

Artigo Número 52

CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E USO DE SUBPRODUTOS DA AGROINDÚSTRIA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS

Cristiane De Cássia Meneghetti¹ & José Luiz Domingues²

RESUMO

O aproveitamento de resíduos agroindustriais na alimentação animal atualmente, além de ser visto como uma opção econômica de grande importância na redução do impacto ambiental propicia produção de alimentos nobre e de boa qualidade devido as suas características nutricionais. O uso desses subprodutos na alimentação animal depende basicamente do conhecimento sobre sua composição bromatológica, dos fatores limitantes, do desempenho animal e do seu custo, disponibilidade durante o ano, visando manter em níveis adequados, além da viabilidade econômica de seu uso, a segurança alimentar e ambiental.

INTRODUÇÃO

O termo subproduto foi originado para caracterizar aqueles produtos resultantes de um processamento industrial, onde o objetivo final da produção é um outro produto. O uso desse termo traz sempre alguma conotação negativa a esses alimentos. Entretanto, quando analisados sob o prisma da nutrição, muitas vezes se apresentam como fontes nutricionais com qualidades excepcionais, como o farelo de soja, caroço de algodão, etc.

Um volume muito grande de subprodutos agroindustriais é produzido anualmente no Brasil, a partir do processamento de uma grande variedade de culturas para a produção de alimento ou fibra. Alguns são restritos a determinadas regiões, enquanto outros são facilmente encontrados em todo país. A utilização bem sucedida destes subprodutos é muitas vezes limitada pelo escasso conhecimento de suas características nutricionais e de seu valor econômico como ingredientes para ração, como pela falta de dados de desempenho de animais alimentados com este tipo de alimento.

Analisando sob outro enfoque, a utilização de subprodutos agroindustriais vem ao encontro dos anseios das atuais políticas ambientais que, de forma crescente e com tendência a se fortalecer cada vez mais, vêm acompanhando de perto a eliminação de produtos potencialmente poluentes pelas indústrias. O crescimento demográfico aliado às crises de abastecimento, principalmente nos países em desenvolvimento, aumenta a discussão sobre a competição entre humanos e animais domésticos por alimentos nobres. Neste sentido, o estudo e utilização de fontes alternativas de alimentos são de fundamental importância.

Existem vantagens e desvantagens inerentes à utilização de cada subproduto, sendo que diversos fatores devem ser considerados quando se pretende fazer uso de algum deles.

a) vantagens

Normalmente, os subprodutos entram na dieta em substituição a algum outro alimento mais tradicional como milho ou soja. No entanto, qualquer que seja o motivo da

¹ Médica Veterinária, Dois Córregos-SP.

² Professor da Unicastelo – Campus Descalvado, Descalvado-SP

utilização, certamente o principal fator considerado na avaliação é uma possível vantagem econômica, seja por uma redução direta no custo da alimentação, seja por um melhor desempenho animal, resultante de aumento na eficiência alimentar.

Porém, esta avaliação nem sempre é simples como parece. Vários componentes do custo devem ser considerados, como a logística (transporte, descarga e armazenamento); perdas na armazenagem; fluxo de caixa da propriedade; teor de matéria seca (MS) do material (principalmente no caso de produtos úmidos); composição nutricional, além do resultado que se pode esperar da introdução de um determinado subproduto na dieta (Pedroso & Carvalho, 2006).

Outra possível vantagem é uma maior flexibilidade de formulação das dietas pela disponibilidade de maior diversidade de alimentos; além disso, alguns subprodutos podem conter ingredientes especiais ou complementares aos já existentes, que proporcionam um ajuste fino da dieta, possibilitando melhor desempenho dos animais.

Uma terceira vantagem refere-se ao processamento. A maioria dos subprodutos dispensa qualquer tipo de processamento como a moagem, pois são comercializados em forma adequada ao uso (farelados ou peletizados). Isto também representa economia de mão-de-obra e energia e se faz mais evidente nas situações em que se dispõe de vagões de ração completa, que dispensam inclusive a pré mistura dos ingredientes.

b) riscos

Atrelados às possíveis vantagens, diversos fatores de risco devem ser avaliados antes da introdução de um subproduto à dieta. O primeiro deles refere-se a própria decisão sobre quais produtos adquirir. A partir do momento que se passa a fazer uso de subprodutos é necessário formular toda a dieta na fazenda, o que requer conhecimento ou assessoria técnica especializada.

As regras de comercialização de subprodutos também podem ser distintas dos produtos convencionais. Normalmente, a grande vantagem de se adquirir subprodutos vem do fato de se negociar diretamente com a empresa produtora ou seu representante direto. Isto, porém tem limitações. Na maioria dos casos, só se comercializam grandes volumes ou cargas fechadas, o que pode representar um impedimento para pequenas propriedades, especialmente quando se trata de alimentos de fácil deterioração, que exigem consumo rápido. Nesta situação, o produtor se vê obrigado a comprar pequenas quantidades com maior frequência, mesmo que a um custo maior, de forma que o pagamento fique mais bem distribuído.

A falta de controle de qualidade leva a outro problema, que é o correto estabelecimento do valor nutritivo do subproduto. Quando a variação na composição é muito grande, e isto é comum a alguns subprodutos, fica difícil o balanceamento de dietas por desconhecer-se o real valor nutritivo do alimento. Em função disso, muitos subprodutos não possuem dados de pesquisas suficientes para uma recomendação de uso consistente, o que pode gerar a necessidade de análises bromatológicas mais frequentes. Esse é um fator adicional de custo, além de se aumentar o risco de resultados inesperados no processo. Neste caso a experiência do nutricionista com o produto assume papel importante.

O sucesso na utilização de subprodutos depende do bom planejamento, armazenamento e manuseio. As instalações da fazenda devem permitir uma fácil recepção, descarga e manutenção da qualidade do produto. O ideal é que se possa controlar com rigor as perdas e as quantidades utilizadas, para que se tenha bom controle dos custos e do estoque.

Alguns produtos não permitem estocagem prolongada, como o farelo de arroz. Em função de seu alto teor de gordura livre, ele rancifica em poucos dias, não sendo aconselhável seu uso quando não for possível imprimir um ritmo adequado de fornecimento. Este tipo de consideração deve ser feito quando se faz opção para cada tipo de alimento.

Ainda no armazenamento é importante lembrar que cada produto possui uma densidade específica, o que faz com que o espaço necessário para seu armazenamento seja distinto. Isto deve ser considerado quando se dimensionam os silos ou armazéns.

É também importante que se avalie a disponibilidade e sazonalidade do produto. Alguns subprodutos só estão disponíveis regionalmente e em pequena escala. Isto pode gerar inconstância de fornecimento, caracterizando uma falta grave para a nutrição animal.

Alguns produtos, embora produzidos em maior quantidade em determinadas épocas do ano, estão disponíveis o ano todo. É o caso dos farelos de glúten de milho. O resíduo de cervejaria também segue este padrão, porém sua oferta é maior na época de verão e conseqüentemente seu preço é menor quando o consumo e produção de cerveja atingem o pico.

Outros produtos possuem sazonalidade mais marcante, como é o caso do caroço de algodão, que normalmente deve ser adquirido na época da safra de algodão e estocado para o ano todo. Eventualmente, quando o período de entressafra promete ser mais longo, pode ser necessário fazer um estoque parcial na própria fazenda. Isto exige capacidade de mobilização de capital, além de maior estrutura de estocagem. Não existe inconveniente na utilização de determinado alimento somente durante uma época do ano. Na realidade, a princípio esta seria a atitude mais sensata e que aproveitaria o melhor preço do produto, adquirindo-o na época de maior oferta.

SUBPRODUTOS DA INDUSTRIALIZAÇÃO DO MILHO

A industrialização do grão do milho origina uma ampla série de ingredientes destinados aos mais variados segmentos industriais, desde a alimentação humana, o setor têxtil, farmacêutico, químico ou de alimentação animal (Fernandes, 2003). A partir dele se produzem adoçantes, xarope de glicose, álcoois, antibióticos e óleo, largamente utilizados na alimentação humana. O processamento normalmente utilizado para obtenção desses produtos é por via úmida. Há também o processamento por via seca, quando é obtida a canjica. Neste caso, a porção amido é separada do resto do grão mecanicamente (Henrique et al., s.d)

O processamento por via úmida inicia-se com a chegada do milho na indústria para sua limpeza, retirada de impurezas, palhas e outros materiais, através de peneiras e ciclones ou por sopradores pneumáticos, além de separadores magnéticos para separação de peças metálicas.

Em seguida os grãos vão para tanques de aço inoxidável chamados maceradores, onde recebem água sulfitada a 45-50°C, em corrente contínua; com o SO₂ transformando-se em H₂SO₃, promovendo a assepsia do processo, além de evitar a germinação e auxiliando no amolecimento dos grãos. O tempo aproximado de maceração é de 42 horas, com o milho absorvendo água até atingir 50% de umidade.

A água de maceração com cerca de 6% de sólidos, é posteriormente evaporada até atingir 45-50% de matéria seca (concentração). Dessa forma, pode eventualmente ser usada na alimentação animal, sendo comercializada a granel com a marca MAZOFERM[®], ou em tambores, como meio de cultura para fermentações industriais ou isca atrativa no combate à mosca de frutas em pomares, com a marca MILHOCINA[®].

Em seguida a massa de grãos vinda dos tanques de maceração é moída em moinhos de disco, indo para os hidrociclones para separação do germe. Em seguida sofre uma extração do seu óleo comestível via solvente, resultando um co-produto chamado Torta de Germe ou Germe Desengordurado de Milho.

O restante do material originado dos hidrociclones é constituído de amido, glúten e casca. Após uma segunda moagem em moinhos de disco, resulta uma pasta, que passa

por uma série de peneiras vibratórias ou por centrífugas verticais, que recolhem as cascas, deixando passar o amido e o glúten.

As cascas são secadas por prensagem, sendo posteriormente misturadas com a água de maceração concentrada e eventualmente com a torta de germe, dando origem a um outro co-produto denominado Farelo Proteinoso de Milho ou REFINAZIL®.

O amido e o glúten, em suspensão aquosa, são separados em centrífugas verticais de alta rotação. Este último, já na forma de pasta, é seco e moído transformando-se no co-produto denominado farelo ou farinha de glúten de milho ou PROTENOSE®.

O amido é então filtrado e seco, podendo ser utilizado em sua forma natural ou transformado em glucose, maltose, dextrina ou amidos modificados, que são utilizados como ingredientes na fabricação de inúmeros produtos industriais, alimentícios e não alimentícios.

Na indústria de produtos alimentícios, o amido e seus derivados são utilizados na produção de biscoitos, pães, pós para pudins, fermentos, macarrão, balas, gomas, doces em pasta, compotas, sorvetes, cervejas, refrigerantes, sopas, achocolatados, embutidos, produtos farmacêuticos, etc. Na área não alimentícia, o amido e seus derivados são utilizados nas indústrias de papel, papelão, tecido, fitas gomadas, adesivos, sacos multifolhados, fundição e mineração entre outros (Fernandes, 2003).

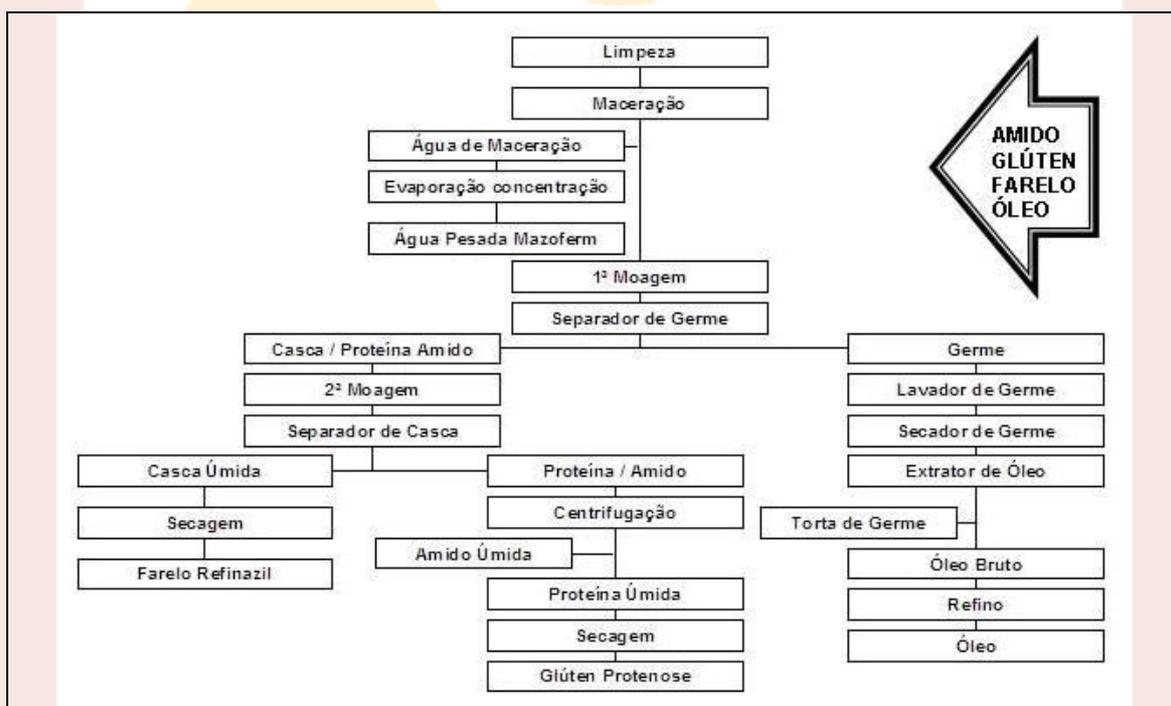


Figura 1. Fluxograma do processo de moagem úmida do milho, com destaque para a obtenção dos co-produtos (Fernandes, 2003)

Os dois subprodutos derivados da moagem por "via úmida" mais utilizados na alimentação animal, em especial para ruminantes, serão descritos a seguir.

Farelo ou Farinha de Glúten de Milho (Protenose®)

Processo de obtenção

É o principal subproduto da indústria do amido para alimentação animal. Sua obtenção é feita através da separação e concentração do glúten extraído do milho pelo processo de moagem úmida. É denominado nas tabelas de nutrição animal como "corn gluten feed" (Fernandes, 2003).

Tecnicamente, é o que sobra do grão de milho após a extração da maior parte do amido, glúten e germe, pelos processos de moagem e separação empregados na produção de amido e xarope de milho, sendo 2/3 de conteúdo fibroso e 1/3 de licor concentrado de maceração (Pedroso & Carvalho, 2006).

Composição bromatológica

A Tabela 1 apresenta uma comparação entre as composições nutricionais do milho com o farelo de glúten de milho (FGM), úmido e seco. A composição final do subproduto pode variar em função das condições de cada indústria, de forma que sempre se recomenda a análise dos teores nutricionais do FGM antes de sua utilização. Hopkins (2002) citado por Pedroso & Carvalho (2006), mostra que o FGM pode ser utilizado tanto como fonte de energia como de proteína, e que a proteína do FGM é bastante degradável no rúmen, apresentando deficiência de lisina.

Tabela 1 Comparação nutricional entre o milho grão e seus subprodutos da indústria de amido

Nutriente	Milho	FGM-21 úmido	FGM-21 seco
MS,%	88	42 - 44	90 - 92
Proteína Bruta (PB), %	10,1	14 - 22	21 - 22
ELm Mcal/Kg	2,25	2,11 - 2,18	1,92
ELg Mcal/Kg	1,54	1,43	1,25
NDT,%	90	90	78
Gordura, %	4,2	3 - 5	2 - 3,3
Fibra Bruta (FB), %	2,2	7 - 8,4	8 - 8,4
Amido,%	72	26	18
Cinzas,%	1,4	7,2 - 9	7 - 7,2
Cálcio,%	0,02	0,10	0,10 - 0,20
Fósforo, %	0,35	0,45 - 1	0,80 - 1
Potássio, %	0,37	0,90 - 1,60	1,30 - 1,50
Magnésio, %	0,13	0,15 - 0,50	0,42 - 0,50
Sódio, %	0,02	0,20	0,12
Enxofre, %	0,14	0,35 - 0,40	0,16 - 0,30
Cobalto, ppm	0,04	-----	0,09
Cobre, ppm	4	6	6 - 9,9
Ferro, ppm	26	41 - 165	165 - 304
Manganês, ppm	6	12 - 26	22 - 26
Molibdênio, ppm	-----	-----	-----
Selênio, ppm	-----	-----	-----
Zinco, ppm	16	45 - 114	88 - 114

Fonte: Pedroso & Carvalho (2006).

Seu alto teor de proteína, superior a maioria dos suplementos protéicos de origem vegetal, com alta digestibilidade e alto teor de proteína não degradada no rumem (55%), torna esse produto interessante na composição de rações de diversas categorias, em especial vacas em lactação de alto potencial produtivo. Sua proteína é considerada de

boa qualidade, com alto teor de metionina, aminoácido limitante em diversos tipos de ração, sendo também rica em ácidos graxos insaturados (Fernandes, 2003).

Fatores limitantes para a nutrição

Santos (2004) relata que um dos principais problemas enfrentados pela indústria de rações para animais no Brasil é a falta de uniformidade na maioria das matérias-primas existentes em nosso mercado. Embora em menor escala, esse problema também é apresentado pelo glúten de milho.

Consumo de matéria seca (MS) e níveis de substituição

Em geral esse produto entra em substituição ao farelo de soja. Em função das diferenças de composição de aminoácidos dos dois ingredientes, não se recomenda substituí-los apenas em função dos teores de proteínas da dieta.

As pesquisas indicam um nível de substituição do farelo de soja da ordem de 3 a 6 % na dieta, dependendo do balanceamento efetuado com os demais ingredientes da ração (Fernandes, 2003).

Ao estudar a inclusão de FGM úmido em dietas de vacas em lactação, como substituto de parte do volumoso, como silagem de milho e silagem pré-secada de alfafa e parte do concentrado (grãos de cevada e farelo de soja), Schroeder (2003), observou que a inclusão de FGM em níveis até 45% da MS, não alterou a produção de leite, do leite corrigido para gordura ou para sólidos. O autor determinou que o nível ótimo de inclusão do FGM para máxima produção de leite seria de 18,6% da MS.

Holter et al. (1992), citado por Henrique et al.(s.d.), incluíram a farinha de glúten para vacas leiteiras, com objetivo de aumentar a ingestão de proteína não degradável de 35% para 39% da proteína bruta. Estes autores enfatizaram que o simples aumento no nível de proteína não degradável não significa necessariamente a melhoria na produção de leite e que há uma diferença na resposta em função de raça, idade do animal e fase de lactação. Além disso, os autores detectaram desbalanceamento nos aminoácidos.

De acordo com Pedroso & Carvalho (2006), os resultados referentes à ingestão são pouco conclusivos. Encontram-se casos de queda de consumo da matéria seca com FGM-21U, embora a % MS da dieta tenha sido superior a 50% (36, 13); não alteração (3, 5, 23) e mesmo aumento do consumo da matéria seca (12, 17, 25, 21), com a inclusão de FGM-21 úmido ou seco. As causas prováveis dos diferentes resultados podem ser: porcentagem de MS da dieta total abaixo de 50% podendo ocorrer queda de consumo; variação na composição nutricional do FGM-21 úmido ou seco; variação na composição das dietas oferecidas aos animais; período curto de adaptação ao novo alimento e variação na formulação das dietas fornecidas.

O aumento no consumo de matéria seca quando o FGM-21 foi fornecido em elevadas quantidades foi justificado pela alta taxa de passagem deste subproduto. Hopkins & Whitlow (2002), citado por Pedroso & Carvalho (2006) observaram que a inclusão de 20% FGM úmido, em base seca, substituindo 10% do feno de alfafa, 5% da silagem de milho, e 5% dos grãos de milho, resultou em tendência de aumento de consumo de matéria seca da ordem de 1,3 a 1,8 kg/vaca/dia.

De maneira geral, a resposta dos animais ao FGM-21 parece estar mais relacionada com as particularidades de cada situação, havendo necessidade de adequar o nível de inclusão do produto, estudar a estratégia de substituição dos componentes da dieta e as características do rebanho, do que a um comportamento padrão para todas as condições. Uma vez utilizado adequadamente, este alimento possui alto potencial para melhorar o desempenho dos animais.

Farelo Proteinoso do Milho (REFINASIL®)

É composto basicamente pelas fibras digestíveis do grão de milho e parte do glúten, além de parte do amido e frações protéicas não extraídas no processo primário de separação, e enriquecido com água de maceração concentrada. Nas tabelas de nutrição animal é, também denominado "corn gluten feed".

Composição bromatológica

São estas propriedades descritas na Tabela 2, que conferem ao produto características indicativas de utilização na alimentação de ruminantes, por ser bem balanceado em proteína e energia, facilitando a formulação de dietas para animais de diversas categorias.

Tabela 2 Resultados de análise bromatológica do Refinazil® em Base Seca. (NRC - GADO DE LEITE, 1989, CANADIAN TABLES OF FEED COMPOSITION, 1989, LATIN AMERICAN TABLES OF FEED COMPOSITION, 1974, CORNELL, 1990)

PROTEÍNA BY-PASS	22,0%
PROTEÍNA SOLÚVEL	48,0%
F.D.A..	12,0%
F.D.N.	45,0%
F.D.N. EFETIVO	36,0%
N.D.T. (ANIMAIS EM MANUTENÇÃO)	83,0%
E.M. (MCAL/KG)	3,25
E.L.LAC. (MCAL/KG)	1,91
AMIDO	20,0%
CÁLCIO	0,36%
FÓSFORO	0,82%
POTÁSSIO	0,55%
MAGNÉSIO	0,36%
ENXOFRE	0,23%

Há na literatura um grande número de trabalhos que demonstram as vantagens de sua utilização na alimentação de bovinos de leite e corte. Para vacas leiteiras, em especial animais de alto potencial de produção, que em geral recebem pouco volumoso ou volumoso de baixa qualidade, bem como em dietas concentradas ricas em amido. Por conter pouco amido e alto teor de fibras digestíveis (45% de FDN) de alta e rápida digestibilidade, este produto constitui-se em uma fonte segura de energia.

Dietas com alto teor de amido podem levar a uma redução do pH ruminal, o que compromete a digestão das fibras, eventualmente resultando em problemas como acidose, laminite, queda na condição corporal e conseqüente redução na produção de leite e em seu teor de gordura.

O REFINAZIL® contribui para melhorar a saúde ruminal, por diminuição no fornecimento de carboidratos e aumento de fibra efetiva na dieta, possibilitando, também, a substituição de parte do volumoso sem as desvantagens de outros ingredientes tradicionais. Desse modo é um ingrediente que substitui parte dos volumosos e parte dos concentrados em dietas normais, não apresentando restrições de palatabilidade.

De maneira geral a maioria das dietas apresenta níveis baixos de proteína solúvel, sendo seu nível ideal de 30%. O REFINAZIL® aumenta a eficiência na produção de proteína microbiana em dietas que contenham carboidratos prontamente fermentescíveis no rúmen, em geral ricas em milho em grão, pelo fato de 48% de sua proteína ser de rápida solubilização no rúmen, possibilitando pronta utilização por parte dos microorganismos ruminais.

Fatores limitantes para a nutrição

Segundo Dropo et al.(1985), citados por Henrique et al.(s.d) o farelo úmido está sujeito a deterioração se exposto ao ar e, por isso, alguns estudos avaliaram a aplicação de substâncias preservativas, como ácido propiônico, fórmico e formaldeído.

Consumo de matéria seca (MS) e níveis de substituição

O produto pode ser utilizado em substituição à parte da silagem de milho, em níveis de 15 a 20%, com ligeiro aumento na produção de leite e manutenção do teor de gordura, desde que se utilize bicarbonato de sódio na dieta, conforme experimentos citados na literatura.

Segundo Fernandes (2003) os níveis de utilização recomendados na literatura são os seguintes:

- Vacas em lactação: até 25% da matéria seca total da dieta ou até 5kg/vaca/dia para o produto seco e até 10 kg/vaca/dia para o úmido.
- Novilhas e vacas secas: até 20% da matéria seca total da dieta.
- Bovinos de corte: até 40% da matéria seca total da dieta ou 70% do concentrado.

Evidentemente os níveis de inclusão dependerão da disponibilidade e custo dos demais ingredientes, bem como dos volumosos, sendo imprescindível formular a dieta para cada situação, pois as recomendações acima são de caráter indicativo, resultantes dos experimentos já realizados e da utilização prática do produto a longo tempo.

Fernandes (2003) reporta que para bovinos de corte em confinamento, em dieta com 80% da matéria seca em silagem de milho, elevou-se o ganho de peso de novilhos de 1,1 kg/dia para 1,25 kg/dia, com substituição de até 60% da matéria seca com farelo proteinoso; sendo que o nível de substituição de 80% levou ao retorno a 1,1 kg/animal/dia. Concluiu-se que é possível a utilização de níveis altos de suplementação com o farelo proteinoso em dietas de silagem de milho, com desempenho animal semelhante.

Gunderson et al. (1988), citado por Henrique et al. (s.d.) não encontram diferenças quanto ao consumo de MS produção de leite, quando o farelo proteinoso úmido do milho foi incorporado em níveis de até 30% da M. S. da dieta.

Delost et al. (1989) citado por Henrique et al. (s.d.), determinaram aumento no consumo de matéria seca quando foi fornecido o farelo seco a vacas leiteiras. Além disso, esse resíduo determinou redução da gordura do leite. Tanto o farelo úmido quanto o seco não afetaram a produção de leite, substituindo 25% da MS de uma dieta composta de silagem de milho, feno de alfafa e concentrado.

Em rações baseadas em feno, a suplementação com 2,25 kg/novilhos/dia do farelo proteinoso seco determinou o ganho de 0,500 kg/dia, comparada à mistura milho grão e uréia fornecida na mesma quantidade, quando o ganho foi de 0,340 kg/dia (CORDES et

al., 1988), citado por HENRIQUE et al., 2006). Os autores explicaram que esse ganho maior foi provavelmente devido ao melhor aproveitamento da proteína verdadeira do farelo. Acrescentam ainda que a água de maceração é responsável por 65% do teor protéico do farelo proteinoso. Os autores concluíram que o farelo proteinoso favorece maior extensão da digestão da matéria orgânica e de FDN e não reduz o consumo da forragem.

Em resumo, a utilização do produto para bovinos de leite e corte é vantajosa como fonte de proteína de baixo custo, fonte de energia em substituição de alimentos ricos em amido e fonte de fibra digestiva em dietas com pouco volumoso ou quando este for de baixa qualidade.

O produto pode também ser utilizado na forma úmida, sem sofrer a secagem após a separação da fibra e adição da água de maceração concentrada. Nesse caso apresenta teor mínimo de 40% de matéria seca, 9,5% de proteína e pH em torno de 4,0. Dessa forma é largamente utilizado nos Estados Unidos, Canadá, México e Argentina na alimentação de bovinos de corte e leite, com a denominação de "wet corn gluten feed".

A literatura mostra que sua utilização tem as mesmas vantagens do produto seco, com redução de custo em virtude da economia no processo de secagem, possibilidade de maior inclusão devido à excelente palatabilidade do REFINAZIL[®] ÚMIDO, sendo mais vantajoso que outros ingredientes usados em dietas que requerem certa umidade, como a cevada úmida ou resíduo de cervejaria, pois apresenta composição constante e disponibilidade o ano todo.

SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DA LARANJA

A polpa cítrica é um subproduto da fabricação de suco concentrado pela indústria cítrica, sendo constituída por cascas, sementes, bagaço e frutas descartadas.

Processo de obtenção da polpa cítrica

A obtenção da polpa cítrica é feita após duas prensagens, que reduzem a umidade a 65-75%, com posterior secagem a cerca de 100-116°C, até que se obtenha 88-90% de MS possibilitando a peletização e comercialização. Para facilitar o desprendimento da água e reduzir a natureza hidrofílica da pectina (carboidrato presente em maior abundância na polpa), é feita a adição de hidróxido ou óxido de cálcio antes das prensagens, à taxa de 0,3 a 0,6%, o que eleva os teores de cálcio, e resulta em implicações nutricionais comentadas mais à frente. Em média, para cada 100 kg de frutas frescas, se obtém 7,3 kg de polpa cítrica sem melaço e cerca de 11,1 kg da polpa cítrica com melaço. Normalmente, o melaço é adicionado nas indústrias nacionais, gerando produto com alto teor de açúcares solúveis.

Composição bromatológica

A polpa cítrica é um alimento essencialmente energético, tendo baixo teor de proteína, e que possui características diferenciadas quanto à fermentação ruminal, caracterizando-se como um produto intermediário entre volumosos e concentrados. Geralmente, substitui o milho, tendo em tabelas de alimentos, cerca de 85-90% do seu valor energético (Pedroso & Carvalho, 2006).

A fibra e demais frações de carboidratos da polpa cítrica diferem bastante deste cereal. A composição bromatológica e a aceitabilidade da polpa cítrica pelos animais dependem da variedade da laranja, da inclusão de sementes e da retirada ou não de óleos essenciais. Em geral, a polpa é caracterizada pela alta digestibilidade da matéria seca, sendo superior até a do milho laminado e por possuir características energéticas de concentrado e fermentativas ruminais de volumoso (CARVALHO, 1995). A composição média, na matéria seca, é fornecida na Tabela 3.

Tabela 3 Composição nutricional da polpa cítrica peletizada

Composição	Concentração (%)	Referência
Proteína	6,9	NRC (2001)
	8,1	O'MARA et al. (1999)
	6,1	MACHADO (2001)
N-NDN	53,0 da proteína	NRC (1996)
N-FDA	11,0 da proteína	NRC (1996)
FDN	23,0	NRC (1996)
	25,1	O'MARA et al. (1999)
	23,6	MACHADO (2001)
	24,7	CARVALHO et al. (1998)
FDA	24,9	NRC (1996)
	19,47	CARVALHO et al. (1998)
Lignina	0,9	NRC (2001)
Extrato etéreo	3,7	NRC (1996)
	4,2	O'MARA et al. (1999)
	3,2	MACHADO (2001)
Cinzas	6,6	NRC (1996)
	6,2	O'MARA et al. (1999)
Ca	1,92	NRC (2001)
P	0,12	NRC (2001)
NDT	82,0	NRC (1996)

Além de possuir alto teor de carboidratos solúveis e parede celular altamente digestível, a polpa cítrica apresenta em sua composição a pectina em cerca de 25% da matéria seca. Ela é constituída por polímeros do ácido galacturônico e faz parte da estrutura da parede celular dos vegetais. A pectina é um carboidrato estrutural quase totalmente degradável no rúmen (90-100%), (SCOTON, 2003). Seu produto final na fermentação é o ácido acético, sendo este ácido é um dos principais precursores da gordura do leite. Assim, sugere-se que a polpa cítrica poderia auxiliar na manutenção de altas porcentagens de gordura no leite em condições onde o volumoso é escasso ou de baixa qualidade (ASSIS et al., 2004).

Pedroso & Carvalho (2006), reportaram a importância dos teores de fibra em detergente ácido (FDA) e fibra em detergente neutro (FDN) nas dietas. A FDA engloba celulose e lignina, sendo normalmente a fração de menor digestibilidade, enquanto que a FDN considera essas frações mais a hemicelulose.

Ocorre que o detergente ácido utilizado para gerar a FDA nas análises bromatológicas não digere totalmente as substâncias pécticas presentes em grande quantidade na polpa cítrica. Com isso, no resíduo que se utiliza para calcular a FDA, há boa quantidade de pectina, que não deve ser incluída na fração FDA, visto que apresenta elevada digestibilidade. A solução para esta situação estaria na análise seqüencial, ou seja, a análise da FDA deve ser determinada no resíduo da FDN. É interessante fazer esta observação ao enviar amostra de polpa cítrica ao laboratório.

Fatores limitantes para a nutrição

A polpa cítrica é higroscópica, absorvendo umidade do ar, não sendo um produto de fácil armazenamento. O ideal é armazená-la sobre estrados, ensacada, com monitoramento constante da temperatura. A granel, é importante armazenar de forma que, caso a temperatura da pilha se eleve, seja possível movê-la a fim de resfriar o

material. Há casos, inclusive no Brasil, de combustão espontânea com perda de armazéns e milhares de toneladas de produto.

Uma preocupação em relação ao armazenamento nas fazendas é a contaminação por micotoxinas. Van Egmond (1994), em comunicação pessoal, citado por Pedroso & Carvalho (2006), coloca que a polpa cítrica não está entre os alimentos mais contaminados por aflatoxinas na Europa, sendo menos problemático do que os farelos de algodão, de amendoim de coco e do que o próprio grão de milho. O pesquisador alerta que análises de micotoxinas em polpa cítrica são problemáticas, pois o alimento apresenta substâncias naturais que interferem no resultado obtido, muitas vezes indicando um falso positivo.

Pedroso & Carvalho (2006) relataram sobre o alto teor de cálcio e o baixo teor de fósforo do alimento. O alto teor de cálcio ocorre em função da adição de óxido ou hidróxido de cálcio no processo de secagem. Encontram-se partidas de polpa cítrica com mais de 3% de cálcio. Sua utilização pode resultar em excesso de cálcio, afetando absorção de microminerais, como o zinco e no desbalanço da relação cálcio: fósforo, especialmente quando se inclui polpa cítrica sem fazer correções na formulação mineral, e quando se trabalha com polpa cítrica mais alimentos ricos em Ca.

Outro fator limitante refere-se à fração protéica. A proteína da polpa, além de reduzida em porcentagem é de baixa digestibilidade, ficando abaixo de 50%. Isto quer dizer que, quando o subproduto é introduzido na dieta, é importante corrigir o nível de proteína. Se isso não for feito, o desempenho animal pode diminuir caso a proteína seja o nutriente limitante.

A contaminação da polpa cítrica com pesticidas utilizados na cultura da laranja pode ocorrer e a concentração residual na polpa depende de vários fatores como: características químicas do composto e dose utilizada, ocorrência de chuvas, tempo de aplicação do pesticida, tempo de colheita e espécies de citrus cultivados.

A presença de pesticidas na polpa cítrica pode ser um risco para animais se não forem respeitados os períodos de carência ou se o processamento não obedecer às normas recomendadas para tempo e temperatura de secagem (Oliveira et al., 2004).

Consumo de matéria seca (MS) e níveis de substituição

De acordo com Harris, 1975, citado por Carvalho (s.d.) o nível de inclusão nas dietas de vacas em lactação, alcançando valores de até 40% na matéria seca, o que perfaz 8 kg de MS para um animal ingerindo 20 kg de MS/dia. Níveis acima deste podem levar ao aumento da incidência de hipocalcemia e redução na eficiência reprodutiva, ambos estando a princípio relacionados com a relação cálcio: fósforo da dieta. Entretanto considera-se que este nível é extremo.

Segundo Carvalho (s.d.), pode-se adotar como recomendação adequada para vacas em lactação 20% da MS ou 4 kg/vaca/dia. Para níveis maiores que este, deve-se analisar a relação cálcio: fósforo com cuidado, pois a polpa cítrica peletizada possui muito cálcio e pouco fósforo. Além disso, para quantidades acima de 6 kg, embora contraditórios, há relatos que o produto pode gerar gosto característico no leite. Evidentemente, dada sua alta degradabilidade ruminal, a ocorrência de acidose pode ser um aspecto verificado em dietas com grandes quantidades de polpa cítrica e baixa proporção de volumoso.

De acordo com Van Soest (1987), citado por Scoton (2003), a substituição de produtos com alto teor de amido por alimentos com alto teor de pectina, gera um efeito desejável em dietas de vacas em lactação. Isto ocorre basicamente pela redução na queda do pH ruminal devido a fermentação acética em substituição à fermentação láctica e pela capacidade de tamponamento ruminal da pectina.

As conclusões obtidas por Assis et al. (2004), foi que o milho grão pode ser substituído em 100% por polpa cítrica peletizada em rações concentradas e balanceadas, inclusive para cálcio, para vacas produzindo em média 20 kg de leite. A ingestão de MS, a produção e a composição do leite de vacas confinadas alimentadas com rações contendo

silagem de milho não foi afetada pela substituição parcial do milho por polpa cítrica ou raspa de mandioca.

Prado et al. (2000) avaliaram quatro níveis de substituição do milho pela polpa cítrica (PC) sobre o ganho médio diário, ingestão de alimentos, conversão alimentar, rendimento de carcaça, gordura de cobertura e área de olho de lombo de bovinos machos inteiros confinados. Foram utilizados 28 animais Angus x Nelore, com 20 meses de idade e peso médio inicial de 346 kg, durante 84 dias. O volumoso básico foi a silagem de milho, incluída em cerca de 51% da MS total nos quatro tratamentos, dispostos a seguir: 14,11% de PC na MS (T1), 18,95% de PC na MS (T2), 25,11% de PC na MS (T3) e 31,35% de PC na MS (T4). Neste último tratamento, o milho foi totalmente retirado da dieta.

Nussio et al. (2000), em dietas com 53% de silagem de milho, avaliaram as seguintes dietas de vacas em final de lactação, de acordo com a composição da fração energética: a) milho moído fino - MMF; b) milho floculado - MF; c) milho moído grosso - MMG; d) milho moído fino + polpa cítrica - MMF+PCP e milho floculado + polpa cítrica - MF+PCP. As dietas sem polpa cítrica continham 29,75% de milho na MS, ao passo que as com polpa cítrica continham 14,32% de polpa cítrica e a mesma quantidade de milho. A combinação de milho fino moído + polpa de citrus resultou em maior consumo e produção de leite.

Comparando-se o tratamento MMF, com o tratamento MMF+PCP, nota-se que a adição de polpa cítrica elevou o consumo (+1,84 kg) e a produção de leite (+2,42 kg), indicando melhor aproveitamento da energia fornecida. Comparando milho floculado com milho floculado mais polpa cítrica, a conversão alimentar melhorou em 16%. A substituição do milho pela polpa cítrica não alterou o ganho médio diário, a conversão alimentar e os demais parâmetros avaliados. Os autores concluíram que a substituição de 40, 60, 80 ou mesmo 100% do milho por polpa cítrica em dietas de bovinos confinados pode ser feita sem prejuízo do desempenho.

SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE CERVEJARIA

O resíduo úmido de cervejaria (RUC) é gerado pela indústria após remoção do amido dos grãos de cereais para produção de álcool (DePeters et al., 1997).

Processo de obtenção do subproduto

Na fabricação de cerveja, os grãos de cevada sofrem germinação para converter amido em dextrina e açúcar, processo este que é interrompido, através de aquecimento, no ponto máximo de conversão, resultando no produto denominado "malte de cevada" (Clark et al., 1987). O malte de cevada é moído e pode ser misturado com milho, arroz, ou outros cereais, processo após o qual é feito o cozimento e separação das frações sólidas e líquidas.

A fração líquida é fermentada para produzir cerveja, enquanto que a parte sólida é o resíduo de cervejaria. Antes da comercialização o RUC pode ser prensado para remover parte da água, resultando num produto que contém de 25 a 30% de matéria seca, ou pode ser secado até 8 a 12% de umidade, resultando então no resíduo seco de cervejaria (RSC). Os teores de proteína e de nutrientes, excluindo o amido, são concentrados no resíduo, em comparação com o cereal do qual se originou.

Composição bromatológica

A proporção de malte de cevada, utilizada com arroz ou milho, varia entre as indústrias e a proporção exata faz parte do segredo industrial (Depeters et al., 1997). Esta variação na proporção de grãos resulta nas diferentes composições nutricionais observadas neste

subproduto. A composição bromatológica da matéria-prima e de diversos resíduos úmidos de cervejaria pode ser observada na Tabela 4.

Tabela 4 Composição bromatológica do Resíduo de Cervejaria Úmido

Composição	M. prima	Brahma	Kaiser	Schincariol	Skol	VI. Tab.	Méd. EUA
% Matéria seca	91,3	15,6	9,2	12,3	14,7	21,8	22,2
% Prot. Bruta	9,9	31,8	26,0	27,6	31,7	28,4	26,9
% Fibra bruta	3,9	15,8	18,9	14,1	14,9	14,9	14,7
% E.N.N.	83,1	41,1	43,5	49,0	43,5	-	50,3
% Extrato	1,5	6,9	7,8	5,7	6,6	5,2	3,78
Etéreo	-	21,3	26,5	20,9	25,9	23,1	-
% F.D.A.	-	43,8	54,0	44,5	47,8	47,1	-
% F.D.N.	-	13,1	7,4	18,6	10,6	-	-
% C.N.E.	-	8,8	13,3	14,1	17,0	-	-
N.F.D.A. (%PB)	-	3,5	4,8	4,5	5,3	4,7	-
% Lignina	84,4	74,0	69,4	70,6	68,9	71,6	67,0
%N.D.T.	-	1,69	1,58	1,61	1,56	1,71	-
ELI (Mcal/kg)	-	-	-	-	-	0,35	0,37
% Cálcio	-	-	-	-	-	0,59	0,66
% Fósforo	-	-	-	-	-	0,21	0,26
% Magnésio	-	-	-	-	-	0,01	0,02
% Sódio	-	-	-	-	-	0,47	0,09
% Potássio	-	-	-	-	-	0,33	0,23
% Enxofre	-	-	-	-	-	247	148
ppm Ferro	-	-	-	-	-	9	22
ppm Cobre	-	-	-	-	-	49	45
ppm Manganês	-	-	-	-	-	91	88
ppm Zinco	-	-	-	-	-	1,06	-
ppm Selênio	-	-	-	-	-	-	4,41
pH							

1. Adaptado de Lima, M.L.M., 1993; 2. Valores do NRC (2001); 3. Valores expressos por % em matéria seca

A tabela anterior apresenta a variação na concentração de alguns nutrientes em relação à matéria-prima, os grãos de cevada. É interessante notar que a proteína bruta aumenta em cerca de 300%, a fibra bruta em 400% e o extrato etéreo em 450%, enquanto o extrativo não nitrogenado (ENN) diminui em 50%, base matéria seca do produto. Isto é o resultado da extração das frações solúveis do alimento, especialmente os açúcares, durante o cozimento.

Destaque-se o baixo teor de matéria seca do produto, entre 9,2% a 30%, característica esta que pode gerar uma série de inconvenientes no manejo.

Pelas análises também se observa o alto teor de fibra, de média qualidade no que se refere à degradação ruminal. Também um médio teor de lignina, celulose e hemicelulose, o que nos permite inferir que a taxa e a extensão de degradação da fibra podem ser medianas. Aproximadamente 50% da parede celular (FDN) é digerível no rúmen. Somente 33% do FDN podem ser considerados como fibra efetiva e, portanto, o RUC não deve ser considerado um substituto para as forragens, embora ele contribua para a porção fibrosa da dieta.

O teor energético está em cerca de 70% de NDT. Pedroso et al. (2006) contestam o valor de NDT apresentado pelas tabelas de composição de alimentos do NRC (2001),

dizendo que é subestimado (71,6%), e atribuem valores entre 70 e 77% de NDT para o RUC. Este pode ser um dos fatores responsáveis pelos resultados positivos da utilização do RUC em condições práticas. Dhiman et al. (2003) dizem que devido à sua natureza fibrosa e baixo teor energético, o RUC é bastante adequado para ruminantes, especialmente vacas leiteiras de alta produção, para balancear o consumo de grandes quantidades de dietas ricas em amido.

Quanto a sua composição mineral, Pedroso et al. (2006) recomendam cuidados quando se substitui parte dos farelos protéicos por RUC, pois este apresenta baixos teores de sódio e potássio, podendo a dieta ficar deficiente. Mas é em relação ao teor e disponibilidade do selênio que o RUC parece se diferenciar.

Conrad & Moxton (1978) citado por Pedroso et al. (2006) concluíram que o RUC é uma ótima fonte de selênio para vacas em lactação. Nos primeiros 10 dias após a suplementação, a concentração de selênio no plasma sanguíneo aumentou drasticamente. Os melhores resultados foram obtidos nas dietas cujas fontes de selênio incluíam o resíduo de cervejaria. Os teores no leite acompanharam esta tendência, com valores ainda mais significativos nas dietas com resíduo de cervejaria. Os autores concluíram que o resíduo de cervejaria é uma boa fonte de selênio, pois além de possuir alto teor deste mineral, aparentemente é mais disponível, pelo menos quando comparado a uma fonte inorgânica.

A correta suplementação de selênio, em conjunto com a vitamina E, contribui para a redução da incidência de problemas reprodutivos e mastite, mas sem dúvida os dois fatores de maior importância no produto são a proteína, pela sua qualidade, e o baixo teor de matéria seca, pelos seus inconvenientes.

O teor de proteína nesse produto é variável, sendo descritos valores entre 17 e 35% PB da matéria seca. A extração dos componentes solúveis e o processamento por aquecimento ocasionam mudanças na composição da fração protéica do RUC, passando a predominar proteínas insolúveis e de baixa degradabilidade ruminal. Dessa forma, o RC constitui-se em uma fonte protéica de origem vegetal naturalmente protegida da degradação ruminal (proteína "by-pass").

Isto significa que ela é predominantemente digerida no abomaso e no intestino, ao invés do rúmen. Esta pode ser uma vantagem quando o RUC é utilizado em complementação às fontes de proteína mais comuns como farelo de soja e uréia, que têm maior taxa de degradação ruminal, especialmente quando se consideram vacas de alta produção, podendo explicar em parte os resultados positivos normalmente observados quando é empregado.

Outro ponto positivo em relação à proteína do RUC se refere à sua composição em aminoácidos. Lisina e Metionina são considerados os aminoácidos mais limitantes à produção de leite. A lisina é apontada como o aminoácido mais limitante do RUC. Por outro lado, o resíduo é uma boa fonte de metionina, o que faz dele um bom complemento ao farelo de soja, que é pobre em metionina.

São encontrados no RUC, baixos valores de MS, estando entre 9,2% a 30%, onde estes são apontados como a maior limitação na utilização deste subproduto na forma úmida, podendo gerar uma série de inconvenientes no manejo nutricional (Pedroso et al., 2006).

Fatores limitantes para a nutrição

Segundo Pedroso et al. (2006), a elevada umidade do produto constitui-se no principal fator limitante à sua utilização, por algumas razões básicas. O transporte por longas distâncias é inviável economicamente. Somente as cervejarias com tecnologia recente realizam a prensagem do produto antes da sua comercialização, o que eleva o teor de matéria seca para cerca de 25-30% e viabiliza o transporte a distâncias maiores.

A participação do resíduo na dieta fica limitada. O consumo de matéria seca (MS) depende do animal, do alimento, e das condições de alimentação, e é o principal fator

determinante do nível de produção. Variações no desempenho de vacas leiteiras podem ser explicadas por alterações no consumo de matéria seca. O NRC (2001) sugere que dietas com menos de 50% de MS podem limitar o consumo. Diante disso, a participação do RUC na formulação pode ser ditada pela porcentagem de MS da dieta, principalmente quando também são utilizados alimentos fermentados ou suculentos.

A conservação do produto por períodos prolongados fica prejudicada. O uso eficiente do RUC para alimentação animal depende de uma conservação adequada. Alterações na composição bromatológica causadas por degradação aeróbica afetam negativamente o valor nutritivo do produto. Os fungos e as leveduras são os principais microorganismos responsáveis pela degradação aeróbica do RUC. Alguns destes fungos eventualmente produzem toxinas, como a *Zearalenona*, toxina que tem efeito estrogênico, interferindo negativamente no desempenho reprodutivo dos animais. Três fatores são importantes para o desenvolvimento destes fungos: a umidade, que no resíduo é bastante alta; a temperatura ambiente, que em nossas condições também é alta e, portanto favorável ao crescimento dos fungos, e o tempo de armazenamento, que em estratégias para reduzir o custo de alimentação dos dois fatores anteriores deve ser o menor possível.

Segundo Pedroso et al. (2006), recomendam em regiões quentes que o resíduo não seja estocado por mais que 3 dias sob condições ambiente. O que ocorre na prática é a estocagem em média por 7 dias, chegando até a casos extremos de mais de 15 dias. Nestas condições, no final do período é notória a deterioração, que pode ser facilmente identificada pelo aumento da temperatura e odor desagradável que o produto adquire. O menor consumo provavelmente está ligado a modificações na composição química do RUC.

O processo de degradação aeróbica aumenta a concentração de componentes da parede celular, reduzindo a digestibilidade do material e a concentração de carboidratos solúveis. Além disso, há uma intensa degradação de proteínas, o que leva a concentração de nitrogênio amoniacal, aminas e ácidos orgânicos, responsáveis pelo odor desagradável. A utilização de diversos tipos de conservantes já foi avaliada, (PEDROSO et al., 2006) nenhuma com sucesso.

Alguns conservantes melhoram a estabilidade aeróbica, mas interfere negativamente no ambiente ruminal, anulando assim os possíveis efeitos benéficos.

Consumo de matéria seca (MS) e níveis de substituição

De acordo com Cabral (1999) o resíduo de cervejaria é classificado pelas indústrias como um concentrado de médio valor protéico e não um substituto forrageiro. Entretanto, indica que a adição do resíduo em dietas de vacas em produção contribui para o atendimento dos requerimentos de fibra, podendo ser incluído em taxas de 15 a 20% da matéria seca total da dieta.

Trabalhos com substituições de silagem de gramíneas pelo resíduo de cervejaria como o principal volumoso para vacas leiteiras, foram conduzidos por Phipps (1995) citado por Pedroso et al. (2006), na Inglaterra. Os valores de energia e proteína do resíduo foram maiores do que os encontrados na silagem e substituições de 33% da MS resultaram em aumento no valor nutritivo da dieta. Não houve efeito significativo no consumo de matéria seca, entretanto, obteve-se aumento da produção de leite.

Numa extensa revisão em que compararam diferentes fontes protéicas alternativas com o farelo de soja em dietas de vacas leiteiras, Santos et al. (1998) citados por Pedroso et al. (2006), observaram que em 7 comparações nas quais o resíduo de cervejaria (seco ou úmido) substituiu o farelo de soja, a produção de leite foi aumentada em apenas uma delas. Porém em duas comparações o consumo das dietas com resíduo de cervejaria foi menor, o que resultou em melhor eficiência alimentar.

Vacas leiteiras recebendo silagem de sorgo à vontade foram suplementadas com farelo de algodão (87% do concentrado) ou com polpa úmida de cevada em dois níveis (43% ou 86% do concentrado). As vacas que receberam o mais alto nível de polpa tiveram

consumo total da MS igual aos demais tratamentos que incluíam, também, suplemento à base de milho desintegrado com palha e sabugo e raspa de mandioca. O consumo de NDT e as produções de leite nos tratamentos com polpa foram superiores aos demais tratamentos (Prates, s.d.).

SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA DE FECULARIA

O processamento da mandioca envolve a fabricação de farinha e a extração do amido, também chamado de fécula. Estes processos resultam em uma variedade de resíduos sólidos, como as cascas, descartes e bagaços, ou resíduos líquidos, como a manipueira e a água da lavagem da raiz. Quando lançados no meio ambiente podem causar problemas sérios de poluição, pois além da sua elevada carga orgânica, apresenta um composto que pode gerar cianeto, composto tóxico para a maioria dos seres de respiração aeróbia. Com isto, alternativas como a utilização destes subprodutos na alimentação animal, adubação, biofertilizantes e etc., vêm sendo utilizadas com o objetivo de minimizar o impacto ambiental negativo.

Processo de obtenção dos subprodutos

No processo de industrialização da mandioca predomina a fabricação da farinha de mesa e a extração de fécula, gerando resíduos sólidos ou líquidos. A Figura 2 apresenta esquematicamente os passos de forma resumida para a obtenção dos principais resíduos do processamento da mandioca.

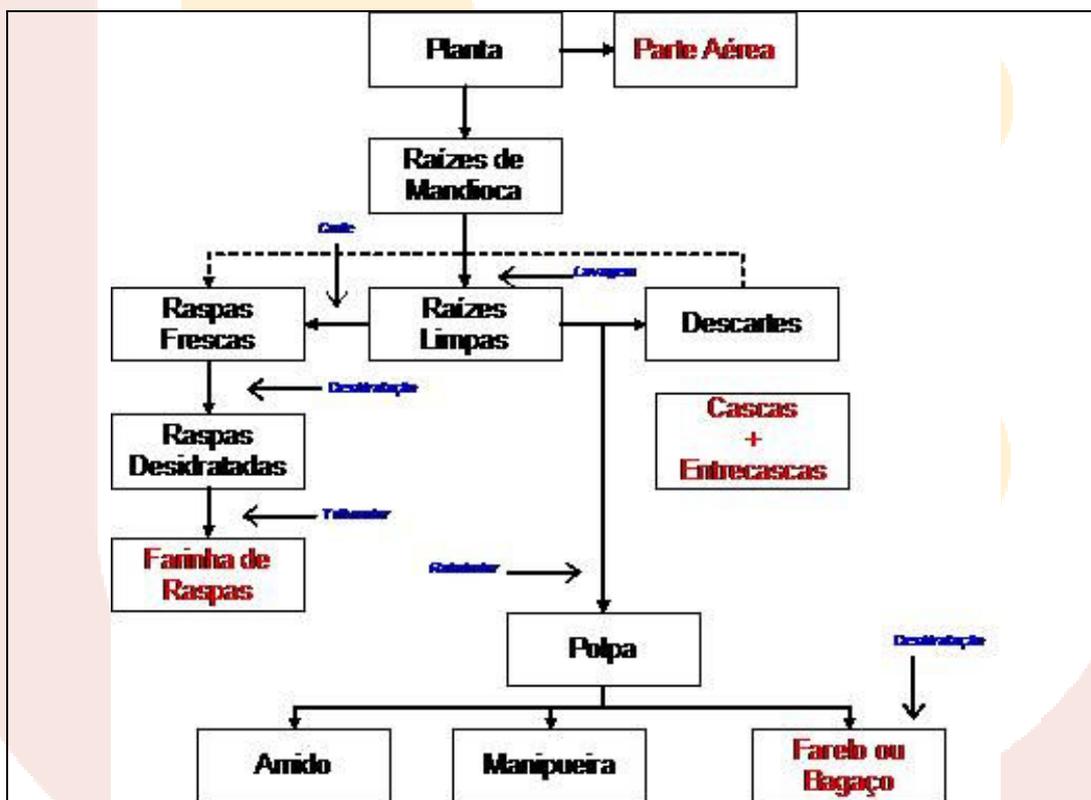


Figura 1 Fluxograma de obtenção de subprodutos da mandioca (Campos Neto et al., 1988)

Os resíduos líquidos são constituídos pela água oriunda do processo de lavagem das raízes, a manipueira, que vem a ser a água de constituição da raiz, extraída da prensagem da massa ralada, na confecção da farinha e também pela água de extração da fécula da mandioca.

Estes resíduos têm composição variável, porém com alto potencial poluente devido ao elevado teor de material orgânico. Os resíduos sólidos do processamento das raízes (casca, raspa, farelo de varredura e parte aérea), são de interesse na alimentação de bovinos, sendo caracterizados a seguir.

Devido a grande quantidade de água utilizada durante o processamento da mandioca, os seus subprodutos apresentam umidade bastante elevada, sendo necessária realização de secagem para que se possam atingir maiores valores de matéria seca. Este processo de secagem pode ser por meio artificial com auxílio de estufas, ou natural por secagem ao sol. Esta prática se torna necessária por facilitar o armazenamento e a conservação do material.

Composição bromatológica

A composição nutricional dos resíduos da mandioca é muito variável. Por isso incluiremos neste trabalho somente aqueles de maior volume e que apresentam composição mais homogênea.

A mandioca e seus subprodutos na alimentação animal representam excelentes fontes energéticas, que podem substituir o milho na alimentação de ruminantes, principalmente devido a constante oscilação nos preços deste produto. Na alimentação animal, a mandioca pode ser fornecida nas mais variadas formas: raízes frescas, restos culturais (hastes e folhas) e subprodutos sólidos (cascas, entrecascas, descartes e farelos).

Apesar de apresentar grande potencial como alimento energético para bovinos, a mandioca é pouco utilizada como componente na produção de rações. Além da possibilidade de utilização da raiz de mandioca em forma de raspa, existem vários resíduos oriundos da industrialização que também podem ser utilizados na alimentação animal (Souza & Boin, 2002).

O valor energético da farinha de mandioca para bovinos assemelha-se ao do milho, o que faz da mandioca e seus subprodutos fontes em potencial para substituição do cereal em dietas para ruminantes.

Parte aérea

A parte aérea da mandioca corresponde a aproximadamente 50% do peso total da planta, sendo constituída pelas folhas, hastes e pecíolos, com valor médio de proteína de 16%.

Cerca de 20% da parte aérea da mandioca é utilizada para o replantio, desta forma recomenda-se que para a alimentação seja fornecido o terço superior da planta, deixando a parte mais grossa e lenhosa para a multiplicação.

Plantas mais velha, assim como nas gramíneas forrageiras, tendem a apresentar menores valores de proteína e maiores teores de fibra, e, conseqüentemente, menores coeficientes de digestibilidade. Isto se deve principalmente à menor proporção de folhas em relação ao caule. Ou seja, a maior proporção de folhas melhora a qualidade nutricional, pois os valores médios de proteína e fibra são de 25 e 9% respectivamente, enquanto que do caule é 11% e 25%, respectivamente.

Na Tabela 5 dois estão resumidos valores médios relativos a parte aérea da mandioca fresca, bem como o valor qualitativo dos processos para sua conservação.

Tabela 5 Valor nutritivo da parte aérea da mandioca (% MS)

Nutrientes (%)	Fresca	Feno	Silagem	Farelo
M.S.	25,95	88,92	24,15	90,0
P.B.	16,0	15,83	12,15	20,0
E.B.(mcal/KgMS)	-	5,22	4,54	-
F.B.	42,53	-	12,15	18,5
F.D.N.	-	74,29	-	-
F.D.A.	-	45,01	-	-
Lignina	-	15,86	-	-
E.E.	5%	-	-	-
N.D.T.	-	49,91	-	65,0
E.N.N.	-	65,53	-	-
M.M.	-	8,89	-	-
Ca	1,34	1,46	0,87	1,20
P	0,21	0,16	0,13	0,30

Fonte: Pedroso et al. (2006)

Além do elevado valor energético da parte aérea da mandioca devido ao amido, as folhas apresentam considerável teor de extrato etéreo, entre 5% e 7% MS.

A proteína também se caracteriza pelo elevado conteúdo de lisina (7,2g /100g de proteína), porém os valores de metionina são baixos (1,7g/100g de proteína) em relação às exigências de ruminantes. O conteúdo de aminoácidos essenciais, de forma geral é igual ou até maior que nas leguminosas. Os minerais de principal contribuição são o cálcio e o fósforo.

Casca da mandioca

Segundo Marques *et al.* (2000) a casca de mandioca apresenta elevados teores de FDN e FDA, e baixo teor de amido, por ser formada principalmente por elementos estruturais. Apesar destas características, Martins *et al.* (2000), ao compararem casca de mandioca e milho como diferentes fontes energéticas, associadas ao farelo de algodão ou levedura para novilhas de corte observaram maior digestibilidade dos nutrientes da casca em relação ao milho.

Farelo de raspas

As raspas são compostas do material proveniente da operação de seleção das raízes, basicamente raiz integral, ou seja, polpa e casca. Este material é obtido através da picagem e desidratação ao sol ou em estufa, e quando desintegrada transforma-se em farelo de raspas, apresentando teores intermediários de FDN e FDA, e amido, conforme apresentado na Tabela 7.

Farinha de varredura

A farinha de varredura é obtida no processo de industrialização para obtenção do amido, da farinha de mesa e da farinha de raspas, sendo constituída de todo o material perdido no chão e juntado ao resíduo do lavador, sendo seco e moído. Pode apresentar coloração escura devido à presença de terra. Estima-se que cerca de 3 a 5% da

mandioca utilizada na fabricação da farinha seja eliminada na forma de farinha de varredura

Farelo de bagaço

O farelo de bagaço da mandioca é um resíduo sólido originado do processo de extração da fécula, composto por material fibroso de raiz, contendo parte do amido que não foi extraído no processamento físico. É um resíduo grosseiro, obtido após a segunda peneiragem podendo ser seco ao sol em seguida. O bagaço da mandioca pode representar entre 10 a 20% do peso das raízes utilizadas para produção de fécula, e seu conteúdo de amido chega a 60%.

Na forma úmida o subproduto apresenta cerca de 75% de umidade, pois para extração da fécula é utilizado grande volume de água.

Tabela 6 Valor nutritivo da casca e entrecasca da Mandioca (%MS)

Nutrientes (%)	Campos e Silva (1978)	Marques et al (2000)	Caldas Neto et al (2000)	Martins et al (2000)
MS	82.5	89.2	89.69	88.68
PB	3.2	3.7	3.59	3.37
EB (mcal/kg)	3.4	3.9	-	4.02
Amido	-	48.0	58.26	58.1
E.E.	0.18	-	-	-
FB	2.69	-	-	-
FDN	-	28.6	33.18	28.63
FDA	-	20.4	-	20.44
MM	3.48	2.2	11.59	-
Ca	0,15	-	-	0.48
P	0,08	-	-	0.06

Fonte: Pedroso et al., 2006

Tabela 7 Valor nutritivo do Farelo de Raspas da mandioca (%MS)

Nutrientes (%)	Melloti (1972)	Villela et al. (1990)	Caldas Neto et al (2000)	Marques et al (2000)	Ensilada*
M.S.	89,83	90	88,27	88,7	45
P.B.	1,64	2,68	3,28	3,6	1,61
EB (mcal/kg)	-	3,5	-	4,0	-
Amido	-	-	76,20	82,5	-
E.E.	0,48	-	-	-	0,37
FDN	-	4,87	8,12	8,5	-
FDA	-	3,43	-	5,7	-
Lignina	-	1,62	-	-	-
NDT	74,83	-	-	-	-
M.M.	1,48	2,66	3,95	3,6	1,84
Ca	0,42	-	-	-	-
P	0,02	-	-	-	-

*Carvalho (1983)

Tabela 8 Valor nutritivo da farinha de varredura do lavador (%MS)

Nutrientes (%)	Melotti (1972)	Marques et al (2000)	Caldas Neto et al (2000)
MS	92,96	91,3	91,12
PB	3,06	1,2	1,98
AMIDO	-	84,8	79,50
E.E.	0,85	-	-
FDN	-	7,3	8,75
FDA	-	5,5	-
NDT	70,64	-	-
MM	14,57	1,3	1,23
Ca	0,37	-	-
P	0,03	-	-

Tabela 9 Valor nutritivo do bagaço da mandioca (%MS)

Nutrientes (%)	Cereda (1994)	Melotti (1972)*	Ramos et al. (2000)**
MS	90,58	89,85	17,23
PB	1,5	1,64	2,3
Amido	63,60	-	-
E.E.	0,65	0,48	-
FDN	-	-	34,90
FDA	-	-	29,36
NDT	-	74,83	-
MM	0,83	1,48	-
Ca	0,09	0,42	-
P	0,03	0,02	-

*Farelo do bagaço; **Bagaço úmido

Fatores limitantes para a nutrição

A mandioca apresenta dois compostos químicos, os glicosídeos linamarina e lotaustralina, que geram o ácido cianídrico (HCN), cujos efeitos tóxicos podem resultar em danos neurológicos crônicos, ou até mesmo a morte. Sugere-se que o HCN afeta os animais pela afinidade com o ferro (Fe), desta forma interagindo com a hemoglobina para formar a ciano-hemoglobina, impedindo assim o transporte de oxigênio para os tecidos, levando o animal a asfixia.

A dose letal considerada por Oke (1964) citado por Pedroso et al. (2006), é de 1mg/kg de peso vivo. Este limite originou a classificação da mandioca em relação a sua toxidez, que é dependente do conteúdo de HCN. A raiz da mandioca ainda é comumente classificada como raiz mansa e brava, e ainda podem-se citar as doces que quase não apresentam os precursores do composto.

- Não tóxicas: menos de 50mg de HCN/kg de raízes frescas.
- Pouco tóxicas: de 50 a 80mg de HCN/kg de raízes frescas.
- Tóxicas: de 80 a 100 mg de HCN/kg de raízes frescas.
- Muito tóxicas: mais de 100mg de HCN/kg de raízes frescas.

Os compostos cianogênicos estão distribuídos de forma não uniforme em toda a planta, tanto na parte aérea com na subterrânea. As folhas apresentam as maiores concentrações, enquanto que nas raízes, o córtex ou casca grossa, encerra maiores

concentrações que a polpa. A concentração de HCN varia com a idade da planta, sendo que as mais novas são mais tóxicas, bem como as características do ambiente, solo, clima, etc.

As eliminações totais ou parciais do conteúdo de HCN da mandioca e de seus subprodutos podem ser feitos por diversos procedimentos, comuns no processo de industrialização, como a desidratação artificial com temperaturas superiores a 40°C, a cocção em água, desidratação por radiação solar. Quando o material é submetido a desidratação, atingindo 10-15% de umidade, o ácido cianídrico é volatilizado.

Segundo Souza & Boin (2002), o método mais comum de liberação do HCN é deixar que as enzimas endógenas promovam a liberação do HCN após a maceração da raiz. O aquecimento (sol ou forno) e o tempo de exposição ao ar também favorecem a liberação, embora tenha sido observado que partes aéreas de mandioca perdem HCN mais rapidamente quando secas a sombra.

A extrusão proporciona total destoxificação, com hidrólise parcial do amido. A intoxicação de animais com HCN somente poderá ocorrer com o fornecimento de raízes frescas, trituradas e fornecidas aos animais imediatamente após a colheita. O armazenamento por 24-48 horas já eliminaria esse problema.

Em função de seus elevados teores de carboidrato e água, a raiz de mandioca é altamente perecível, tornando-se inadequada ao consumo 2-3 dias após a colheita. Esse problema pode ser eliminado transformando as raízes em raspas que poderão ser armazenadas sem problemas.

Segundo Silva et al. (2005), os resíduos da mandioca utilizados na alimentação animal, possuem limitações em relação à baixa padronização da composição bromatológica, ocasionado pela ausência de tecnologia na indústria processadora, acompanhada por uma baixa qualidade sanitária.

Consumo de matéria seca (MS) e níveis de substituição

As informações com base em trabalhos científicos sobre a utilização de resíduos da mandioca na alimentação de bovinos são escassas. Porém, as informações existentes demonstram que o uso destes produtos na bovinocultura é viável, em vista da possibilidade da substituição de alimentos nobres, como o milho na formulação das dietas.

Animais ruminantes, de forma geral, têm boa aceitação da parte aérea da mandioca, na forma fresca, ensilada ou fenada. Tratando-se apenas de parte aérea, aconselha-se misturá-la com 50% de outros volumosos. É importante lembrar que a introdução desse material na dieta do animal deve ser feita aos poucos, até que o animal se "adapte" a esse novo alimento.

Trabalhos sumarizados por Buitagro (1990) indicam que a utilização de parte aérea da mandioca na alimentação de bovinos em crescimento melhorou os ganhos de peso, e a eficiência alimentar. A substituição do capim elefante por forragens da parte aérea da mandioca em 25 e 50%, para novilhos zebus confinados, propiciou ganhos 48 e 41% respectivamente maiores que as dietas em que o volumoso era composto apenas de capim elefante.

A adição de feno da parte aérea da mandioca em substituição a palha de arroz em 25%, aumentou do teor de proteína bruta da dieta de 4,8% para 6,5% melhorando significativamente a digestibilidade da palha de arroz. Porém, acima deste nível, com o aumento de 8,4 para 16,1% no teor de lignina, não houve acréscimo, nem na digestibilidade, nem no consumo de matéria seca, sendo que a digestibilidade da fibra diminuiu. Isto indica que a parte aérea da mandioca, apesar de elevar os teores de proteína na dieta, pode prejudicar a digestibilidade e o consumo dos alimentos, devido ao aumento do teor de lignina. Dietas com 100% de feno de mandioca podem afetar a digestibilidade da fibra, bem como diminuir o consumo de matéria seca.

Athanassof (1917) citado por Pedroso et al. (2006) já fazia inferências sobre a utilização da mandioca para bovinos, observando que a utilização de raspa de mandioca na alimentação de vacas leiteiras favoreceu a produção de leite. Porém, os dados disponíveis na literatura para bovinos de leite são escassos e pouco conclusivos, sendo possível observar em revisão feita por Pereira (1987), que os dados se limitam apenas a animais de baixa produção.

Mello (1976) citado por Pereira (1987) comparou os efeitos de substituição de milho desintegrado (palha e sabugo), por raspa de mandioca ou semente de sorgo sobre a produção de leite em vacas mestiças. O concentrado dos diferentes tratamentos foi: (1) 69,5% de MDPS + 28,5% f. algodão, (2) 54,5% de raspa de mandioca + 43,3% de farelo de algodão e (3) 74% de sementes de sorgo + 24% farelo de algodão, sendo que o volumoso utilizado foi de silagem de milho e resíduo de cervejaria. A produção de leite foi significativamente aumentada com o uso da raspa de mandioca (14,04kg/d (2) x 13,34kg/d (1) e 13,45 (3)). O autor ainda cita que em outro trabalho a substituição parcial e total do milho por raspa de mandioca, não afetou o consumo e produção de leite de vacas holandês-zebu.

Pires (1999) ao comparar diferentes fontes de amido na dieta de vacas Holandesas, relatou que devido a digestibilidade excessiva do amido da raspa de mandioca, observou diminuição no consumo de matéria seca e matéria orgânica, afetando negativamente a produção de leite, leite corrigido para gordura, e dos componentes do leite.

O mesmo autor relata menores teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), porém, observou-se menor síntese de proteína microbiana, provavelmente devido a assincronia entre a degradação do amido e proteína. Estudos demonstram que a utilização de resíduos da mandioca (casca, raspa e farinha de varredura) substituindo o milho, não alterou os ganhos de peso, conversão alimentar e rendimento de carcaça em novilhas confinadas (Marques *et al.*, 2000). A raspa de mandioca peletizada pode substituir em até 30% do milho floculado para bovinos de corte em confinamento, sem afetar o desempenho.

A inclusão de farelo de varredura em substituição ao milho, aumenta linearmente a digestibilidade da matéria seca, em decorrência da maior degradabilidade do amido. Porém, o aumento no nível de inclusão pode afetar negativamente o consumo, e conseqüentemente, o desempenho (Jorge *et al.*, 2000).

O consumo de dietas contendo farinha de varredura pode ser prejudicado em função da sua purulência, pois ao entrar em contato com a saliva dos animais forma uma substância pastosa, dificultando o consumo.

Devido à alta fermentabilidade dos carboidratos não estruturais da mandioca (amido), a rápida produção de AGV no rúmen faz com que o animal reduza a ingestão de MS, em resposta a um sinal metabólico de saciedade. A diminuição no consumo pode levar ao desequilíbrio de nutrientes, afetando de maneira negativa o desempenho animal. Esta maior capacidade fermentativa da mandioca, quando fornecida em níveis elevados na dieta, invariavelmente prejudica a digestão.

A utilização de níveis crescentes de bagaço de mandioca substituindo o milho em dietas de bovinos cruzados em confinamento até ao nível de 66% da dieta não alterou o ganho de peso e conversão alimentar. Porém a substituição de 99% do milho prejudicou o desempenho animal, provavelmente devido à diminuição no consumo de MS e PB observada neste tratamento (Ramos *et al.*, 2000).

Lorenzoni & Mello (1994) relatam que a utilização de resíduo da industrialização da mandioca em até 45% da dieta total, não afeta o desempenho animal, desde que a dieta seja complementada com uréia para adequar os níveis de proteína. Porém, a inclusão acima do proposto pode afetar negativamente a digestibilidade da fibra.

Dian *et al.* (2004) citado por Pedroso *et al.* (2006), testaram a substituição dos grãos de milho por resíduo de fecularia de mandioca sobre o desempenho e características de carcaça de tourinhos confinados, e observaram que o uso do subproduto não prejudicou o

ganho de peso nem a conversão alimentar dos animais, porém, houve redução linear de consumo com o aumento do nível de inclusão do resíduo em substituição ao milho.

Scoton (2003) diz que a maior taxa de degradação ruminal da mandioca em relação ao milho pode aumentar o aporte de AGV's, e, conseqüentemente, de energia para o animal, reduzindo o consumo pela ativação de mecanismos quimiostáticos de controle da ingestão. No entanto, o autor não observou alteração no consumo com a substituição do milho por raspa de mandioca em seu trabalho. A utilização do subproduto também não alterou a produção de leite, e de leite corrigido para gordura.

Por apresentar baixos níveis de proteína e alta degradabilidade do amido, as dietas com resíduo de mandioca necessitam complementação com proteína degradável no rúmen, preferencialmente de alta solubilidade. A liberação de amido da mandioca simultânea à liberação de nitrogênio otimiza a síntese e o fluxo duodenal de proteína microbiana, permitindo a diminuição das fontes de proteína na dieta.

CONCLUSÕES

Existe no Brasil grande disponibilidade de resíduos agrícolas e agroindustriais com possibilidade de uso na alimentação animal. Em função de suas características nutricionais, muitos produtos apresentam potencial de utilização como alimentos, deixando de ser descartados e evitando potenciais problemas ambientais.

No entanto, a utilização racional desses subprodutos na alimentação animal depende basicamente do conhecimento sobre sua composição bromatológica, dos fatores limitantes, do desempenho animal e do seu custo e disponibilidade durante o ano.

No fornecimento de subprodutos aos animais devem-se observar os níveis máximos preconizados, seus possíveis efeitos adversos sobre o desempenho, identificando os agentes causais, bem como as estratégias já indicadas na literatura para compensá-los ou contorná-los.

Assim, conclui-se que os subprodutos da agroindústria podem e devem ser utilizados como matéria-prima alimentar para uso na produção animal, desde que se mantenham atualizados os conhecimentos sobre suas características bromatológicas, ambientais e sanitárias, visando manter em níveis adequados, além da viabilidade econômica de seu uso, a segurança alimentar e ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, A. J. de et al. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 1, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php>>. Acesso em: 19 jan. 2007.

CABRAL FILHO, S. L. S. **Avaliação do Resíduo de Cervejaria em Dietas de Ruminantes Através de Técnicas Nucleares e Correlatas**.1999. 82p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz"-USP, Piracicaba, 1999.

CARVALHO, M. P. Citros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6, s.d., Piracicaba. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos; **Anais**. Piracicaba: FEALQ, s.d.. p. 171-214.

CLARK, J. H. et al. Supplying the Protein Needs of Dairy Cattle from By-Products Feeds. In: Symposium: Alternate feed sources for dairy cattle. **Journal of Dairy Science**. v. 57 p.1092-1109,1987.

DePETERS, E.J.; FADEL, J.G.; AROSEMENA, A.. Digestion kinetics of neutral detergent fiber and chemical composition within some selected by-product feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 67, p. 127, 1997.

DHIMAN, T. R.; BINGHAM, H. R.; RADLOFF, H. D. Production response of lactating dairy cows fed dried versus wet brewer's grain in diets with similar dry matter content. **Journal of Dairy Science**. v. 86, n 9: p. 2914-2921, 2003.

FERNANDES, V. G. Co-produtos da indústria do milho. In: CURSO DE MANEJO E NUTRIÇÃO ANIMAL, 2, 2002, UNICASTELO - Campus VIII Descalvado. **Anais**. Descalvado: Domingues, J.L., 2003. CD Room.

HENRIQUE, W., BOSE; M. L. V. Milho e sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS 6., s.d., Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação animal. Piracicaba: **Anais**. FEALQ, s.d.. p 229-255.

JORGE, J. R. V., ZEOULA, L. M., PRADO, I. N., GERON, L. J. V. Desempenho de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo níveis de farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz).In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,37.,2000, Viçosa: **Anais**. SBZ, 2000. CD-Room.

LORENZONI, W. R., MELLO, S. C. Avaliação do resíduo sólido obtido da lavagem da raiz da mandioca como alimentos energético para bovinos. IN: CEREDA, M. P. **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. Paulicéia,1994. p. 91-99.

MARQUES, J. A., PRADO, I. N., ZEOULA, L. M. *et al*. Avaliação da Mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. .v. 29, n. 5. p. 1528, 2000.

MARTINS, A. S., PRADO, I. N., ZEOULA, L. M., BRANCO, A. F., NASCIMENTO, W. G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. V. 29, n. 1, p. 269, 2000.

NUSSIO, C. M. B. *et al*. Efeito do processamento do milho e sua substituição por polpa de citros peletizada sobre o consumo de matéria seca, produção e composição de leite de vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa: **Anais**. SBZ, 2000. CD-Room.

OLIVEIRA, N. J. F.; MELO, M. M.; LAGO, L. A.. Análise de pesticidas, aflatoxinas e análise de macro e microminerais de polpa cítrica peletizada comercial. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, Belo Horizonte, v. 56, n. 5, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/scielo.php> >. Acesso em: 15 mar 2007.

PEDROSO, A. M.; CARVALHO, M. P. Polpa cítrica e farelo de glúten de milho. In: PEDROSO, A. M.; **Treinamento on line: Subprodutos para ruminantes: estratégias para reduzir o custo de alimentação**. Piracicaba: AgriPoint; 2006. v.2, p. 1-35.

PEDROSO, A. M.; PERES, J. R.; MANELA, M. Q. Resíduo de Cervejaria e Subprodutos da Mandioca. In: PEDROSO, A. M.; **Treinamento on line: Subprodutos para ruminantes: estratégias para reduzir o custo de alimentação**. Piracicaba: AgriPoint ; 2006. v. 4, p. 1-22.

PEREIRA, J. P. Utilização de raspas e resíduos da mandioca na alimentação bovina. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte - MG, n.13, p.28-42, 1987.

PIRES, A. V. **Efeito da inclusão de fontes de amido e silagem de milho com dietas a base de cana-de-açúcar na digestibilidade de nutrientes e na produção de leite de vacas holandesas.** 1999. 120p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - USP, Piracicaba, 1999.

PRADO, I.N., PINHEIRO, A.D., ALCADE, C.R., ZEOULA, L.M., NASCIMENTO, W.G., IWAYAMA, P.T. Níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa: **Anais**. SBZ, 2000. CD-Room.

PRATES, E. R. Arroz e Cereais de inverno. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 6., s.d., Piracicaba. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos; **Anais**. Piracicaba: FEALQ, s.d.. p. 92.

RAMOS, P. R., PRATES, E. R., FONTANELLI, R. S., *et al.* Uso do bagaço de mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento. Digestibilidade aparente consumo de nutrientes digeríveis, ganho de peso e conversão alimentar. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. v.29, n. 1. p. 300, 2000.

SANTOS, F. A. P.; PEREIRA, E. M.; PEDROSO, A. M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: Simpósio sobre Bovinocultura de Corte, 5.,2004, Piracicaba: **Anais**. FEALQ, 2004.

SCHROEDER, J. W. Optimizing the level of wet corn gluten feed in the diet of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 3, p. 844-851, 2003.

SCOTON, R. A. **Substituição do milho moído fino por polpa cítrica peletizada e/ou raspa de mandioca na dieta de vacas leiteiras em final de lactação.** 2003. 55p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2003.

SILVA, R. R.; SILVA, V.; SILVA, F.F.; *et al.* Resíduo de mandioca na alimentação de ruminantes. **Revista Electrónica de Veterinária**, Espanha, v. VI, n. 10, out. 2005. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n10100.html>> Acessado em: 12 fev. 2006.

SOUZA, A. A. **Uso de Subprodutos Agroindustriais para Suplementação de Novilhos em Terminação Durante o Período de Seca.** 2002. 71p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2002.

SOUZA, A. A.; BOIN, C. **Mandioca: uma boa alternativa para substituir o milho na alimentação de bovinos de corte.** Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br/bn/radarestecnicos/artigo.asp>>