

CAPÍTULO 19

RESÍDUOS INDUSTRIAIS DA RAIZ DA MANDIOCA
NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOSArmando de Andrade Rodrigues¹Oriel Fajardo de Campos²

19.1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) é uma espécie originária da América do Sul Tropical, conhecida também pelos nomes de yuca, cassava, tapioca e manioc.

Devido a sua adaptabilidade a diferentes condições, a mandioca se disseminou na maioria das regiões tropicais do mundo. Ela é cultivada em mais de 80 países (Holzer et al. 1997), englobando uma área estimada de 11 milhões de hectares e alcançando uma produção de 130 milhões de toneladas anuais (Buitrago, 1990).

O Brasil e a Tailândia são os maiores produtores do mundo e destinam grande parte de sua produção para alimentação animal. No Brasil, as raízes são utilizadas quase que totalmente nas propriedades rurais, ao passo que na Tailândia a maior parte das raízes é submetida a secagem e exportada na forma de pellets para os países desenvolvidos, onde são utilizados em rações para animais.

Além dos produtos primários, como as raízes e parte aérea, existem outros subprodutos ou resíduos da mandioca que tem bom potencial como alimento para ruminantes.

¹ Engº Agrº MS, Dr., Embrapa-Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, Caixa Postal 339, CEP 13560-970, São Carlos, SP. e-mail: armando@cnpse.embrapa.br

² Engº Agrº MS, PhD., Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, CEP 36038-330, Juiz de Fora, MG. e-mail: oriel@cnpel.embrapa.br

19.2. CARACTERÍSTICA NUTRICIONAL DA RAIZ DA MANDIOCA

Com exceção da parte aérea, que está sendo abordada em outro capítulo, as raízes e seus resíduos são alimentos essencialmente energéticos devido aos altos conteúdos de amido e baixo nível de proteína. É importante salientar que a energia é o nutriente quantitativamente mais necessário nas dietas para as diferentes espécies animais.

Normalmente as raízes de mandioca recém colhidas são produtos perecíveis, com alto nível de umidade. Este nível é mais ou menos constante (entre 62% e 68% de água), dependendo principalmente da idade da planta no momento de colheita e das condições ambientais.

No quadro 19.1 são apresentados valores médios de nutrientes da raiz de mandioca, expressos segundo sua concentração original (base úmida), na base da matéria seca e com a umidade em equilíbrio ambiental.

Quadro 19.1

Conteúdos de nutrientes da raiz de mandioca, expressos em base úmida, base seca e com a umidade em equilíbrio ambiental

Nutrientes	Conteúdos nas raízes		
	B. úm.	B. seca	Um. amb.
Matéria seca	35.00	100.00	90.00
Proteína bruta	1.10	3.10	2.80
Extrato não nitrogenado	31.70	90.50	81.50
Extrato etéreo	0.47	1.30	1.20
Fibra bruta	1.10	3.10	2.80
Cinzas	0.70	1.90	1.70
Cálcio	0.10	0.33	0.30
Fósforo	0.15	0.44	0.40

B. úm. = base úmida; B. seca = base seca; um. amb. = umidade ambiental

Buitrago (1990).

É importante ressaltar que a casca e entrecasca representam de 15 a 20% do peso total da raiz, e que a polpa, ou cilindro central, equivale a 80%- 85% deste peso. A maior parte da proteína, graxa, fibra e minerais (cinzas) está localizada na casca e entrecasca, enquanto que os carboidratos se localizam principalmente na polpa. As diferenças nutricionais entre os dois produtos é apresentada no quadro 19.2.

Quadro 19.2
Conteúdo de nutrientes na casca mais entrecasca e na polpa da raiz de mandioca, em base úmida e base seca

Componentes	Conteúdo			
	Casca		Polpa (cilindro central)	
	B. úm.	B. seca	B. úm.	B. seca
Matéria seca	28.0	100.0	41.0	100.0
Proteína bruta	1.5	5.4	1.0	2.4
Carboidratos	21.7	77.5	37.5	91.0
Extrato etéreo	0.6	2.1	1.1	2.7
Fibra bruta	2.5	9.0	1.1	2.7
Cinza	1.7	6.1	1.2	2.9

Buitrago (1990)

No quadro 19.3 são mostradas as diferenças mais importantes entre a raiz com casca e a raiz sem casca, propiciando mais detalhes sobre o fracionamento da fibra (fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido).

Quadro 19.3
Composição química do farelo da raiz de mandioca com casca, e da raiz de mandioca sem casca (base seca)

Componentes	Conteúdo Raiz com casca	Raiz sem casca
Matéria seca	100.00	100.00
Carboidratos	83.80	92.40
Proteína bruta	3.05	1.56
Extrato etéreo	1.04	0.88
Cinzas	2.45	2.00
Fibra detergente neutro	6.01	3.40
Fibra detergente ácido	4.85	1.95
Hemicelulose	1.16	1.45

Agudu (1979), citado por Buitrago (1990).

A seguir são apresentados dados analíticos sobre alguns princípios nutritivos da raiz de mandioca.

Proteína. As raízes de mandioca se caracterizam por seu baixo conteúdo de proteína bruta e aminoácidos; é reconhecidamente deficiente nos aminoácidos

essenciais metionina, cistina e triptofano.

Na maioria das variedades comerciais analisadas o conteúdo de proteína variou entre 2% e 4% na base de matéria seca. É importante notar que raízes que apresentam alto conteúdo de proteína são aquelas que foram colhidas muito precocemente, e que correspondem a variedades com rendimentos totais muito baixos, não sendo consideradas variedades comercialmente promissoras.

Extrativo não Nitrogenado. Os principais componentes do extrativo não nitrogenado na raiz de mandioca são os carboidratos solúveis, constituídos por amidos e açúcares. O amido constitui 80% do extrativo não nitrogenado e contém, aproximadamente, 70% de amilopectina e 20% de amilose.

Fibra. O nível de fibra bruta na mandioca apresenta pequenas variações em função da variedade da planta e da idade da raiz; geralmente seus valores não são superiores a 4% no farelo de mandioca.

Extrato Etéreo. Os nutrientes graxos encontram-se em concentração mínima na raiz de mandioca e são constituídos, principalmente, por galactosil-diglicerídeos e ácidos graxos saturados. A concentração de extrato etéreo é maior na casca que na polpa.

Energia. No quadro 4 são apresentados os valores de energia metabolizável das raízes de mandioca para bovinos e ovinos. Face o alto conteúdo de umidade das raízes de mandioca, os níveis de energia nos produtos "in natura" estão muito diluídos em contraste com aqueles nos produtos secos.

Quadro 19.4
Energia Metabolizável das raízes de mandioca, "in natura" e secas, para bovinos e ovinos

Forma ^a	Energia metabolizável segundo as espécies (Mcal/kg)	
	Bovinos	Ovinos
Base úmida.	1.20	1.26
Base seca	3.25	3.07

^a Base seca = produto seco ; Base. úmida = produto fresco

Hutagalung (1977).

Minerais

Cálcio e Fósforo. Normalmente, a concentração de fósforo é maior na raiz, enquanto a concentração de cálcio é maior na parte aérea (folhas e caules). Os conteúdos de cálcio apresentam maior variação e sua concentração é maior na casca

que na polpa. O nível de fósforo é mais constante nas diferentes partes da raiz.

Deve ser lembrado que os valores das concentrações de cálcio, fósforo e demais minerais podem apresentar resultados alterados no caso da raiz, devido a contaminação com solo e materiais estranhos durante o processo de coleta e processamento. O conteúdo de cálcio é relativamente alto em comparação com outros alimentos energéticos utilizados na alimentação animal.

Microelementos. Em geral, o conteúdo de microelementos na raiz de mandioca é mínimo, especialmente em comparação com outras matérias-primas de uso na alimentação animal. No quadro 5 é apresentada concentração de alguns microelementos importantes na nutrição de ruminantes.

Quadro 19.5
Concentração de alguns microelementos na raiz de mandioca

Minerais	Raízes	
	Base úmida	Base seca
Cobre (ppm)	2.00	6.00
Zinco (ppm)	14.00	41.00
Manganês (ppm)	3.00	10.00

Ravindran et al. 1983.

Ácido Cianídrico. É importante registrar a presença de princípios antinutricionais na mandioca conhecidos como glicosídeos cianogênicos (linamarina, lotaustralina), que se transformam em ácido cianídrico, responsável pelo efeito tóxico das variedades "bravas ou amargas" de mandioca.

Os níveis de ácido cianídrico apresentam valores distintos nas diferentes partes da planta de mandioca, dependendo de fatores como a variedade, a idade da planta, as condições de cultivo, a fertilização, etc. Existem variedades "doces ou mansas" com níveis inferiores a 20 ppm de ácido cianídrico no parênquima fresco, enquanto que algumas variedades "amargas ou bravas" ultrapassam os 600 ppm. Em geral, os glicosídeos cianogênicos se encontram nos diferentes tecidos da planta, mas sua concentração é maior na parte aérea (folhas e colmos) do que na raiz.

A maioria dos sintomas de intoxicação está associada com a afinidade do ácido cianídrico com os íons metálicos, como o ferro e cobre. O radical $-CN$ do ácido reage com o íon ferro da hemoglobina, fato que impossibilita o transporte de oxigênio no sangue. Sabe-se que o principal mecanismo de desintoxicação de ácido cianídrico é a conversão deste produto a tiocianato, que é excretado na

urina. Existem várias moléculas no organismo que podem fornecer enxofre para o processo de desintoxicação. Segundo Pozzolo et al. (1991), o processo de desintoxicação pode gerar deficiência de enxofre para o animal. De acordo com esses autores o aumento na disponibilidade de enxofre diminui os riscos de ocorrência de casos agudos de intoxicação por ácido cianídrico. Vários aspectos relacionados a utilização de enxofre na dieta de bovinos como por exemplo absorção de enxofre no rúmen, reciclagem do enxofre para o rúmen, relação N:S da dieta, inter-relação com outros minerais, sinais de deficiência e requerimentos, principais condições em que é necessária a suplementação com enxofre, resposta em produção de leite e ganho de peso, entre outros, são abordados por Rodrigues et al. (1998).

Existem vários métodos para eliminar total ou parcialmente o conteúdo de ácido cianídrico da mandioca. A desidratação natural, por ação de raios solares, é o sistema mais seguro para destruir o ácido cianídrico livre, que se volatiliza facilmente com a temperatura ao sol e sob a ação do vento.

19.3. COMPOSIÇÃO NUTRICIONAL DOS SUBPRODUTOS DA RAIZ DE MANDIOCA

Durante os processos de industrialização e transformação da mandioca em produtos nobres, geralmente se obtém subprodutos que podem ser destinados a programas de alimentação, de acordo com seu valor nutricional e custos de oportunidade.

A variação na composição nutricional destes materiais é muito ampla, como consequência dos vários processos industriais existentes para a produção de farinha, raspas, amido, álcool, ácido láctico, glucose, dextrinas e gomas. Destes produtos o amido é que permite, durante sua fabricação, obter maior quantidade de subprodutos para alimentação animal.

Não se discutirá em detalhes o valor nutricional isolado do amido, nem seu papel como componente de rações para ruminantes, tendo em vista tratar-se de produto utilizado primordialmente para processos industriais. Por outro lado, existem vários subprodutos da fabricação do amido que tem importância especial na alimentação de ruminantes, os quais são conhecidos por diversas denominações regionais, entre eles está o farelo de cascas e entrecasas, o bagaço, o amido não refinado, a crueira (resíduo da produção de farinha de mesa), o farelo de varredura (constituído de todo o material perdido no chão mais o resíduo do lavador, seco e moído), entre outros.

Devido a grande quantidade de água que se utiliza durante a extração do

amido, todos os subprodutos mencionados, em sua forma original, se caracterizam pelo alto conteúdo de umidade. Assim, sua utilização imediata é difícil e exige que os mesmos sejam submetidos a secagem ou a algum processo de conservação, como por exemplo a ensilagem. No quadro 6 são apresentados os conteúdos de nutrientes em alguns subprodutos da raiz de mandioca.

Quadro 19.6
Conteúdo de nutrientes em alguns subprodutos da raiz de mandioca

Subprodutos	Nutrientes (% da matéria seca)				
	Proteína bruta	ENN	Ext. etéreo	Fibra bruta	Cinzas
Amido	0.70	99.00	0.30	0.50	0.40
Casca	5.60	72.50	2.10	12.90	6.10
Bagaço	2.50	82.00	0.80	12.50	4.30

Buitrago (1990).

Diversos resíduos industriais da mandioca, no estado de São Paulo, foram analisados por Melotti (1972), e as composições químicas e o valor nutritivo estão no Quadro 19.7.

Quadro 19.7
Composição química e valor nutritivo de quatro tipos de resíduos industriais da mandioca no Estado de São Paulo

Itens	Farelo de bagaço	Farelo de farinha de mesa	Farelo de raspas	Farelo de varredura e do lavador
Matéria seca	89,93	90,95	92,88	92,96
Proteína bruta	1,64	3,71	3,89	3,06
Extrato etéreo	0,48	0,86	1,36	0,85
Fibra bruta	9,70	6,92	8,69	6,66
Matéria mineral	1,48	1,85	2,30	14,57
Extrato não nitrogenado	76,56	77,62	76,03	67,81
Cálcio	0,42	0,32	0,38	0,37
Fósforo	0,02	0,02	0,03	0,03
Celulose	9,82	6,46	7,99	6,90
Sílica	0,43	0,28	0,36	12,44
Nutrientes digestíveis totais	74,83	76,69	76,53	70,64

Melotti (1972)

Concentração energética

A concentração de energia digestível dos subprodutos da raiz da mandioca é afetada pelo seu nível de umidade. Assim, as raízes ou subprodutos quando estão frescas contêm baixo teor de matéria seca e proporcionam menos de 1500 Kcal de energia metabolizável por quilograma. Ao se desidratar as raízes ou subprodutos, a concentração de energia metabolizável aumenta para até 3200 a 3600 Kcal/kg. No Quadro 19.8 são mostrados os níveis de umidade e conteúdos energéticos dos subprodutos mais importantes da raiz da mandioca.

Quadro 19.8
Subprodutos da mandioca utilizados como fonte energética na alimentação de ruminantes

Subprodutos da raiz de mandioca	Energia digestível (Mcal/kg)	Umidade (%)
Farelo de raiz (raspa)	3,4	10
Farelo de bagaço	2,9	10
Farelo de casca	2,2	10
Raiz fresca	1,2	65
Bagaço úmido	1,0	70
Casca fresca	0,8	72

Buitrago (1990)

Campos et al. (1977) mencionam que o conhecimento da qualidade do produto é imprescindível para formulações de dietas mais eficientes e econômicas e para a substituição de ingredientes na ração a ser formulada de acordo com as modificações de preços e disponibilidade no mercado. Assim, visando conhecer melhor o valor energético da raspa de mandioca esses autores realizaram ensaio de digestibilidade com ovinos e encontraram os seguintes valores: energia digestível 2,8 Mcal/kg e 61% de NDT. Os resultados de digestibilidade mostram que o valor nutritivo da raspa de mandioca é melhor que o valor nutritivo da crueira (farelo de farinha de mesa) Campos e Silva (1978). Estes autores encontraram valores de energia digestível de 2,6 e 2,0 Mcal/kg para a raspa e crueira respectivamente.

Concentração de proteína

Os subprodutos da raiz da mandioca, do mesmo modo que a mandioca, apresentam baixo nível de proteína. Devido a esta limitação, uma dieta para ruminantes deve ser complementada com proteína. Por outro lado, muitos estudos têm comprovado que parte da proteína da dieta pode ser substituída pelo nitro-

gênio não protéico (NNP), sendo que a uréia tem sido a fonte de NNP mais utilizada na dieta de ruminantes. (Rodrigues, 1985 e Campos e Rodrigues, 1985).

19.4. FATORES QUE AFETAM A QUALIDADE DAS RAÍZES DESIDRATADAS E SUBPRODUTOS DA MANDIOCA

A desidratação das raízes ou subprodutos da mandioca elevam a concentração de nutrientes e facilita a conservação dos alimentos. Conforme mencionado anteriormente, a desidratação elimina a maior parte do ácido cianídrico, podendo ser feita por meio da energia solar ou usando secadores artificiais. Condições extremas de temperatura e umidade podem afetar negativamente a qualidade nutricional. Por outro lado, com níveis de umidade superiores a 15%, se favorece o desenvolvimento de bactérias e fungos que podem vir a causar transtornos nutricionais e sanitários.

O material desidratado deve ter ao redor de 10% de umidade e geralmente é moído antes de ser utilizado em rações fareladas e peletizadas para animais.

Os processos industriais envolvendo desidratação ao sol e utilização de raízes de boa qualidade permitem, na ausência de materiais estranhos, obter uma farinha de mandioca com a seguinte composição nutricional: umidade <12,0%; amido >63,0%; cinzas <3,0%; fibra bruta <3,5%.

Não existe um método oficial de classificação da farinha de mandioca destinada a alimentação animal, e este produto está sujeito a variações de diversas naturezas tanto durante o cultivo como durante o processamento, tornando difícil estabelecer um sistema consistente. Como ponto de referência é apresentado no Quadro 9 uma qualificação do farelo de mandioca segundo os constituintes primários que afetam seu valor energético.

Quadro 19.9
Qualidade da farinha de mandioca de acordo com fatores que afetam seu valor energético

Grau	Conteúdo de ingredientes críticos	
	Fibra bruta	Cinzas
1	<2.5	<2.0
2	<3.5	<2.5
3	<4.0	<3.5
4	<5.0	<4.5

Buitrago (1990)

19.5. FATORES NUTRICIONAIS E LIMITANTES NOS SUBPRODUTOS DA FABRICAÇÃO DO AMIDO

A finalidade da produção industrial de amido de mandioca é obter da raiz a maior quantidade possível de grânulos de amido, que estão presos dentro das células. A maior ou menor eficiência no processo de extração incide na qualidade nutricional dos subprodutos. Com menor eficiência no processo de extração de amido se obtém subprodutos de melhor qualidade como resultado da maior retenção de amido.

Os principais subprodutos resultantes do processo de fabricação de amido de mandioca são: a) a casca, que se separa da polpa antes do processamento; b) o bagaço, que é o material fibroso que sobra depois da extração do amido e c) a manipueira, constituída em grande parte por impurezas de amido e substâncias sobrenadantes na água utilizada durante o processo de lavagem e refinação do amido. O subproduto de maior importância do processo de fabricação de amido de mandioca é o bagaço, que representa ao redor de 10% do peso das raízes inteiras.

Os fatores limitantes na utilização dos principais subprodutos resultantes da extração do amido são semelhantes aos descritos para raízes frescas ou desidratadas, ou seja, altos níveis de umidade, baixos níveis de proteína e alto conteúdo de fibra, limitando o teor de energia digestível.

19.6. CARACTERÍSTICAS DOS RUMINANTES QUE PROPICIAM A UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA MANDIOCA

Nos ruminantes domésticos (bovinos, ovinos e caprinos) a característica digestiva principal é possuir um estômago complexo, de importância fundamental nos processos de digestão e absorção. Nos quatro compartimentos que têm em seu estômago (rúmen, retículo, omaso e abomaso) se desenvolvem processos digestivos e de fermentação microbiana que permitem ao animal utilizar grandes quantidades de alimentos fibrosos, e tornam possível a inclusão de compostos nitrogenados não protéicos nos programas de alimentação.

Os resíduos da industrialização da mandioca com alto conteúdo de fibra (por exemplo o farelo de cascas, o bagaço de mandioca) sofrem, ao nível de rúmen, um processo de fermentação microbiana que permite a transformação de carboidratos complexos (celulose, hemicelulose, pectina) em ácidos graxos voláteis (AGV). Nesta forma são aproveitados pelo ruminante como fonte de energia útil.

Por outro lado, é interessante ressaltar que os microrganismos ruminais têm a capacidade de transformar os compostos nitrogenados não protéicos em proteína verdadeira, que é posteriormente digerida e absorvida no intestino delgado. Rodrigues (1985) mostrou que existe estreita dependência entre a utilização da uréia e o conteúdo de energia da dieta. Os carboidratos são as principais fontes de energia para a síntese microbiana. Das fontes de energia disponíveis, o amido é mais satisfatório do que o melaço e do que a celulose (Rodrigues, 1985 e Campos e Rodrigues, 1984). Neste aspecto, tem sido verificado que o amido de mandioca é superior ao melaço de cana-de-açúcar na síntese protéica (Shultz et al. 1970, Silva et al. 1977 e Rubio, 1978).

19.7. A CASCA DE MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A casca é um resíduo de especial importância, por sua ampla disponibilidade e composição. Constitui aproximadamente 20% do peso total da raiz fresca, tanto da que se destina a alimentação humana ou da que é processada industrialmente. Sua qualidade é bastante uniforme, já que os métodos para descascar a raiz geralmente permitem separar um produto homogêneo. Quanto a sua composição, a casca tem um bom conteúdo de amido e um nível de fibra menor que o de outras cascas.

É importante lembrar que nos tecidos superficiais da raiz, e especialmente na casca, é onde a concentração de ácido cianídrico é maior. Este é um fator negativo que exige maior cuidado quando se trata de variedades com alto conteúdo de glicosídeos cianogênicos e quando se pretende incluir alta percentagem de casca na dieta.

O desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica foi avaliado por Prado et al. (2000) utilizando quatro dietas, duas dietas sem casca de mandioca e duas dietas com casca de mandioca. As porcentagens de casca de mandioca na matéria seca da dieta foram de 22% e 32% e os teores de proteína bruta na matéria seca da dieta variaram de 11% a 12%. O volumoso foi a silagem de milho (50% da matéria seca). A substituição do milho no concentrado pela casca de mandioca não influenciou na média diária de ganho de peso, na conversão alimentar e no rendimento de carcaça. Pode-se concluir que em dietas cujo volumoso é a silagem de milho, a casca de mandioca pode substituir o milho no concentrado sem alterar o desempenho de novilhas terminadas em confinamento.

19.8. SUBPRODUTOS DA EXTRAÇÃO DO AMIDO

No caso dos subprodutos da fabricação do amido, existe uma grande variação na concentração dos componentes nutricionais. O fator que mais afeta a qualidade entre os diversos subprodutos, ou no mesmo subproduto entre diferentes regiões, é o sistema de processamento. Assim, nos sistemas mais rudimentares para a produção do amido geralmente se obtém subprodutos de melhor qualidade, como resultado de sua menor eficiência na extração do amido.

Outro fator que afeta a qualidade final do subproduto é o volume de água que se utiliza no processo, e a porcentagem de água que fica retida no subproduto resultante. Quanto maior é o conteúdo de umidade, menor é a concentração de amido e de outros nutrientes.

O principal subproduto do amido que apresenta maior interesse como matéria prima para alimentação de ruminantes é o bagaço. Ele tem importância prática considerando que representa entre 10 a 20 % do peso das raízes da mandioca utilizadas para produção de amido. Apesar do alto nível de fibra e lignina (34,9% de FDN e 5,9% de lignina, Ramos et al. 2000a), o bagaço geralmente contém uma quantidade considerável de amido (até 60%). Por outro lado seu nível de glicosídeos cianogênicos é mínimo uma vez que os processos de extração e lavagem eliminam quase a totalidade do princípio tóxico.

19.9. RESULTADOS DA UTILIZAÇÃO DE RASPAS (FARELO DE RAIZ) E RESÍDUOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DA MANDIOCA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

19.9.1 UTILIZAÇÃO DE RASPAS DE MANDIOCA PARA VACAS EM LACTAÇÃO

A substituição gradativa do milho pela raspa de mandioca sobre a produção de leite foi estudada por Cardoso et al. (1968). Os níveis de raspa variaram de zero até 41,5% (nível utilizado no concentrado sem milho). Os concentrados foram formulados para conter aproximadamente 18% de proteína e 73% de NDT. Os volumosos foram silagem de sorgo e cana picada. Não foi observado efeito sobre o consumo, e as produções de leite variaram de 7,4 a 7,3 kg/animal/dia. Embora as produções tenham sido um pouco menores com os níveis maiores de raspa de mandioca, a análise econômica mostrou que a utilização das raspa foi economicamente vantajosa.

O efeito da substituição total do milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) pela raspa de mandioca sobre a produção de leite foi verificado por Mello et al. (1976b). O nível de raspa de mandioca utilizado foi de 54,5% e os concentrados eram isoprotéicos e isoenergéticos com 14% de proteína bruta e 70% de NDT. A alimentação volumosa era constituída de silagem de sorgo e resíduo de cervejaria, sendo a silagem oferecida a vontade e o resíduo de cervejaria na base de 11 kg por vaca por dia. A quantidade de concentrado variou de 6,2 kg/vaca/dia para a dieta com MDPS a 6,5 kg/vaca/dia para a dieta com raspa de mandioca, e as produções variaram de 13,3 a 14,0 kg/vaca/dia para as dietas na mesma ordem. Os autores concluíram que a raspa pode substituir o milho desintegrado com palha e sabugo desde que seus preços sejam competitivos. Resultados concordantes com esses autores foram obtidos por Ribeiro et al. (1976), que verificaram ter a raspa boa palatabilidade, sendo bem aceita pelas vacas em lactação quando substituiu 50% do milho no concentrado. Não houve diferença na variação de peso dos animais.

Campero (1994) utilizou a farinha de mandioca ou de banana em substituição ao milho em concentrados para vacas leiteiras manejadas em pastagens consorciadas de *Brachiaria decumbens* e *Desmodium ovalifolium* ou *Puerária phaseoloides*. Não houve efeito das fontes energéticas utilizadas no concentrado sobre a produção de leite. A média geral de produção de leite foi de 8,3 kg/vaca/dia e o consumo de concentrado foi de 3,4 kg por vaca por dia, contendo 18% de proteína e 60% de uma das fontes energéticas mencionadas. Entretanto, as vacas suplementadas com farinha de mandioca perderam peso (140 gramas/dia) enquanto que as vacas suplementadas com concentrado contendo milho e farinha de banana ganharam peso (400 e 100 gramas/dia). A resposta estimada a suplementação foi de 2,44 kg de leite por kg de concentrado.

19.9.2 UTILIZAÇÃO DE RASPA DE MANDIOCA PARA BOVINOS EM CRESCIMENTO E CONFINAMENTO

O efeito da substituição do milho ou sorgo pela raspa de mandioca no concentrado para bezerros durante a fase de aleitamento foi estudada por Mello et al. (1981). A utilização da raspa de mandioca em misturas iniciais para bezerros não afetou o ganho de peso quando a dieta líquida era o leite integral. Quando foi oferecido leite desnatado, a utilização da raspa de mandioca no concentrado inicial proporcionou menor ganho de peso do que a utilização do milho (0,38 x 0,52 kg/bezerro/dia).

A engorda de novilhos em confinamento foi avaliada por Garcia et al. (1970) utilizando novilhos meio-sangue holandês-zebu. Foram fornecidos concentrados contendo raspa de mandioca com uréia na proporção 9,2:0,8 ou melaço com uréia na proporção 9,0:1,0, complementados ou não com 300 gramas de farelo de algodão. Os volumosos foram silagem de sorgo ou sabugo de milho tritura-do. Os resultados mostraram que a raspa de mandioca pode substituir o melaço quando o volumoso utilizado foi a silagem de sorgo; porém, a raspa não foi eficiente quando se usou o sabugo de milho, sugerindo que a eficiência da raspa, em substituição ao melaço, depende da qualidade do volumoso.

Estudos mostrando vantagens econômicas da substituição do milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) pela raspa de mandioca foram realizados por Gontijo et al. (1972) e Mello et al. (1976a). No estudo de Gontijo et al. (1972), embora o ganho tenha sido um pouco menor (0,74 x 0,68), a ração com raspa foi 16% mais barata, o que permitiu um custo por quilograma de ganho de peso 9% inferior.

A substituição gradativa do MDPS por níveis de 0; 25; 50; 75 e 100% de raspa de mandioca na engorda de bovinos em confinamento foi avaliada por Castro et al. (1975). Esses autores verificaram decréscimo no consumo diário de matéria seca à medida que se elevou o nível de raspa na ração, havendo entretanto melhora na conversão alimentar e consumo maior de silagem. Salientaram que os animais não conseguem consumir mais do que 6 kg de raspa de mandioca diariamente, mesmo que o volumoso seja limitado. Os ganhos de peso diários foram de 1,16; 1,13; 1,05; 1,01; e 0,85 kg, respectivamente, para os níveis de substituição de 0; 25; 50; 75; e 100% do MDPS pela raspa de mandioca.

Utilizando animais cruzados holandês x zebu, Languidey et al. (1976) verificaram melhor ganho de peso nas dietas com mandioca dessecada e uréia quando comparado com as dietas com melaço e uréia. O volumoso utilizado foi o capim Napier e os ganhos foram maiores nas dietas com maior nível de energia (68% x 57% de NDT) obtido pela utilização de maior quantidade de mandioca dessecada.

Teixeira e Campos (1977) testaram a raspa de mandioca, uréia e estilosantes como suplementos do capim-elefante para novilhos meio-sangue holandês-zebu. Os resultados mostraram que a adição de 1,2 kg de raspa de mandioca em dietas com capim-elefante e 100 gramas de uréia aumentou o ganho de peso de 110 para 470 gramas por novilho por dia. Houve melhora no consumo de energia digestível e melhora na utilização da uréia com a inclusão da raspa como suplemento energético.

Ferreira et al. (1989) compararam a raspa de mandioca com o milho e sorgo utilizando novilhos cruzados holandês x zebu e novilhos nelore, com média de peso de 355 kg e média de idade de 32 meses. Os animais foram alimentados com silagem de milho, feno de capim-jaraguá e capim-cameron verde picado nas seguintes proporções 61:28:11, respectivamente. A relação volumoso:concentrado foi de 60:40 na base de matéria seca, e os concentrados tinham aproximadamente 15% de proteína. Os ganhos de peso dos novilhos foram 1,22; 1,08; 1,14 e 1,18 kg por animal por dia para as dietas cuja fonte energética no concentrado foram respectivamente o milho, o sorgo, a mandioca e a mistura em partes iguais de milho e mandioca. Os autores concluíram que a raspa de mandioca, como fonte exclusiva de energia, ou misturada ao milho em partes iguais, promoveu ganhos semelhantes aos obtidos com milho como ingrediente energético no concentrado para novilhos confinados.

Os efeitos de três fontes protéicas no ganho de peso, consumo, digestibilidade e conversão alimentar de novilhos alimentados com raspas de mandioca ou grão de sorgo foram avaliados em três experimentos por Tudor et al. (1985). A média inicial de peso vivo dos novilhos no experimento de consumo e ganho de peso variou de 173 a 195 kg. Foram feitos pellets incluindo a raspa de mandioca e o volumoso (alfafa). A relação concentrado:volumoso foi de 90:10. Os animais alimentados com grão de sorgo apresentaram maior consumo e melhor ganho de peso (1,21 x 0,85 kg/animal/dia) do que os animais alimentados com raspa de mandioca e uréia. Os animais alimentados com raspa de mandioca e farinha de carne apresentaram ganho de peso intermediário (1,06 kg/animal/dia) entre esses dois tratamentos. Em um terceiro experimento, em que a dieta total também foi peletizada e a relação concentrado:volumoso foi de 82:18, foi comparado a inclusão de 5 ou 10% de farinha de peixe a dietas com raspa de mandioca e uréia. O consumo, conversão alimentar e ganho de peso foram melhores quando foi incluído 5 ou 10% de farinha de peixe na dieta. Os ganhos de peso foram de 0,98; 1,27 e 1,32 respectivamente para a dieta sem farinha de peixe e com 5% ou 10% farinha de peixe.

Zinn e DePeters (1991) utilizaram pellets de mandioca na dieta de bovinos em confinamento, concluindo que eles podem substituir até 30% da matéria seca da dieta sem afetar o crescimento e o consumo.

Holzer et al. (1997) utilizaram dietas isoenergéticas e isoprotéicas incluindo ou não 20% ou 40% de raspa de mandioca, ou a raspa de mandioca mais cama-de-frango para bovinos em crescimento e engorda. Não houve diferença no ganho de peso entre os tratamentos sem raspa e os tratamentos com 20% ou

40% de raspa de mandioca. A inclusão de 11% de cama-de-frango e 36% de raspa de mandioca também não afetou o ganho de peso, mas o custo da alimentação por quilograma de ganho de peso foi reduzido em 14% comparado ao custo da dieta controle, sem estes ingredientes. Os autores concluíram que a combinação de raspa de mandioca e cama-de-frango para bovinos em crescimento é factível, eficiente e econômica. Considerando estes resultados e que cuidado especial deve ser tomado nas dietas de bovinos contendo resíduos de mandioca visando suplementar quantidade adequada de proteína de modo econômico, é interessante fazer referência ao trabalho de revisão realizado por Rodrigues et al. (1997), pois o mesmo engloba vários aspectos relacionados a utilização de cama-de-frango para alimentação de bovinos.

Outros trabalhos mostrando a viabilidade de utilização de produtos e resíduos da mandioca para alimentação de ruminantes são apresentados por Geoffroy e Velez (1983).

19.9.3 UTILIZAÇÃO DE BAGAÇO DE MANDIOCA PARA BOVINOS

A utilização do bagaço de mandioca, em substituição ao milho utilizado no concentrado, foi avaliada por Ramos et al. (2000) com novilhos em crescimento com peso médio inicial de 215 kg, alimentados com feno de aveia/azevém de baixa qualidade contendo 6,4% de proteína bruta. A oferta diária de concentrado foi de 0,83% do peso vivo, e os níveis de substituição do milho utilizado no concentrado por bagaço de mandioca foram de 0; 33; 66 e 99%, na base de matéria seca. O bagaço de mandioca utilizado no experimento foi armazenado em silo de superfície revestido com lona plástica e fornecido aos animais misturado ao concentrado.

Os níveis de substituição de milho por bagaço de mandioca que geraram os consumos máximos foram de 48,7%, 44,1% e 43,7%, respectivamente para matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta. Níveis mais altos de substituição do milho por bagaço de mandioca no concentrado reduziram o consumo destes componentes.

Os ganhos de peso obtidos com estas dietas foram avaliados por Ramos et al. (2000a). Os resultados são mostrados no Quadro 19.10. Os autores concluíram que o bagaço de mandioca pode ser utilizado em substituição ao milho no concentrado para bovinos até 66%, sem alterar o ganho de peso médio diário e a conversão alimentar.

Quadro 19.10

Efeito da substituição do milho no concentrado por bagaço de mandioca no ganho de peso médio diário (GPMD) e na conversão alimentar (CA)

% de substituição do milho pelo bagaço de mandioca	GPMD Kg/novilho	CA Kg MS/kg ganho de peso
0	1,10	4,61
33	0,95	6,17
66	1,12	4,58
99	0,75	7,98

Ramos et al. (2000a).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BITRAGO, J.A.A. *La yuca en la alimentación animal*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1990. 446p.
- CAMPERO, J.R. Harina de banano o yuca como substituto del maíz en raciones para vacas lecheras manejadas bajo pastoreo en el tropico. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.*, v.2, p.177-186, 1994.
- CAMPOS, O.F.; RODRIGUES, A. de A. Uréia para bovinos em crescimento. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2, 1984, Piracicaba. *Anais... Piracicaba: FEALQ*, 1984. p.142-173.
- CAMPOS, O.F.; SILVA, J.F.C. Determinação de valor nutritivo da raspa de mandioca e da crueira, para ruminantes. *Seiva*, Viçosa, v.38, p.6-10, 1978.
- CAMPOS, O.F.; SILVA, J.F.C.; VILELA, H.; SOUZA, A.A. Valor nutritivo da raspa de mandioca e do bagaço da cana para ruminantes. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.24, p.521-529, 1977.
- CARDOSO, R.M.; CAMPOS, J.; HILL, D.L.; SILVA, J.F.C. Efeito da substituição gradativa de milho pela raspa de mandioca, na produção de leite. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.16, p.308-330, 1968.
- CASTRO, M.E.D.; SILVA, J.F.C.; BARBOSA, T. Substituição do milho desintegrado com palha e sabugo pela raspa de mandioca integral em rações para ruminantes. II. Confinamento de bovinos. *Experientiae*, Viçosa, v.20, p.204-216, 1975.
- FERREIRA, J.J.; NETO, J.M.; MIRANDA, E.S. Efeito do milho, sorgo e raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhos confinados. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.18, p.306-313, 1989.
- GARCIA, J.A.; CAMPOS, J.; PERES, F.L. Melaço/uréia x raspa de mandioca/uréia na engorda de bovinos em confinamento. *Seiva*, Viçosa, v.30, p.9-22, 1970.
- GEOFFROY, F.; VELEZ, F.B. Revue sur le manioc (*Manihot esculenta* Crantz) dans l'alimentation des ruminants: II. Utilization par les ruminants. *Turrialba*, v.33, p. 245-256, 1983.

- GONTIJO, R.M.; VILELA, H.; CARNEIRO, G.G.; VIDIGAL, G.T.; MIRANDA, J.J.E. Estudo comparativo entre raspa de mandioca lavada e milho desintegrado como fontes de energia, para engorda de novilhos azebuados em confinamento. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais*, Belo Horizonte, v.24, p.27-31, 1972.
- HOLZER, Z.; AHARONI, Y.; LUBIMOV, V.; BROSH, A. The feasibility of replacement of grain by tapioca in diets for growing-fattening cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.64, p.133-141, 1997.
- HUTAGALUNG, R.I. Additives other than methionine in cassava diets. In: CASSAVA AS ANIMAL FEED: PROCEEDINGS OF A WORKSHOP, 1977. Proceedings... Canada: University of Guelph, International Development Research Centre, Ottawa, 1977. p.18-32.
- LANGUIDEY, P.H.; MOREIRA, H.A.; SANTOS, K.A. de S.; VIANA, J.A.C.; RODRIGUEZ, N.M. Melaço de cana e/ou mandioca dessecada em rações contendo uréia para novilhos de corte. *Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais*, Belo Horizonte, v.28, p.307-315, 1976.
- MELLO, R.P.; MOREIRA, H.A.; SILVA, J.F.C.; CAMPOS, O.F. Milho, sorgo ou mandioca dessecada como fontes energéticas em misturas iniciais para bezerros de rebanhos leiteiros. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.10, p.612-630, 1981.
- MELLO, R.P.; SILVA, J.F.C.; CAMPOS, O.F.; MOTTA, V.A.F. Milho desintegrado com palha e sabugo e raspa de mandioca combinados com diferentes fontes protéicas no arraçoamento de novilhos em confinamento. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.5, p.70-82, 1976a.
- MELLO, R.P.; SILVA, J.F.C.; CAMPOS, O.F.; SAMPAIO, I.B.M. Milho desintegrado com palha e sabugo, raspa de mandioca e sementes de sorgo moídas, em concentrados para vacas em lactação. *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.5, p.105-118, 1976b.
- MELLOTTI, L. Contribuição para o estudo da composição química e valor nutritivo dos resíduos da industrialização da mandioca no estado de São Paulo. *Bol. da Indústria Anim.*, v.29, p.339-374, 1972.
- POZZOLO, O.R.; MONJE, A.R.; HOFER, C.C.; GALLI, I.O. Azufre em sorgo forrageiro. *Prod. Anim. Inf. Téc.*, n° 2, Argentina, p.103-118, 1991.
- PRADO, I.N.; MARTINS, A.S.; ALCADE, C.R.; ZEOULA, L.M.; MARQUES, J.A. Desempenho de novilhas alimentadas com rações contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.278-287, 2000.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S.; BARCELLOS, J.O.J.; BONELLI, I.B. Uso de bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. I. Consumo de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.295-299, 2000.
- RAMOS, P.R.; PRATES, E.R.; FONTANELLI, R.S.; BARCELLOS, J.O.J.; LANGWINSKI, G.; BONELLI, I.B. Uso de bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. 2. Digestibilidade aparente, consumo de nutrientes digestíveis, ganho de peso e conversão alimentar. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.300-305, 2000a.

- RAVINDRAN, V.; KORNEGAY, E.T.; CHERRY, J.A. Feeding values of cassava tuber and leaf meals. Nutr. Rep. Int. v.28, p.189-196, 1983.
- RIBEIRO, P.J.; MOREIRA, H.A.; VILELA, H. Melaço desidratado e raspa de mandioca como substitutos parciais do milho para produção de leite. Arq. Esc. Vet. Univ. Fed. Minas Gerais, Belo Horizonte, v.28, p.193-200, 1976.
- RODRIGUES, A. de A. Uréia na alimentação de bezerros. Doc. Cent. Nac. Pesqui. Gado Leite./ Enep. Bras. Pesq. Agropecu. Embrapa-CNPGL, n.15, 1985, 23p.
- RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G.M.; ESTEVES, S.N. Utilização de cama-de-frango na alimentação de bovinos. Doc. Cent. Nac. Pesqui. Gado Leite./ Enep. Bras. Pesq. Agropecu. Embrapa-CPPSE, São Carlos-SP, n.10, 1997, 30p.
- RODRIGUES, A. de A.; CRUZ, G.M.; ESTEVES, S.N. Utilização de enxofre na dieta de bovinos. Doc. Cent. Nac. Pesqui. Gado Leite./ Enep. Bras. Pesq. Agropecu. Embrapa-CPPSE, São Carlos-SP, n.13, 1998, 27p.
- RUBIO, E.C. Efecto comparativo de la melaza de caña y harina de yuca en la utilización de urea en la alimentación de rumiantes. Rev. ICA, Colombia, v.13, p.537-542, 1978.
- SHULTZ, T.A.; CHICCO, C.F.; SHULTZ, E. et CARNEVALI, A.A. Evaluación de diferentes fuentes de energía (yuca, maíz, arroz y melaza) sobre la utilización de altos niveles de urea en bovinos. Agron. Trop., Venezuela, v.20, p.190-194, 1970.
- SILVA, J.F.C.; CARDOSO, R.M.; CAMPOS, O.F.; VILELA, H. Raspa de mandioca e melaço como veículos da uréia para bovinos em confinamento. Rev. Ceres, Viçosa, v.24, p.134-140, 1977.
- TEIXEIRA, L.B.; CAMPOS, J. Uréia, estilosantes e raspa de mandioca como suplementos de capim elefante para bovinos em confinamento. Rev. Soc. Bras. Zootec., v.6, p.142-162, 1977.
- TUDOR, G.D.; McGUIGAM, K.R.; NORTON, B.W. The effect of three protein sources on the growth and feed utilization of cattle fed cassava. J. Agric. Sci., v.104, p.11-18, 1985.
- ZINN, R.A.; DePETERS, E.J. Comparative feeding of tapioca pellets for feedlot cattle. J. Anim. Sci., v.69, p.4726-4733, 1991.