, 2001).

A solubilidade do solvente interfere no teor de extração de compostos fenólicos totais e taninos e os mais utilizados na extração são acetona, metanol, etanol, água e as combinações desses (SOARES, 2020). Morais et al. (2019) analisaram o teor de taninos presentes no epicarpo e mesocarpo do fruto do baru sob diferentes níveis de aquecimento para secagem (Tabela 7).

Tabela 7 – Teor de taninos e compostos fenólicos totais presentes na polpa do baru

Temperatura °C	Taninos (mg 100g ⁻¹)	Fenólicos totais (mg 100g ⁻¹)
50	14,03 ± 0,40	42,11 ± 1,20
60	14,81 ± 0,50	44,45 ± 1,60
70	13,90 ± 0,37	41,70 ± 1,12
80	14,82 ± 0,82	44,47 ± 2,50

Fonte: Morais et al. (2019).

De acordo com Togashi; Sgarbieri (1994) além dos teores de taninos decrescerem com a maturação, também podem ter suas concentrações reduzidas através dos processos de aquecimento, como a secagem, porém o efeito da temperatura não foi observado por Morais et al. (2019).

Genena et al. (2016) avaliaram os teores de compostos fenólicos totais e taninos no mesocarpo e endocarpo do fruto do baru (Tabela 7) e, independente, do solvente usado na extração, os extratos do mesocarpo de baru apresentaram teores significativamente maiores de compostos fenólicos totais e de taninos que o endocarpo.

Para o mesocarpo, apesar do metanol 60% ter sido o solvente mais eficiente na extração de compostos fenólicos totais ($537,2 \pm 10,6$ mg EAT.100g⁻¹); o maior teor de taninos ($374,6 \pm 4,1$ mg EAT.100g⁻¹) foi obtido quando foi utilizada a acetona 60%.

Tabela 8 – Teores de compostos fenólicos totais e taninos presentes no fruto do baru

Solvente	Mesocarpo		Endocarpo	
	Fenólicos totais	Taninos	Fenólicos totais	Taninos
Acetona (60%)	499,2 +- 3,8	374,6 +- 4,1	76,4 +- 7,6	52,6 +- 10,1
Metanol (60%)	537,2 +- 10,6	214,7 +- 7,2	52,8 +- 3,7	26,1 +- 3,7

Unidade de medida (mg EAT. 100g⁻¹). EAT = Equivalente de ácido tânico

Fonte: Genena et al. (2016).

Desse modo, observou-se que os tipos de solventes a serem utilizados dependem das partes do fruto a serem determinados os teores de compostos fenólicos, pois tais elementos possuem diferente eficiência de extração, de acordo com os compostos fenólicos presentes, que por sua vez variam quanto a polaridade e afinidades com os solventes (GENENA et al., 2016).

3.6 REFERENCIAS

ALBUQUERQUE, P. E. P.; RESENDE, M. Irrigação: manejo de irrigação. In: CRUZ, J. C. **Cultivo do milho**. 3 ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2007. ISSN 1679-012X.

ALVES, N. P.; SOUZA, T. F.; RODRIGUES, J. F.; OLIVEIRA, V. A. V.; VELOSO, A. L. C. Viabilidade econômica da silagem de milho irrigado no Norte de Minas Gerais. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 2, p. 56-62, 2017.

ALVES, A. M.; MENDONÇA, A. L.; CALIARI, M.; CARDOSO-SANTIAGO, R. A. Avaliação química e física de componentes do baru (*Dipteryx alata* Vog.) para estudo da vida de prateleira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 266-273. 2010.

ANSCHAU, F. A.; ZAMBOM, M. A.; FACCENDA, A. **Resíduo úmido de fecularia de milho na alimentação de bovinos leiteiros**. 2019. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2019.

ARAÚJO JÚNIOR, G. D. N.; GOMES, F. T.; DA SILVA, M. J.; ROSA JARDIM, A. M. F.; SIMÕES, V. J. L. P.; IZIDRO, J. L. P. S.; SILVA, T. G. F. Estresse hídrico em plantas forrageiras: Uma revisão. **PUBVET**, v. 13, p. 148, 2018.

ARCURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Aditivos. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. (Eds.), **Nutrição de Ruminantes**. Funep, Jaboticabal, p. 115. 2011.

ASSIS, J. M. O. **Variabilidade do clima e cenários futuros de mudanças climáticas no trecho submédio da bacia hidrográfica do rio São Francisco**. 2016. 187p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2016.

AZEVEDO, R. A.; RUFINO, L. M. A.; SANTOS, A. C. R.; JÚNIOR, R.; RODRIGUEZ, N. M.; GERASEEV, L. C. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com torta de macaúba. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.490-496, 2013.

BAUER, M. O.; PENSO, S.; DE ABREU, J. G.; GONDIM, C. A.; CHICHORRO, J. F.; VASCONCELOS, L. V. Composição botânica da dieta de bovinos em pastagem natural do cerrado mato-grossense. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 346-356, 2008.

BARRY, T. N.; McNABB, W. C. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition*, v. 81, p. 263-272, 1999.

BENGALA, P. S. P. **Influência dos cultivos de 1ª e 2ª safras no crescimento e na produtividade de silagem de milho e sorgo.** 2019. 91f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2019.

BRITO, M. A. **Fitossociologia e Ecologia de população de *Dipteryx alata* Vog. (baru) em área de transição Cerrado Denso/Mata Estacional, Pirenópolis, Goiás.** 2007. 126 p. Tese (Doutorado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CAETANO, G. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, M. B. C. O estado da arte da nutrição de ruminantes. **PUBVET**, v. 11, p. 313-423, 2017.

CANUTO, D. S. de O. SEMENTES DE BARU (*Dipteryx alata* Vog.) **Revista Conexão Eletrônica.** Três Lagoas, MS – v.12. n.1. 2015.

CARRAZA, L. R.; ÁVILA, J. C. C. E. Aproveitamento integral do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.).2. ed. Brasília: **Instituto Sociedade, População e Natureza**, 2010. p. 56.

CARVALHO, P. E. R. Baru. **Embrapa Florestas**, Circular Técnica (INFOTECA-E), n. 83. 2003. ISSN 1517-5278.

Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada – CEPEA. **Indicador do Milho ESALQ/BM&FBOVESPA 2020.** Disponível em <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/consultas-ao-banco-de-dados-do-site.aspx> Acesso em 16.04.2020.

CHAMBELA NETO, A.; VIEIRA, G. H. S.; HADDADE, I. R.; ROSADO, T. L.; MELLO, B. L. B. .Aplicação de novas tecnologias na bovinocultura leiteira. **Revista Incaper**, v. 9, p. 51-65, 2018.

CONDREN, S. A.; KELLY, A. K.; LYNCH, M. B.; BOLAND, T. M.; WHELAN, S. J.; GRACE, C.; PIERCE, K. M. The effect of by-product inclusion and concentrate feeding rate on milk production and composition, pasture dry matter intake, and nitrogen excretion of mid-late lactation spring-calving cows grazing a perennial ryegrass-based pasture. **Journal of dairy science**, v. 102, n. 2, p. 1247-1256, 2019.

COMASTRI FILHO, J. A. Pastagens nativas e cultivadas no Pantanal Matogrossense. Corumbá, **EMBRAPA/UEPAE de Corumbá**, Circular Técnica, 1984. 48p.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. **Planilha de Custos de Produção. 2021**. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/custos-de-producao/planilhas-de-custo-de-producao/itemlist/category/821-milho>. Acesso em 28.01.2022.

FELFILI, J. M.; NOGUEIRA, P. E.; SILVA JUNIOR, M. C. Composição florística e fitossociologia do Cerrado sentido restrito no município de Água Boa-MT. **Acta Botânica Brasilica**, 16(1), 103-112, 2002.

FERNANDES, R. A. A.; OLIVEIRA, I.; FLUCK, A. C.; OLLÉ, M. A.; TURMINA, R.; GEHLEN, J. C. Metodologias para estimar a digestibilidade de alimentos para ruminantes. **REDVET. Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 18, n. 11, p. 1-15, 2017.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; LOBO, R. N. B. e VASCONCELOS, V. R. Valor nutritivo de co-produtos da mandioca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 8, n. 4, 2008.

FERREIRA, M. B. Plantas portadoras de substâncias medicamentosas, de uso popular, nos cerrados de Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, 6(61), 19-23, 1980.

FERREIRA, R. A.; BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Caracterização morfológica de fruto, semente, plântula e muda de *Dipteryx alata* Vogel – Baru (*Leguminosae papilionoideae*). **CERNE**, v. 4(1), p. 73–87, 1998.

FERREIRA, R. R. **Níveis de proteína bruta na suplementação de vacas leiteiras em pastagens de capim Tanzânia**. 2018. 71p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

FERRO, M. M.; MOURA, D. C.; GERON, L. J. V. Compostos secundários em coprodutos agroindustriais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.12, n.1, p.87-100, 2014.

FRUTOS, P.; HERVÁS, G.; RAMOS, G.; GIRÁLDEZ, F. J.; MANTECÓN, A.R. Condensed tannin content of several shrub species from a mountain area in northern Spain, and its relationship to various indicators of nutritive value. **Animal Feed Science and Technology**, v. 95, p. 215-226, 2002.

FURLAN, R.L.; MACARI, M. FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G.(Org.). **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal. Funep, 2011. 616p. cap. 1. p. 1-21.

GENENA, A. K.; ALBUBERQUE, B. R.; CAIRES, O. R.; LENHARD, D.C. Determinação de taninos nos extratos da polpa e do endocarpo lenhoso do baru obtidos por extração assistida por ultrassom com diferentes solventes. **XXI**

Congresso Brasileiro de Engenharia Química. Curitiba, 2016. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Bianca_Albuquerque/publication/330638806_DETERMINACAO_DE_TANINOS_NOS_EXTRATOS_DA_POLPA_E_DO_ENDOCARPO_LENHOSO_DO_BARU_OBTIDOS_POR_EXTRACAO_ASSISTIDA_POR_ULTRASSOM_COM_DIFERENTES_SOLVENTES/links/5c4b9137458515a4c740ea5b/DETERMINACAO-DE-TANINOS-NOS-EXTRATOS-DA-POLPA-E-DO-ENDOCARPO-LENHOSO-DO-BARU-OBTIDOS-POR-EXTRACAO-ASSISTIDA-POR-ULTRASSOM-COM-DIFERENTES-SOLVENTES.pdf. Acesso em 07.05.2020.

GERASEEV, L. C.; DUARTE, E. R.; ALMEIDA, A.C. Diagnóstico e recomendações técnicas para a ovinocaprinocultura no Norte de Minas. Montes Claros. **Instituto de Ciências Agrárias**, 2007. 40p.

GOMES, L. S. P., SANTOS BRAZ, T. G.; MOURTHÉ, M. H. F.; PARAÍSO, H. A., PIRES NETO, O. S.; ALMEIDA, B. Q. Níveis de substituição de uréia por esterco bovino na adubação de capim-marandu. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 914-923, 2018.

GONTIJO, F. S.; CORRÊA, D.; CAMARGO, A. J. A.; DA COSTA, P. T. Taxas de herbivoria do baruzeiro (*Dipteryx alata vog.*) em área experimental da Embrapa Cerrados. In: Encontro de Jovens Talentos da Embrapa Cerrados, 4., 2009, Planaltina, DF. Resumos apresentados. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2009.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística- IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura>. Acesso em 03.01.22.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística- IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura>. Acesso em 05.04.20.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística- IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura>. Acesso em 05.04.20.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística- IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura>. Acesso em 05.04.20.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística- IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2016. v. 31, 55p.

Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística- IBGE. **Produção da extração vegetal e silvicultura**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. v. 30, 48 p.

KOTSAMPASI, B.; CHRISTODOULOU, C.; TSIPLAKOU, E.; MAVROMMATIS, A.; MITSIOPOULOU, C.; KARAIKOU, C.; DOTAS, V.; ROBINSON, P. H.; BAMPIDIS, V. A.; CHRISTODOULOU, V.; ZERVAS, G. Effects of dietary pomegranate pulp silage supplementation on milk yield and composition, milk fatty acid profile and blood plasma antioxidant status of lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.234, p.228-236, 2017.

LANDAU, E. C.; SANS, I. R. A. Clima, Cultivo do Sorgo. RODRIGUES, J. A. S. **Sistemas de Produção Embrapa**, 9 ed. Set/2015. Disponível em: <https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducao6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_pos=1&p_p_col_count=2&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=8301&p_r_p_996514994_topicId=1304> Acesso em: 23 jan. 2020.

LIMA, G. C. S.; NETO, S. G.; BEZERRA, L. R.; MEDEIROS, A. N. Uso de tortas na alimentação de vacas leiteiras: uma revisão/Use of cakes to feed dairy cows: a review. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 3, n. 1, p. 89-113, 2020.

LIMA, J. C. R.; DE FREITAS, J. B.; CZEDER, L. D. P.; FERNANDES, D. C.; NAVES, M. M. V. Qualidade microbiológica, aceitabilidade e valor nutricional de barras de cereais formuladas com polpa e amêndoa de baru. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 28, n. 2, 2010.

LITZ, F. H.; FERNANDES, E. A.; PIMENTA, C. C.; FAGUNDES, N. S.; FERREIRA, I. C.; Gonçalves, M. F. **Avaliação bromatológica e digestibilidade "in vitro" de rações para bovinos formuladas com coprodutos da indústria do milho e do ácido cítrico**. 2015.

MACEDO, M.; FERREIRA, A. R.; SILVA, C. J. Estudos da dispersão de cinco espécies-chave em um capão do pantanal do Poconé, Mato Grosso. *In*: Simpósio Sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal, 3., Corumbá. Os desafios do novo milênio. Corumbá. **Embrapa Pantanal**, 2000, Disponível em: <<http://www.cpap.embrapa.br/agencia/congresso/macedo.51.pdf>>. Acesso em: 15.08.2019.

MALDANER JUNIOR, L.; HORING, K.; SCHNEIDER, F. J.; FRIGO, J. P.; AZEVEDO, K. D. A. Exigência Agroclimática da Cultura do Milho. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v. 3, n. 1, 2014.

MARTIN, C. C.; HILGERT, A. R.; PRADO GUIRRO, E. C. B. Influence of food, storage temperature, and time on the extracorporeal viability of ruminal fluid of cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 1181-1188, 2018.

MARTINS, B. A. **Desenvolvimento tecnológico para o aprimoramento do processamento de polpa e amêndoa do baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. 2010. 240f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 2010.

MIN, B. R.; BARRY, T. N.; ATTWOOD, G. T.; McNABB, W. C. The effect of condensed tannins on the nutrition and health of ruminants fed fresh temperate forages: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 106, p. 3-19, 2003.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.- MAPA. **Instrução Normativa MAPA Nº 15 DE 26/05/2009** (Federal). Disponível em:<<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/consultarLegislacao.do?operacao=visualizar&id=20138>>. Acesso em 20 de dezembro de 2019.

MINSON, D. J. Forage in ruminant nutrition. San Diego: **Academic**, 1990. 483p

MIRANDA, R. A.; LÍCIO, A. M. A.; PURCINO, A. A. C.; PAULINELLI, A.; PARENTONI, S. N.; DUARTE, J. de O.; GONTIJO NETO, M. M.; LANDAU, E. C.; QUEIROZ, V. A. V.; OLIVEIRA, I. R. de. **Diagnóstico dos problemas e potencialidades da cadeia produtiva do milho no Brasil**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2014. 102 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 168).

MONÇÃO, F. P.; REIS, S. T.; RIGUEIRA, J. P. S.; SALES, E. C. J.; GERASEEV, L. C.; ALVES, D. D.; OLIVEIRA, E. R. Caracterização físico-química da casca de banana tratada com óxido de cálcio. **Agrarian**, v. 7, n. 24, p. 339-347, 2014.

MONÇÃO, F. P.; REIS, S. T.; RIGUEIRA, J. P. S.; SALES, E. C. J.; ALVES, D. D.; AGUIAR, A. C. R.; ROCHA JÚNIOR, V. R. Ruminal degradation of dry matter and neutral detergent fiber of banana peel treated with limestone. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 1, p. 345-356, 2016.

MORAIS, F. A. **Avaliação Físico-Química do Baru: Influência da Secagem do Epicarpo e Mesocarpo e Diferentes Métodos de Extração do Óleo da Amêndoa**. Dissertação. (Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal Goiano. Campus Rio Verde, 2019.

MOREIRA, A. A.; GUASSELLI, L. A.; SILVA FILHO, L. D.; ANDRADE, A. D.; ARRUDA, D. D. Índice de Condição de Vegetação (VCI) para mapeamento de seca no Norte do Estado de Minas Gerais. **Anais Online do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. João Pessoa, PB, Brasil, INPE, p. 1686-1692, 2015.

MUELLER-HARVEY, Irene. Analysis of hydrolysable tannins. **Animal feed science and technology**, v. 91, n. 1-2, p. 3-20, 2001.

NASCIMENTO, Q.; MARQUES, J. C.; MIRANDA, L. M.; ZAMBRA, E. M. Perdas quantitativas no transporte curto de grãos de milho (*Zea Mays L.*) em função de aspectos gerais de pós-colheita no norte do estado de Mato Grosso. **Navus-Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 6, n. 1, p. 60-71, 2016.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. **National Academies Press**, 2001.

NOZELLA, E. F. **Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes**. 2001. Dissertação (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Centro de Energia Nuclear. 2001.

NUNES, C. R.; BERNARDES, R. N.; GLORIA, L. L.; BARBOSA, J. B.; PEREIRA, S. F. M.; de OLIVEIRA, B. D. Atividade antioxidante e o teor de taninos e fenóis totais dos frutos de *Annona muricata* L. **VÉRTICES**, v.15, n. 3, p. 93-110, 2013.

OLIVEIRA, A. S.; RODRIGUES, M.; OLIVEIRA, C.; SOUZA, M. C.; MOURA, D. C.; SOUZA, J. G. Utilização de coprodutos da agroindústria a da alimentação de bovinos. *In*: Congresso sobre manejo e nutrição de bovinos, 11, 2012. **Anais...** Campinas. CBNA, 2012.

OLIVEIRA, V. S.; NETO, J. A. S.; VALENÇA, R. L., SILVA, B. C. D.; SANTOS, A. C. P. Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**, v. 22, n. 2. 2016.

OLIVEIRA, M. I. B.; SIGRIST, M. R. Fenologia reprodutiva, polinização e reprodução de *Dipteryx alata* Vogel (*Leguminosae papilionoideae*) em Mato Grosso do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, 31, 195-207, 2008.

PEREIRA, E. S.; REGADAS FILHO, J. G. L.; ARRUDA, A. M. V. D.; MIZUBUTI, I. Y.; VILLARROEL, A. B. S.; PIMENTEL, P. G.; CÂNDIDO, M. J. D. Equações do NRC (2001) para predição do valor energético de co-produtos da agroindústria no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n. 2, 2008.

PIMENTEL, J. J. O.; DE PAULA LANA, R.; DE OLIVEIRA, A. S.; TEIXEIRA, R. M. A.; ABREU, D. C. Dairy cows feeding with sorghum silage supplemented with concentrate. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 43, n. 3, p. 255-261, 2013.

POSSATTI, C.; HADDADE, I. R.; KILL, J. L.; HAESE, D.; CHAMBELA NETO, A.; SIMON, C. D. P.; GARCIA, W. A. Monensina sódica sobre vacas em fase inicial de lactação: produção de leite e peso vivo. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 92-97, 2015.

ROSA, P. P. NUNES, L. P., CHESINI, R. G., POZADA, T. N., SILVA, G. F., S. C., J. LOPES, A. A. Utilização de coprodutos industriais na alimentação de ruminantes: revisão bibliográfica. **Revista Científica Rural**, v. 21, n. 3, p. 387-407, 2019.

REIS, R. A.; BARBERO, R. P.; HOFFMANN, A. Impactos da qualidade da forragem em sistemas de produção de bovinos de corte. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 37, n. 292, p. 36-53, 2016.

RESENDE, J. C.; FREITAS, A. F.; PEREIRA, R. A. N.; SILVA, H. C. M.; PEREIRA, M. N. Determinantes de lucratividade em fazendas leiteiras de Minas Gerais. **Embrapa Gado de Leite, Artigo em periódico indexado (ALICE)**, Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 68, n. 4, p. 1053-1061, 2016.

RIGUEIRA, J. P. S.; MONÇÃO, F. P.; SALES, E. C. J.; REIS, S. T.; ALVES, D. D.; AGUIAR, A. C. R.; CHAMONE, J. A.. Composição química e digestibilidade *in vitro* de tortas da macaúba. **Unimontes Científica**, v. 19, n. 2, p. 62-72, 2017

RODRIGUES, M. T.; VIEIRA, R. A. M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G.(Org.). **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal. Funep, 2011. 616p. cap. 2. p. 34- 40.

RODRIGUES, N. B. **Variabilidade genética de populações de *Hymenaea stigonocarpa* Mart. exHaynee *Dipteryx alata* Vogel em áreas nativas e em plantios de recuperação de áreas degradadas em Paracatu, MG**. 2013. 113p. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília. 2013.

ROCHA, L. S.; CARDOSO SANTIAGO, R. A. Implicações nutricionais e sensoriais da polpa e casca de baru (*Dipteryx alata* Vog.) na elaboração de pães. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 4, p. 820-825, 2009.

SANCHEZ, R. M. **Estudos fitoquímicos e propriedades biológicas da *Dipteryx alata* Vogel (baru)**. 2014. 98 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Materiais) – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

SANO, S. M.; RIBEIRO, JOSÉ F.; BRITO, M. A. Baru:biologia e uso. Planaltina: **Embrapa Cerrados-Documents** (INFOTECA-E). ISSN-1417-5111. 52p. 2004.

SANO, S. M.; VIVALDO, L. J.; SPEHAR, C. R. Diversidade morfológica de frutos e sementes de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 513-518, 1999.

SARTESHNIZI, F. R.; SEIFDAVATI, J.; ABDI-BENEMAR, H., SALEM, A. Z.; SHARIFI, R. S.; MLAMBO, V..The potential of rumen fluid waste from slaughterhouses as an environmentally friendly source of enzyme additives for ruminant feedstuffs. **Journal of Cleaner Production**, v. 195, p. 1026-1031, 2018. Disponível em :https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652618316214?casa_token=_y6keVDXqGAAAAA:LXauno-W1yM5UjogJnvx6PDTaYn4qwFnWZv8L5QMaH3odkgYHYMEJ2Uy9oBnqOSxjloPiibmzg. Acesso em 17.05.2020

SENGER, C. C. D.; MÜHLBACH, P. R. F.; SANCHEZ, L. M. B.; KOZLOSKI, G. V.; KIST, G. P.; LIMA, L. D. D.; NETTO, D. P. Comparação entre os métodos químico, *in situ* e *in vitro* para estimativa do valor nutritivo de silagens de milho. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 835-840, 2007.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV. 2002.

SILVA, D. V.; OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O. **Propriedades nutricionais, físicas, químicas e tecnológicas funcionais das farinhas de baru (*Dipteryx alata* Vogel) em função de diferentes condições de secagem do fruto**. 2017. 113p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde , 2017.

SIQUEIRA, E. M. A.; MARIN, A. M. F.; CUNHA, M. S. B.; FUSTINONI, A. M.; SANT'ANA, L. P.; ARRUDA, S. F. **Consumption of baru seeds (*Dipteryx alata* Vog.), a Brazilian savanna nut, prevents iron-induced oxidative stress in rats**. Food Res. Int., v. 45(1), 427– 433, 2012.

SOARES, C. M. S.;MORAIS, R. A.; SANTOS, A. L.; SOUSA, H. M. S.; TELES, J. S.; DA SILVA, R. R.; MARTINS, G. A. S. Quantificação de Compostos Fenólicos Totais em Frutos não Convencionais Cultivados no Cerrado. **DESAFIOS-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins**, v. 7, n. Especial, p. 65-71, 2020.

SOUSA, A. G. O.; FERNANDES, D. C.; ALVES, A. M.; FREITAS, J. B.; NAVES, M. M. V. **Nutritional quality and protein value of exotic almonds and nut from the Brazilian Savanna compared to peanut**. Food. Res. Int., v. 44(7), p. 2319–2325, 2011.

SPANGHERO, M.; CHIARAVALLI, M.; COLOMBINI, S.; FABRO, C.; FROLDI, F.; MASON, F.; TAGLIAPIETRA, F. Rumen inoculum collected from cows at slaughter or from a continuous fermenter and preserved in warm, refrigerated, chilled or freeze-dried environments for in vitro tests. **Animals**, v. 9, n. 10, p. 815, 2019.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the “in vitro” digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, London, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

TOGASHI, M.; SGARBIERI, V. C. Caracterização química parcial do fruto do baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 14(1), 85-95, 1994.

TONISSI, R. H.; GOES, B.; CARNEIRO, M. Y.; BRABES, K. S.; LANA, R. P. Coprodutos de crambe (*Crambe abyssinica hoechst*) na alimentação de ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 65, n. 249, p. 7-16, 2016.

VALADARES FILHO, S. C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R. CAPELLE, E. R. Tabelas Brasileiras de Composição de alimentos para bovinos. 3 ed. Viçosa: **UFV**, 2006. 329p.

VALLILO, M. I.; TAVARES, M.; AUED, S. Composição química da polpa e da semente do fruto do cumbaru (*Dipteryx alata* Vog.) – Caracterização do óleo e da semente. **Revista do Instituto Florestal**, 2, 115-125. 1990.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Comstock. Cornell University Press. 1994. 476p.

VARGAS, L. I. M.; LANA, R. P.; SILVA, J. C. P.; VELOSO, C. M.; RENNÓ, L. N.; FONSECA, D. M. Desempenho de vacas mestiças em função de suplementação energética e proteica em dietas à base de silagem de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 3, p. 827-836, 2015.

VERA, R.; SOARES JÚNIOR, M. S.; NAVES, R. V.; SOUZA, E. R. B.; Fernandes, E. P.; Caliar, M.; Leandro, W. M. 2009. Caracterização física e química de amêndoas de Barueiros (*Dipteryx alata* Vog.) de ocorrência natural no Cerrado do Estado de Goiás, Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.112-118.

Valor nutricional de suplementos concentrados com farinha do Baru em substituição ao fubá de milho

Souza, T.F.¹; Mourthé, M.H.F.^{1@}; Geraseev, L.C.¹; Barros, L. V.¹; Martins, M.¹; e Braz, T.G.S.¹

¹Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Minas Gerais. Montes Claros. Minas Gerais. Brasil. kikolider@gmail.com@

Resumo

A farinha do Baru (FB), feita a partir do epicarpo e mesocarpo do seu fruto tem potencial para ser utilizada na alimentação de ruminantes como alimento energético. Nesse contexto, avaliou-se cinco suplementos concentrados com substituição do farelo de milho (FM) por FB (0; 25; 50; 75 e 100%). Foram avaliadas a composição química e a digestibilidade *in vitro* (DIVMS), além dos custos da matéria seca (MS) e MS digestível dos suplementos concentrados. Não houve diferença da substituição crescente do FM pela FB sobre os teores de MS, cinzas, proteína bruta, fibra insolúvel em detergente neutro, fibra insolúvel em detergente ácido, extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais entre os suplementos, com médias, respectivamente de 88,52; 7,38; 22,94; 11,17; 4,73; 3,30; 55,23 e 76,65 g.100gMS⁻¹. No entanto, houve redução linear de 76,97 para 63,87% na DIVMS entre os suplementos com 0 e 100% de FB. Os suplementos 0, 25, 50, 75 e 100% de FB apresentaram custo da MS de R\$ kg⁻¹ de 2,54, 2,48, 2,42, 2,36 e 2,31, respectivamente. Já o custo de MS digestível dos suplementos apresentou os valores de R\$ kg⁻¹ 3,29, 3,33, 3,61, 3,57 e 3,62, respectivamente, para os suplementos 0, 25, 50, 75 e 100% FB. A substituição crescente do FM pelo FB não altera a composição bromatológica, mas reduz a DIVMS e o custo da matéria seca dos suplementos concentrados. O custo de aquisição da FB correspondente a 50% do preço do FM permite a sua inclusão em 100% nos suplementos concentrados em substituição ao FM.

Palavras chave: Alimentos alternativos. Custo da dieta. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca. *Dipteryx alata* Vog. Vacas leiteiras

Summary

Nutritional value of concentrated supplements with Baru flour to replace cornmeal

Baru meal (BM) made from the epicarp and mesocarp of its fruit has the potential to be used in ruminant feeding as an energy food. We evaluated five concentrated supplements containing different levels of substitution of corn meal (CM) for BM (0; 25; 50; 75 and 100%). Chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility

(IVDMD) and cost of dry matter (DM) and digestible DM of concentrated supplements were evaluated. There was no difference in the increasing replacement of CM by BM on the contents of DM, ash, crude protein, insoluble fiber in neutral detergent, insoluble fiber in acid detergent, ethereal extract, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients between the supplements, with means respectively: 88.52; 7.38; 22.94; 11.17; 4.73; 3.30; 55.23 and 76.65 g.100gMS⁻¹. There was a reduction from 76.97 to 63.87% in IVDMD between supplements with 0 and 100% replacement. Supplements 0, 25, 50, 75 and 100% BM had a DM cost of R\$ kg⁻¹ of 2.54, 2.48, 2.42, 2.36 and 2.31, respectively. The cost of digestible DM of supplements presented values of R\$ kg⁻¹ 3.29, 3.33, 3.61, 3.57 and 3.62, respectively, for supplements 0, 25, 50, 75 and 100% BM. The increasing replacement of CM by BM does not change the chemical composition, but reduces the IVDMD and the dry matter cost of concentrated supplements. The acquisition cost of the BM at 50% of the price of the CM allows its inclusion at 100% of the supplements to replace of CM.

Key worlds: Alternative foods. Dairy cows. *Dipteryx alata* Vog. Feeding cost. *In vitro* dry matter digestibility.

Introdução

O milho é o principal cereal utilizado como fonte de energia na dieta de ruminantes no Brasil. Contudo, as oscilações do preço desse alimento ao longo do ano dificultam o acesso e alteram a rentabilidade obtida pelo produtor de leite, como por exemplo, em 2021 houve variação de 92% no preço do grão de milho (Manfron et al. 2021, p. 51, CONAB, 2022). Do mesmo modo, fatores climáticos podem interferir no potencial de oferta do milho, principalmente, quando a baixa disponibilidade hídrica está associada a altas temperaturas (Souza e Barbosa 2015, p. 31).

Nesse sentido, é importante avaliar alimentos alternativos ao milho na nutrição animal. Uma alternativa pode ser o baru, uma espécie nativa do Cerrado utilizada principalmente para extração de amêndoas (Canuto 2015, p. 1). Os coprodutos do baru gerados após a extração da amêndoa são o epicarpo e mesocarpo que, apesar de representarem até 95% da massa do fruto, são pouco investigados para uso na nutrição animal (Genena et al., 2016 p. 2). A caracterização prévia desse coproduto em nosso laboratório demonstrou que o teor de carboidratos não fibrosos foi em média 70,16 g/100 g de matéria seca, o que a princípio representa potencial de uso como fonte de energia para ruminantes.

Nessa perspectiva, conhecer a composição química e a digestibilidade dos ingredientes é essencial para formular dietas balanceadas que permitam maximizar a eficiência alimentar (Fernandes et al., 2017 p. 2). Assim, determinar a composição

química, digestibilidade e a presença de fatores antinutricionais é fundamental para que a farinha de Baru seja utilizada na formulação de dietas para bovinos leiteiros.

O aproveitamento de coprodutos da agroindústria na alimentação animal também depende da sua disponibilidade e custo. Considerando apenas o estado de Minas Gerais, a oferta deste coproduto foi estimada em média de 1.637,78 toneladas entre os anos de 2014 a 2018, com crescimento de 65% nesse período (IBGE, 2019). Ademais, o baixo valor comercial de coprodutos, subprodutos e resíduos pode levar à redução do custo de produção de ruminantes, principalmente, aqueles que são utilizados na formulação de suplementos (Bezerra et al. 2021, p. 21).

Desta forma, o objetivo da pesquisa foi determinar o valor nutricional e econômico de suplementos concentrados para vacas leiteiras com diferentes níveis de farinha de Baru em substituição ao fubá de milho.

Material e métodos

O experimento foi realizado no município de Montes Claros, Minas Gerais, localizado na latitude -16.68034 e longitude -43.84587, no período de março a dezembro de 2021. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições, compostos por suplementos concentrados contendo cinco teores (0; 25; 50; 75 e 100%) de farinha de baru (FB) em substituição do fubá de milho (FM) .

Os frutos foram obtidos, no período de janeiro a março de 2021, no assentamento rural Alvorada localizado no município de Pintópolis-MG. A FB foi obtida após extração da amêndoa, seguida do processamento do epicarpo e mesocarpo em desintegrador adaptado. O endocarpo não fez parte da FB devido a sua característica lenhosa.

Os suplementos foram formulados para serem isoproteicos e atenderem as exigências de 50% da energia de vacas multíparas, com 120 dias de lactação, peso corporal de 450 kg e com produção de 20 kg de leite/dia com 4,0% de gordura e 3,5% de proteína bruta (NRC 2001, p. 41). Os insumos utilizados foram o farelo de soja (FS), FM, FB e núcleo vitamínico mineral comercial. Os suplementos concentrados foram misturados manualmente e preparados em laboratório (Tabela I).

Os insumos e suplementos concentrados foram analisados quanto aos teores matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas conforme metodologia descrita pela AOAC (1990, p.71-90); fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) de acordo com Van Soest (1991, p. 3583). O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi estimado pela equação $100 - PB + FDN + EE + CINZAS$ (Sniffen et al., 1992, p. 3563). Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pela equação proposta por Kearn (1982, p. 98-100), $NDT = 40,2625 + 0,1969PB + 0,4028CNF + 1,903EE - 0,1379FDA$ e o teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foi determinado para a FB, FM e FS (Souza et al. 2006, p. 155).

Os insumos FB, FM e FS e os suplementos concentrados também foram avaliados quanto à DIVMS. A metodologia utilizada foi a de dois estágios proposta por Tilley e Terry (1963); após a moagem de 1 mm, 500 mg de amostra foram pesadas e vedadas em sacos Filter Bags F-57 Ankom® (5,5 cm x 5,5 cm), alocados na incubadora *in vitro* Tecnal® (TE-150). Foram utilizadas quatro repetições por tratamento (Silva e Queiroz 2002, p. 98).

Os sacos foram incubados por 48 h em quatro jarros de 2000 ml dotados com tampas de borrachas. Foram adicionados 1200 mL de solução tampão Minnesota e 400 mL de líquido ruminal, em temperatura de 39°C e foi injetado CO₂ para manter o pH entre 6,9 a 7,0. Após o primeiro estágio, adicionaram 2 mL de HCL diluído e 6 mL de pepsina a 5% (50 g/L) aos jarros que permaneceram a temperatura de 39°C. Após 48 h os sacos foram retirados, lavados com água destilada e secados em estufa a 105 °C por 12 horas para a determinação da MS. A DIVMS foi determinada pela diferença entre a amostra incubada e a amostra residual (Silva e Queiroz 2002, p.98).

O teor de taninos totais da FB foi avaliado, conforme metodologia adaptada de Moraes *et al.* (2021, p.120). O extrato foi preparado com 1g da farinha de Baru adicionado de 100 mL de solução hidroetanólica 50%. Em seguida, as suspensões foram filtradas e o volume completado para 100 mL com o mesmo solvente. Em tubos de ensaio foram adicionados 8,2 mL de água, 0,3 mL de extrato, 0,5 mL do reagente Folin-Denis e 1 mL de solução aquosa de carbonato de sódio 7,5% (m/v). Após agitação e subsequente repouso por 30 minutos foram realizadas leituras de absorbância em

espectrofotômetro a 760 nm. O teor de taninos totais foi calculado a partir da função gerada pela curva padrão e expresso em mg 100g⁻¹ de MS.

O custo da MS dos suplementos concentrados (R\$.kg⁻¹) foi determinado por meio do produto entre o preço unitário e a proporção de cada insumo (%MS) utilizado nas formulações. A cotação do FS, FM e suplemento mineral foi realizada no comércio de Montes Claros-MG em janeiro de 2022. O custo de aquisição da FB foi estimado junto ao fornecedor conforme preços praticados na região de origem do insumo. Ademais, o custo unitário da matéria natural (MN) foi de 3,06; 1,53; 1,07 e 5,08 R\$.kg⁻¹, respectivamente, para o FS, FM, FB e suplemento mineral. A obtenção do custo unitário da MS foi realizada pela razão entre o custo unitário da MN e o teor de MS de cada insumo. O custo da matéria seca digestível de cada suplemento também foi calculado pela razão entre o custo da MS e MS digestível (%) de cada insumo.

Os efeitos da substituição do FM pela FB na composição bromatológica e DIVMS dos concentrados foram analisados por regressão por meio do software R, versão 3.3.1 (R CORE TEAM, 2019). Os dados foram considerados significativos quando $p < 0,05$ e as equações foram definidas em função da significância da regressão e dos parâmetros da equação, pelo coeficiente de determinação e pela explicação biológica dos resultados.

Resultados e Discussão

Observou-se que a FB apresentou maiores teores de cinzas, FDA e CNF e menores de PB, FDN comparado ao FM (Tabela II). O maior teor de CNF da FB em relação ao FM aconteceu, principalmente, pelos menores teores de PB e FDN já que a determinação é feita pela diferença em relação aos demais nutrientes (PB, FDN, EE e cinzas).

A FB apresentou 32,20 mg 100g⁻¹ de MS (0,322 mg/ml) de taninos totais. De acordo com os critérios adotados para as formulações dos suplementos concentrados, a concentração estimada taninos totais seria de 4,68, 9,17, 13,49 e 17,53 mg 100g⁻¹ de MS, respectivamente, para os tratamentos 25, 50, 75 e 100% FB. Dessa forma, a maior dose correspondeu a 0,1753% da MS do suplemento o qual os teores de taninos estariam abaixo dos níveis relacionados aos efeitos negativos para os animais. O teor de tanino

da FB foi inferior à média de 43,18 mg/100g observada por Morais et al. (2021, p. 122) em mesocarpo e epicarpo de baru.

Os efeitos dos taninos presentes na dieta de ruminantes, dependerá da sua concentração, sendo que valores acima de 50g/ Kg de MS foram negativos para os a atividade microbiana e digestibilidade ruminal (Silva et al. 2016, p. 607). Já teores até 0,7% da MS total (20 g/kg de concentrado) não alteraram o desempenho de vacas leiteiras (Alves et al. 2017, p.1666). Cruz et al. (2007, p. 1043) observaram baixa correlação entre a DIVMS e os teores de taninos de quatro espécies vegetais. Segundo os autores, os teores de taninos solúveis (0 a 2,5% da MS) e de taninos condensados totais (0 a 3,5% da MS) foram considerados baixos para influenciar a DIVMS.

Não houve efeito ($p>0,05$) da substituição do FM pelo FB sobre os teores de MS, cinzas, PB, FDN, FDA, EE, CNF e NDT dos suplementos concentrados (Tabela III). A semelhança entre os teores de CNF dos suplementos, a princípio demonstrou que a FB apresenta potencial para substituir o FM. Entretanto, devido ao menor teor de proteína do FB, a substituição crescente de FM pela FB exigiu maior teores de FS para que os suplementos concentrados fossem isoprotéicos.

Houve efeito linear negativo decrescente ($p<0,05$) da inclusão de FB sobre a DIVMS dos suplementos concentrados (Figura 1), sendo que a cada 1% de inclusão de FB a DIVMS dos suplementos reduziu em 0,137%.

A FB, FM e FS utilizados na formulação dos suplementos concentrados apresentaram DIVMS, respectivamente, de 61,52, 76,42 e 81,75%. Assim, os resultados observados para a DIVMS podem ser em parte explicados pela diferença da DIVMS do FM e FB. O maior teor de FDA do FB em relação ao FM (Tabela II) ajuda a explicar a diferença observada na DIVMS entre estes insumos, pois a FDA representa a fração da fibra com menor digestibilidade (Alves et al. 2016, p. 568).

A FB, FM e FS apresentaram teores de NIDA com 7,86, 1,94 e 2,64% do nitrogênio total (NT), respectivamente (Tabela 1). O NIDA representa a fração proteica indisponível para a degradação ruminal (Souza et al., 2006, p. 18), logo, os suplementos com maiores inclusões de FB e FS também apresentaram maior teor de NIDA. De fato, ao considerar a composição centesimal e teor de PB dos suplementos, estimou-se teores de NIDA de 0,63; 0,70; 0,77; 0,83 e 0,90 % do NT, respectivamente, para os

tratamentos 0, 25, 50, 75 e 100% FB. No entanto, já que os suplementos foram os isoproteicos, o aumento dos teores de NIDA concomitante a substituição crescente do FM, provavelmente, reduziu a quantidade de nitrogênio disponível para a fermentação dos microrganismos, contribuindo assim para o efeito observado na DIVMS.

Deve-se ressaltar que, apesar da semelhança observada para os teores de PB, CNF e NDT entre os suplementos, o tipo de carboidrato que compõem os insumos pode interferir na DIVMS, sendo o principal carboidrato do FM o amido. Esse componente corresponde a, aproximadamente 73,55% do grão de milho e possui alta DIVMS, 85,60% (Valadares Filho et al. 2018, p. 1). Segundo Santos et al. (2021, p. 29), o FB tem 76% de carboidrato e destes 30% é amido.

Nesse contexto, a DIVMS variou de 76,97 a 63,87% entre os suplementos com 0 e 100% de inclusão do FB. Esses valores foram maiores que o reportado na literatura para suplementos concentrados com outros coprodutos com composição nutricional próxima ao utilizado nesse estudo, tal qual o mesocarpo de coco macaúba que apresentou DIVMS de 54,08% (Rigueira et al. 2017, p. 62).

Os suplementos concentrados apresentaram custo da MS de R\$ kg⁻¹ 2,54, 2,48, 2,42, 2,36 e 2,31, respectivamente, para os suplementos 0, 25, 50, 75 e 100% de FB. Dessa forma, a cada 25% de inclusão de FB, o custo do suplemento reduziu em 0,06 R\$ kg⁻¹. Entretanto, o custo de MS digestível dos suplementos aumentou com a substituição crescente do FM e apresentou os valores de R\$ kg⁻¹ 3,29, 3,33, 3,61, 3,57 e 3,62, respectivamente, para os suplementos 0, 25, 50, 75 e 100% FB.

Nesse contexto, o FS e FM são insumos comumente utilizados na formulação de dietas para ruminantes e, portanto, o suplemento com 0% FB (100% FM) foi considerado a referência para a comparação financeira. Considerando o valor de DIVMS observado para o tratamento 0% FB, pode-se afirmar que para cada 1,0 kg de suplemento tem-se 0,7697 kg de MS digestível. Para fornecer a mesma quantidade de MS digestível que o tratamento 0% FB, seriam necessários, respectivamente, 1,036, 1,147, 1,164 e 1,205 kg dos suplementos 25, 50, 75 e 100% FB, de acordo com os valores observados de DIVMS. Isto resultou no custo de R\$.kg⁻¹ 2,54, 2,56, 2,78, 2,75 e 2,78, respectivamente, para os suplementos 0, 25, 50, 75 e 100% FB.

Nessas condições, a substituição do FM pelo FB requer o aumento da dose de suplemento para fornecer a mesma quantidade de MS digestível, mas com custo superior de R\$ kg⁻¹ 0,02 à 0,24. Isso aconteceu porque o aumento do FB exigiu o concomitante aumento da inclusão do FS para manter aos suplementos isoproteicos. O FS apresentou DIVMS 5,33% inferior e custo 53% superior ao FM e, assim, também contribuiu para os resultados observados tanto para a digestibilidade, quanto para o custo dos suplementos. Apesar da FB ter apresentado a menor DIVMS entre os três insumos, o seu custo também foi inferior ao do FM (30%), mas não o suficiente para reduzir o custo da MS digestível concomitante a sua inclusão.

O custo da MS do FB equivalente a 60% do custo do FM tornaria o custo da MS digestível semelhante (R\$ Kg⁻¹ 2,54) entre os suplementos concentrados 0 e 25% FB. E com 50% do custo do FM, os suplementos 0 e 100% FB também teriam os custos da MS digestível semelhantes (R\$ Kg⁻¹ 2,54) e, neste caso, tanto o FM, quanto o FB poderiam ser utilizados na formulação dos suplementos, sendo que a escolha seria de acordo com a disponibilidade na região.

Nesse viés, deve ser ressaltada a importância da DIVMS não apenas para estimar o valor nutricional dos alimentos, mas também a fim de avaliar o custo das dietas. Ademais, ao comparar apenas o custo da MS, a inclusão de 100% FB apresentou menor valor. Entretanto, quando considerada a DIVMS, observou-se que o menor custo e os teores semelhantes de CNF do FB não foram suficientes para indicá-lo como substituto do FM considerando à exigência nutricional para o qual os suplementos foram formulados.

Por fim, é importante ressaltar que a inclusão da FB como fonte de energia nos suplementos concentrados pode ser vantajosa em outras condições. Em situações em que o FS apresente custo unitário mais próximo ao do FM, ou mesmo a inclusão parcial de uréia como fonte de nitrogênio, por exemplo, poderia reduzir o custo dos suplementos. Além disso, categorias de bovinos de menor exigência nutricional ou mesmo vacas em lactação com produção de leite diária inferior a 20 kg podem apresentar resultados financeiros melhores com a inclusão da FB comparado aos do presente estudo.

Conclusão

A substituição crescente do fubá de milho pela farinha de Baru não altera a composição bromatológica e reduz o custo da matéria seca dos suplementos concentrados. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos suplementos concentrados reduz à medida que se inclui a farinha de Baru o que eleva o custo da matéria seca digestível. O custo de aquisição da farinha de Baru correspondente a 50% do preço do fubá de milho permite a substituição de 100% do mesmo nos suplementos concentrados sem alterar a quantidade de matéria seca digestível.

Bibliografia

- Alves, AR, Pascoal, LAF, Cambuí, GB, Trajano, JS, Silva, CM & Gois, GC 2016, 'Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional', *Pubvet*, vol. 10, n. 7, pp. 568-579. <https://www.pubvet.com.br/artigo/2883/fibra-para-ruminantes-aspecto-nutricional-metodoloacutegico-e-funcional>
- Alves TP, Dall-Orsoletta AC & Ribeiro-Filho HMN 2017, 'The effects of supplementing *Acacia mearnsii* tannin extract on dairy cow dry matter intake, milk production, and methane emission in a tropical pasture', *Tropical Animal Health Production*, vol. 49, n.8, pp.1663-1668. Disponível em: doi: 10.1007/s11250-017-1374-9
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists 1990, '*Official methods of analysis*'. 15 ed. Washington D. C. 1990. pp. 1141.
- Bezerra, LR, Sousa, SV, Diogénes, L V & Oliveira, JP 2021, 'Viabilidade nutricional e perspectivas econômicas de co-produtos usados na alimentação de bovinos no nordeste', *Revista Científica de Produção Animal*, vol. 23, n.1, pp. 21-35. DOI: <https://doi.org/10.15528/2176-4158/rcpa.23121-35>
- Canuto, DSO 2015, 'Sementes de Baru (*Dipteryx alata* Vog.)', *Revista Conexão Eletrônica*, vol.12, n.1 pp. 284-295. <http://revistaconexao.aems.edu.br/edicoes-antiores/2015/ciencias-exatas-e-da-terra-engenharias-e-ciencias-agrarias-4/?perPage=50>
- Conab - Companhia Nacional de Abastecimento 2022, '*Preços de mercado do grão de milho no Brasil entre os anos de 2019 e 2021*', acesso em 20 out. 2022, <https://sisdep.conab.gov.br/precosiagroweb/>

Cruz, SESBS, Beelen, PMG, Silva, DS, Pereira, WE, Beelen, R & Beltrão, FS 2007, 'Caracterização dos taninos condensados das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão-bravo (*Capparis flexuosa*, L) e jureminha (*Desmanthus virgatus*)' *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol.59, n.4, pp.1038-1044. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000400033>

Fernandes A, Oliveira RA, Fluck I, Ollé A, Turmina R & Gehlen JC 2017, 'Metodologias para estimar a digestibilidade de alimentos para ruminantes' *REDVET, Revista Electrónica de Veterinaria*, vol. 18, n. 11, pp. 1-15. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63653574010>

Genena, A K, Albuberque, BR, Caires, OR & Lenhard, DC 2016, 'Determinação de taninos nos extratos da polpa e do endocarpo lenhoso do Baru obtidos por extração assistida por ultrassom com diferentes solventes'. In: Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2016, Anais eletrônicos...Campinas, SP, Galoá. <<https://proceedings.science/cobeq/cobeq-2016/papers/determinacao-de-taninos-nos-extratos-da-polpa-e-do-endocarpo-lenhoso-do-baru-obtidos-por-extracao-assistida-por-ultrasso?lang=pt-br>>. Acesso em: 23 out. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2019, '*Contas Nacionais Trimestrais: Indicadores de Volumes e Valores Correntes de Janeiro a março de 2019*', visualizado em 20 dez. 2020 ftp://ftp.ibge.gov.br/Contas_Nacionais/Contas_Nacionais_Trimestrais/Fasciculo_Indicadores_IBGE/pib-vol-val_201901caderno.pdf.

Kearl, LC 1982, '*Nutrient requirements of ruminants in developing countries*', Logan, UT:International Feedstuffs Institute, p. 381. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19830744565>.

Manfron, D, Dijkinga, A, & Junior, CK 2021, 'Fatores que impactam o mercado do milho e o desempenho no preço das Sacas', *Revista Scientia Rural*, vol.1 n.2. pp.51-66. <<http://www.cescage.com.br/revistas/index.php/ScientiaRural/article/view/1555/pdf>>.

- Morais, FA, Belisário, CM, Favareto, R, Maia, GPAG & Carvalho, VDF 2021, 'Influência das temperaturas de secagem nas características físico-químicas da polpa do baru', *Agrarian*, vol.14, n.51, pp.119–126. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v14i51.10563>
- NRC - National Research Council 2001, '*Nutrient requeriments of dairy cattle*'. 7.ed. rev. Washinton, DC:National Academies Press, 381p
- R Core Team 2019, 'R: A language and environment for statistical computing', R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rigueira, JPS, Monção, FP, Sales, ECJ, Reis, ST, Alves, DD, Aguiar, ACR & Chamone, JA 2017, 'Composição química e digestibilidade in vitro de tortas da macaúba', *Revista Unimontes Científica*, vol. 19, pp. 62-72, <https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/1180>.
- Santos, AMA, Fernandes, DC & Naves, MMV 2021, 'Baru (*Dipteryx alata* Vog.) fruit as an option of nut and pulp with advantageous nutritional and functional properties: A comprehensive review', *NFS Journal*, vol. 24, pp. 26-36. <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.07.001>
- Silva, DJ & Queiroz, C 2002, '*Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*', Viçosa, MG: UFV, 3. ed. pp. 235.
- Silva, JL, Guim, A, Ferreira, MA & Soares, LFP 2016, 'Forragens taniníferas na produção de caprinos e ovinos', *Archivos de Zootecnia*, vol. 65, n.252, pp. 605-614. <https://www.uco.es/ucopress/az/index.php/az/article/view/1933/1407>
- Sniffen, CJ, O'Connor, JD & Van Soest, PJ 1992, 'A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability', *Journal of Animal Science*, vol. 70, n. 11, pp.3562-3577. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>
- Souza, GM & Barbosa, AM, 2015, 'Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante' *Revista Visão Agrícola*, n.13, jul-dez, 2015, pp.30-34. <https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/edicoes/milho>

- Souza, GB, Nogueira, ARA & Batista, LAR 2006, 'Avaliação e aplicação de métodos de análise para o fracionamento do nitrogênio em amostras de alimentos para animais'. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 4, São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste. pp. 26, em 30 jan. 2022, <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPSE/16800/1/Boletim04.pdf>
- Tilley, JMA & Terry, RA 1963, 'A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops'. *Journal of the British Grassland Society*, vol.18, n. 2, pp. 104–111. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2494.1963.tb00335.x>
- Valadares Filho, SC, Lopes, SA, Lopes, SA, Silva, BC, Chizzotti, ML & Bissaro, LZ 2018, '*CQBAL 4.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes*', acesso em 11 jan. 2022, <https://www.cqbal.com.br/#!/relatorio/alimentos/derivados/listar/?form=W3siaWQiOjEsInRpdHVsbYl6lk1JTEhPIEZVQsEgLSBDT05DRU5UUkFET1MgRU5FUkfJVElDT1MifV0%3D>
- Van Soest, PJ, Robertson, JB & Lewis, BA 1991, 'Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition' *Journal of Dairy Science*, vol. 74, n.10, pp. 3583-3597. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A substituição crescente do fubá de milho pela farinha de baru não altera a composição bromatológica e reduz o custo da matéria seca dos suplementos concentrados. Contudo a digestibilidade in vitro da matéria seca foi decrescente para dietas concentradas com elevados níveis de farinha de baru; portanto a limitação da farinha de baru até vinte e cinco por cento e deve diminuir o efeito da queda da digestibilidade bem como maximizar a viabilidade econômica.