

# Capítulo 05

## Uso de Co-produtos da agroenergia na alimentação animal

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Salete Alves de Moraes

Roberto Guimarães Júnior

Gherman Garcia Leal de Araújo

Tadeu Vinhas Voltolini

### Introdução

Nos últimos anos a preocupação com o aquecimento global tornou-se uma rotina, a necessidade de redução dos gases de efeito estufa é real e a agroenergia surge como resposta a estas demandas como alternativa sustentável. Especialistas apontam a presente década como a da biomassa/bioenergia, criando-se um novo modelo de agricultura, não alimentar, responsável pela produção de matérias-primas energéticas renováveis, com potencial para substituir gradativamente o uso do petróleo e do carvão mineral.

No âmbito da produção de oleaginosas, álcool e biomassa energética tem ocorrido um crescente aumento. Essa reconversão, além de gerar trabalho no campo, proporcionará mudança na matriz produtiva rural. O Brasil, de dimensões continentais, apresenta grande diversidade edafoclimática, um dos maiores índices de insolação, a maior floresta natural, a mais extensa fronteira agrícola e a maior reserva de água doce do planeta. Todos esses fatores vêm consolidando a posição de destaque do Brasil no cenário internacional.

O leque de opções para produção de bioenergia é amplo. O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. A produção de álcool de cana, o etanol, é superior a quinze bilhões de litros por ano. O etanol, como combustível puro, misturado no petrodiesel, na gasolina, ou ainda

na produção de biodiesel, está apresentando demanda internacional aumentada.

O biodiesel, obtido da transesterificação dos ácidos graxos (vegetais ou animais), tem como opções de matéria prima a soja, o girassol, a canola, o algodão, a mamona, o amendoim, o dendê, o babaçu, o pinhão manso, dentre outras. Existem opções para os diferentes biomas brasileiros e a escolha da espécie a ser cultivada deve ser embasada nos parâmetros de produtividade (rendimento de óleo por hectare), de adaptabilidade às condições edafoclimáticas, de susceptibilidade às doenças, de valor de mercado, de quantidade de empregos gerados, de compatibilidade dos grãos com a agroindústria processadora e de possibilidade de agregação de valor com a comercialização de co-produtos. O zoneamento agrícola orientado pelo potencial agroclimatológico de cada região é também de grande importância para a tomada de decisão de escolha da espécie.

As gorduras animais também podem ser esterificadas e transformadas em biodiesel. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de carnes, conseqüentemente, o potencial de produção de sebo é grande. Atualmente a comercialização do sebo para a indústria de cosméticos é mais atrativa do que a possibilidade de venda para empresas produtoras de biodiesel.

Outra forma de exploração da agroenergia, é o cultivo de florestas energéticas com a finalidade de obtenção de lenha, carvão vegetal e briquetes. O Brasil vem se destacando também nesta modalidade de exploração da agroenergia. A produtividade obtida em algumas regiões supera a produtividade de bosques de pólos florestais como a Escandinávia e o Canadá. O plantio de florestas está em expansão no Brasil, embora a área plantada ocupe apenas 1% do território nacional. O potencial agricultável é muito grande em zonas degradadas, sem precisar avançar em locais de preservação.

Todas estas transformações relacionadas a agroenergia serão responsáveis pela geração de toneladas de resíduos. Estes poderão constituir-se em problema ambiental, econômico e operacional para as agroindústrias, assim necessitam de um destino adequado e sustentável. A transformação destes em co-produtos comercializáveis pode ser uma alternativa, destacando-se a possibilidade de utilização destes na alimentação dos ruminantes. Os co-produtos de soja, canola, girassol, amendoim e algodão vêm sendo comercializados com este propósito e são fontes de renda para as agroindústrias. Já para as culturas de mamona, pinhão manso, babaçu, dendê, coco, entre outros, o domínio tecnológico de produção e a utilização de co-produtos ainda são alvos das pesquisas e têm evoluído nos últimos anos.

O objetivo deste texto é discutir sobre as possibilidades de utilização dos co-produtos da agroenergia na alimentação dos ruminantes, abordando os temas: valor nutritivo; fatores antinutricionais; normas e

recomendações de utilização; e impactos no desempenho animal e econômico dos sistemas de produção de ruminantes.

## Co-produtos de oleaginosas e palmeiras

### Co-produtos de culturas emergentes

A produção em escala comercial de culturas voltadas a produção de biodiesel vem aumentando culminando na geração de co-produtos que necessitam de destino economicamente e ecologicamente correto. Uma das alternativas é a utilização destes na nutrição animal, que principalmente na região semi-árida é fator limitante para alcançar índices zootécnicos satisfatórios. O domínio da tecnologia de utilização dos co-produtos na alimentação animal pode maximizar a produtividade e melhorar a renda de milhares de pecuaristas.

As culturas de Mamona e Pinhão manso utilizadas para a produção de biodiesel merecem destaque para o nordeste brasileiro.

No Norte e no Nordeste do Brasil, as vocações incidem sobre as culturas permanentes, especialmente as palmeiras, que têm um ciclo de vida produtiva de 50 anos. O óleo de palma dá aos países em desenvolvimento a oportunidade de aumentar seu abastecimento de energia ao usá-lo como recurso para produção de biomassa, e algumas palmeiras têm produtividade significativa. Palmeiras como a macaúba, o dendê e babaçu apresentam alta produtividade por hectare e baixos custos de manutenção, pois são plantas perenes, não necessitando de grandes investimentos anuais com o plantio. O rendimento das palmeiras tem como principais representantes o coco (1,5t óleo/ha), babaçu (1,6t óleo/ha), a Macaúba (4,0t óleo/ha) e o Dendê (5,9t/ha).

A seguir são apresentadas informações sobre a utilização dos co-produtos das culturas citadas anteriormente. Mamona (*Ricinus communis* L.)

#### Mamona (*Ricinus communis* L.)

A "Sociedade Algodoeira do Nordeste Brasileiro S.A. – SANBRA" estabeleceu um protocolo comercial de detoxicação da torta de mamona na década de 60 e passou a comercializar o produto denominado Lex Protéico (Perrone et al., 1966). Nesta ocasião, pesquisas com alimentação animal foram realizadas no Brasil. Segundo Severino (2005), a experiência de produção do Lex Protéico na foi satisfatória, visto que o produto foi utilizado durante vários anos na alimentação animal, sem relatos de problemas com intoxicação.

A partir da década de 80, os relatos na literatura de pesquisas com o

uso Lex Protéico são inexistentes. Severino (2005) mencionou que a torta de mamona destoxicada tornou-se pouco competitiva em relação à torta de algodão, disponível em grande quantidade, e com custo menor por não precisar do processo de destoxicação. O declínio na produção brasileira de mamona fez com que o Lex Protéico deixasse de ser uma alternativa de fonte protéica na alimentação animal.

O atual crescimento da produção de mamona no Brasil e a expectativa de plantio de grandes áreas com objetivo de produção de biocombustíveis vêm despertando novamente a atenção para a utilização da torta de mamona.

Segundo Valadares Filho et al (2006), o farelo atoxicado de mamona apresenta 40,64% de proteína bruta. Esse valor elevado, torna este farelo atraente para alimentação animal, já que geralmente a proteína é o princípio nutritivo mais oneroso na dieta dos animais. Entretanto, a presença de princípios tóxicos e alergênicos têm dificultado essa alternativa. Segundo Moshkin (1986) e Gardner et al. (1960), as características antinutricionais estão relacionadas a três fatores: ricina, ricinina e ao fator alergênico CB-1A.

A ricina é a toxina mais letal presente na torta de mamona. Representa aproximadamente 1,5% da torta de mamona (Ambekar e Dole, 1957). A ricinina é um alcalóide venenoso presente em quantidades pouco significativas (0,23%) na torta (Hinkson et al., 1989) e não representam problemas (Horton e Williams, 1989). O fator alergênico da mamona (CB-1A) é uma proteína estável incomum com grande capacidade alergênica para indivíduos sensíveis. O teor alergênico da torta sem cascas e gorduras varia de 6,1 a 9,0%, enquanto a torta comercial apresenta de 0,09 a 4,2% de CB-1A (Coulson et al., 1960).

Anandan et al. (2005) avaliaram diversos métodos físicos e químicos para a destoxicação e concluíram que a autoclavagem por 60 minutos à pressão de 15 psi ou a adição de hidróxido de cálcio (40g/kg) foram capazes de destruir completamente a ricina. Este estudo foi conduzido na Índia e pode ser adaptado para as condições brasileiras.

O "Institut de Chimie Organique et Analytique" (ICOA, 1989) relaciona cinco pontos que devem ser buscados por instituições para a desalergenização e destoxicação: Isolar a substância e estabelecer um procedimento laboratorial confiável para sua caracterização e quantificação; desenvolver procedimentos de teste, tanto bioquímicos quanto em animais, que forneçam informação segura quanto à completa desativação da substância; adaptar este procedimento de teste para um processo em escala piloto (em volumes maiores que os trabalhados em laboratório); desenvolver técnicas bioquímicas que possibilitem o contínuo acompanhamento do processo de produção industrial, ou seja, que se possa comprovar a qualidade de cada lote produzido na indústria; acumular informações e tecnologias que dêem suporte ao estabelecimento de uma unidade de produção industrial viável.

O co-produto da mamona possui baixos teores dos aminoácidos triptofano e lisina. Assim, Severino (2005) afirmou que os ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos) não dependem do balanço de aminoácidos da ração, pois os microrganismos que participam de seu processo digestivo sintetizam os aminoácidos essenciais, motivo pelo qual a torta de mamona é uma alternativa promissora como alimento para ruminantes. Porém, devido à escassez de alguns aminoácidos, ela não pode ser utilizada como única fonte protéica de animais monogástricos (cavalo, suíno, aves, peixes).

Em experimento de curta duração, Miranda et al. (1961) testaram o uso da torta destoxicada (Lex Protéico) comparada à torta de soja na alimentação de vacas leiteiras. O Lex Protéico não intoxicou os animais e trouxe resultados próximos ao da torta de soja. Bose e Wanderley (1988) estudaram a torta de mamona destoxicada em mistura com feno de alfafa em diferentes proporções para alimentação de ovinos e concluíram que a torta de mamona aumentou a digestibilidade das proteínas e da energia, sem causar intoxicação.

Na Embrapa Semi-Árido, pesquisas agrônômicas vêm sendo realizadas com a cultura da mamona, entretanto ainda não foram testadas as influências da variabilidade genética sobre o valor nutritivo e da toxicidade das tortas geradas. Drumond et al. (2004) ao comparar nove genótipos de mamona no sub-médio São Francisco, concluíram que a produtividade das variedades CNPAM 2000-79, CNPAM 2000-47 e BRS-188/Paraguassu foram superiores.

A complementação destas avaliações com dados relacionados à qualidade dos co-produtos podem ser parâmetros importantes no processo de seleção de genótipos destinados a produção de biodiesel. Um exemplo concreto deste fato foi o trabalho de melhoramento da colza (principal cultura para a produção de biodiesel na Europa) no Canadá, que resultou em variedades livres de princípios tóxicos (Canola), permitindo a comercialização da torta para alimentação animal.

Nas últimas décadas a maior parte da torta de mamona vem sendo utilizada como adubo orgânico e com os novos interesses para a produção de biocombustíveis as pesquisas com a torta de mamona para alimentação animal devem ser restabelecidas.

### **Pinhão manso (*Jatropha curcas* L.)**

O co-produto principal da extração do óleo do pinhão manso, a torta prensada, não deve ser utilizada para alimentação animal in natura devido a propriedades tóxicas, mas tem valor como fonte de matéria orgânica para adubação, já que apresenta teores de nitrogênio similares ao da torta de mamona e cama de frango.

A toxicidade das sementes deve-se a presença de uma proteína tóxi-

ca (curcina), ésteres diterpenos, lectinas e fatores antitripsínicos. A Curcina apresenta características similares a ricina. Estas substâncias são uma das mais potentes toxinas do reino vegetal. Felke (1913) foi o primeiro a isolar a curcina. Os ésteres diterpenos foram isolados na semente (Adolf et al. 1984) e raízes (Naengchomng et al. 1986). Estas substâncias são termos-estáveis e cancerígenas.

A toxicidade das sementes foi demonstrada em ratos, cães, caprinos, bezerros e frangos (El-Badwi et al., 1995). Já Panigrahi et al. (1984) não encontraram envenenamento drástico de camundongos e ratos com sementes originárias do México. Os resultados contraditórios são explicados pelas diferentes espécies de cobaias utilizadas para os testes de intoxicação e às diferenças existentes entre os genótipos de pinhão de distintas regiões.

Aderibigbe et al. (1997) relataram o elevado teor de proteína da torta desengordurada do pinhão manso e estabeleceram vários protocolos de destoxicação. Para o co-produto do pinhão a ser utilizado em dietas de monogástricos destacaram-se o aquecimento úmido (67% de umidade) a 100°C por 60 min e aquecimento úmido (80% de umidade) a 130°C por 30 minutos que foram capazes de elevar a degradabilidade in vitro do nitrogênio e reduzir os inibidores de tripsina. Para ruminantes o aquecimento a seco a 160°C por 120 min foi suficiente para melhorar o valor nutritivo da torta de pinhão manso. O farelo que sofreu aquecimento (80% de umidade, a 130°C por 30 min) foi comparado ainda ao farelo de soja e apresentou 82,9% de digestibilidade da matéria orgânica, 11,8 MJ kg<sup>-1</sup> de energia metabolizável e 73,3% de degradabilidade ruminal in vitro do nitrogênio, sendo inferior em 5%, 2,5 MJ kg<sup>-1</sup> e 7,6% ao farelo de soja, respectivamente.

No Brasil, a área plantada de pinhão manso vem apresentando tendências de crescimento, principalmente no semi-árido, onde a planta se adapta bem. Os materiais genéticos disponíveis no país e as condições de processamento são específicos e diferem da de outras localidades, o que exigirá pesquisas com o intuito de estabelecer o potencial de utilização de co-produtos da cultura na alimentação de ruminantes.

### Dendê (*Elaeis guineensis* L.)

O dendeeiro está entre as oleaginosas tropicais de maior rendimento em óleo, com produção entre 3500 e 6000 kg/há por ano. O óleo obtido é utilizado de duas formas básicas: puro, o conhecido "azeite-de-dendê", que é extraído da polpa do fruto do dendeeiro, de sabor doce, cheiro forte e alta consistência, bastante utilizado na culinária. O óleo industrializado, que após refino e desodorização, é utilizado como matéria prima para a industrialização de maioneses e margarinas. No Brasil, atualmente, as maiores plantações de dendê estão concentradas no Pará, no Amazonas, no Amapá e na Bahia. (Embrapa Rondônia, 2007).

Existem dois tipos bastante distintos de óleos extraídos do coco do dendê, ambos podendo constituir matéria prima para a produção de biodiesel: O óleo, obtido da polpa, denominado de óleo de dendê, propriamente dito, é o óleo tradicional da culinária baiana, de cor vermelha, com sabor e odor característicos, sendo comercializado internacionalmente com a designação palmoil a preços que variam de 300 – 400 dólares a tonelada, adequando -se economicamente para a produção de biodiesel. O óleo obtido das amêndoas, denominado de óleo de palmiste, com características químicas e físicas semelhantes as do óleo de babaçu e do óleo de copra (coco da praia) é comercializado no mercado internacional com preços superiores à US\$ 500 dólares por tonelada.

A região Norte do Brasil apresenta as características climáticas ideais para o cultivo de dendê, sendo os estados do Pará, Amazonas e Amapá, além da Bahia na região Nordeste, os mais promissores. O Pará já é o maior produtor de óleo da palma do Brasil, concentrando mais de 80% da área plantada. Em 2004, a produção nacional de óleo de palma foi de 909.285 t e no Pará de 738.241 t (IBGE, 2006). Anualmente, cada hectare de palma pode render de 4 a 6 toneladas de óleo, ou seja, 10 a 12 vezes mais do que a soja, sendo considerada a oleaginosa de maior produtividade em óleo bruto. Cada um milhão de hectares da Amazônia reflorestadas com dendê poderiam fornecer 4,5 bilhões de litros de biodiesel (Anuário Brasileiro da Agroenergia, 2006).

Do fruto são retirados o óleo de palma da polpa e o óleo de palmiste da amêndoa que são utilizados em produtos alimentícios, cosméticos, lubrificantes de máquinas, etc. As fibras das folhas e os cachos vazios são utilizados como tampas de lareiras, o troco da palmeira na confecção de móveis, a torta de palmiste resultante da extração do óleo é aproveitada como adubo orgânico e ração para animais. A fibra seca e a casca do fruto são usadas como combustível na caldeira sendo as cascas aproveitadas também como matéria para carvão ativado (SANTOS, 2005).

A extração do óleo do dendê é realizada por meio de métodos mecânicos, da simples prensagem ou do esmagamento dos frutos. Da polpa, depois de extraído o óleo, sobra uma fibra que pode servir para alimentar as caldeiras a vapor ou aproveitada ainda como adubo. Com as sementes, depois de retirado o óleo de palmiste, é feita a torta de palmiste, que tem teor de proteína de 15%, podendo ser utilizada na alimentação animal.

Carvalho et al. (2006) avaliaram a degradabilidade in situ da torta de dendê e encontraram valores de 76,9 e 96,4 para a degradabilidade potencial da matéria seca e proteína bruta respectivamente. A degradabilidade efetiva foi de 18,1 e 44,9 % para matéria seca e proteína bruta. Quando comparado com o farelo de soja a torta de dendê apresenta valor nutritivo inferior, não devendo compor percentuais elevados

na dieta dos ruminantes.

### **Babaçu (*Orbignya speciosa*)**

O babaçu ou coco-de-macaco é uma planta da família Palmae, originária da região amazônica e mata atlântica do Brasil. É praticamente o único sustento de grande parte da população interiorana das regiões onde ocorre o babaçu. Apenas no estado do Maranhão a extração de sua amêndoa envolve o trabalho de mais de 300 mil famílias. Em especial, mulheres acompanhadas de suas crianças: as "quebradeiras", como são chamadas. É o fruto de uma palmeira nativa da região norte do Brasil e que apresenta em seu interior várias sementes ou amêndoas de onde é extraído o Óleo de Coco de Babaçu. É uma cultura extrativista, não havendo plantações comerciais.

O coco de babaçu, possui em média 7% de amêndoas, com 62% de óleo, entretanto, sob o ponto de vista pragmático, não pode ser considerado uma espécie oleaginosa, pois possui somente 4% de óleo. No entanto, considerando os 17 milhões de hectares de florestas onde predomina a palmeira do babaçu, e as possibilidades de aproveitamento integral do coco, o babaçu constitui, potencialmente, uma matéria prima alternativa para a produção de óleo.

Eliminando-se as palmeiras improdutivas nos babaçuais de elevadas densidades a produção chega a dobrar, passando da média de 3 toneladas de coco por ano para 6 toneladas anuais. É sabido também que o consórcio do babaçu com culturas temporárias rasteiras como o feijão, o amendoim, a soja, e até mesmo o girassol, são possíveis ao estilo de lavouras familiares, proporcionando ocupações e rendas complementares.

Do fruto apenas 6 a 8% são sementes. Destas sementes são extraídos de 65 a 68% de um óleo de cor branca a levemente amarelada, dependendo da temperatura, pois o Óleo de Coco Babaçu apresenta-se como uma gordura à temperatura ambiente.

O Óleo de Coco Babaçu, de odor e sabor suave, é muito utilizado para fins alimentícios e na fabricação de margarinas. Este óleo apresenta propriedades semelhantes ao óleo de dendê (ou palma), apresentando alto teor de ácido láurico. Além de outras aplicações, dentre as quais podemos destacar: indústria cosmética, alimentícia, sabões, sabão de coco, detergentes, lubrificantes, e mais recentemente na alimentação animal.

Os principais destinatários das amêndoas do babaçu são as indús-

trias locais de esmagamento, produtoras de óleo cru, que é um subproduto também para a fabricação de sabão, glicerina e óleo comestível, além do biodiesel. A torta restante é utilizada na produção de ração animal, assim como as folhas na época da seca. As amêndoas verdes, raladas e prensadas com água fornecem um 'leite' de propriedades nutritivas semelhantes às do leite humano, segundo pesquisas do Instituto de Recursos Naturais do Maranhão.

Sua utilização na forma de torta ou farelo já é aplicada tanto para suínos, frangos de corte e ruminantes (Carvalho et al.,2007). Outra aplicação que vem ganhando destaque é a produção de álcool de babaçu a partir das sementes. O babaçu é a única palmeira que pode ser utilizada para este fim, pois contém amido. O mercado do Óleo de Coco Babaçu vem atravessando uma grave crise devido à concorrência com o óleo de palma vindo da Ásia.

De todos os óleos vegetais de uso industrial o óleo de coco babaçu tem o mais alto índice de saponificação e o mais baixo valor de iodo e refração, o que o qualifica para o preparo de pomadas cremosas. No estágio atual de produção, o óleo de babaçu não tem preço competitivo para ingressar no mercado energético, pois tem sido comercializado a preços superiores a US\$ 700 a tonelada.

### **Coco (*Cocos nucifera* L.)**

Uma das possibilidades de uso desta, além das adotadas atualmente (produção de alimentos para humanos), é a extração do óleo da copra para produção de biodiesel. Já que este material chega a apresentar mais de 70% de extrato etéreo.

Na maioria dos países produtores, o coco é utilizado para a produção de óleo, contendo aproximadamente 50% em ácido láurico, característica esta que lhe confere uma boa cotação no mercado de cosméticos. Considerando-se uma densidade de plantio de 160 plantas/ha, e uma produção de 100 frutos/planta/ano, utilizando-se coqueiros híbridos intervarietais com espaçamento de 8,5 m de lado em triângulo equilátero, seria possível obter uma produção de 16.000 frutos/ha, que corresponderia a 2.553 kg de copra (albúmen desidratado a 6% de umidade). Desta produção, poderiam ser obtidos aproximadamente 1.481kg de óleo/ha, sendo superada apenas pela cultura do dendê que pode produzir até 5.000 kg de óleo /ha. Embora estas informações possam ser consideradas um referencial para a produção de óleo de coco, estes valores poderão sofrer alterações a depender do material genético utili-

zado, sistema de produção adotado, idade dos frutos colhidos e condições de solo e clima onde se encontra o plantio.

A inclusão da cultura do coqueiro entre as oleaginosas com potencial para produção de biodiesel no Brasil, constitui-se portanto numa alternativa a ser analisada pelos órgãos de desenvolvimento, reforçando assim a necessidade implementação de um programa de revitalização da cultura, sob pena de não ser atendido o significativo aumento da demanda de matéria prima. Além do óleo de coco, seria possível aumentar a produção de outras culturas oleaginosas e/ou alimentícias, tendo em vista a grande capacidade de adaptação do coqueiro a sistemas consorciados de cultivo, sem a necessidade portanto de ocupação de novas áreas de plantio. Ressalte-se nesta oportunidade, que o coqueiro é cultivado predominantemente por pequenos produtores, ocupando em sua maioria solos de baixa fertilidade com pouca aptidão agrícola para a maioria das culturas, o que de certa forma permitiria a inclusão social de um segmento da população situado à margem do desenvolvimento.

A torta de coco, resultante da extração com prensa hidráulica, apresenta em média 90% de matéria seca, 23,4% de proteína bruta, 50,3% de fibra detergente neutro, 45% de extrativo não nitrogenado e 60,43% de nutrientes digestíveis totais, além de 9,36% de resíduo de óleo (Extrato etéreo). Quando esta torta é obtida por extração através de solvente os valores de extrato etéreo são inferiores a 2%. O co-produto da extração de óleo (torta de coco) pode ser uma importante fonte alimentar para os animais domésticos, já que não apresenta nenhum fator anti-nutricional, e caso venha a ser utilizado para a produção de biodiesel, gerará grande quantidade de co-produtos já que durante o processo de extração aproximadamente 40% da copia é transformado em torta.

Devido ao seu elevado teor de potássio, a torta de coco não é uma fonte fertilizante tão boa quanto a de outras culturas.

A torta e o farelo de coco podem ser fonte única de proteína para ruminantes, entretanto para monogástricos deve ter complementação de outras fontes protéicas.

Se for comprovado o potencial de utilização do coco para produção de biodiesel, novas formas de extração do óleo, as diferenças genéticas existentes entre os genótipos, as formas de armazenamento terão influência direta na composição e no valor nutritivo da torta. Assim será necessário que sejam realizadas pesquisas que verifique o potencial de utilização desses co-produtos na alimentação animal ou ainda como fonte de matéria orgânica para adubação.

## Co-produtos de culturas tradicionais

### Soja (*Glycine max*)

O processamento do grão de soja inicia-se com a obtenção da soja crua e termina com a extração do óleo e outros subprodutos como lecitina e farelo de soja. Segundo Rhee (2000), depois de classificado e limpo, o grão de soja é seco até se alcançar cerca de 10% de umidade, fase na qual este é submetido à quebra e solta-se a casca, que corresponde a cerca de 7 a 8% de seu peso (Restle, 2004). A casca da soja é submetida posteriormente ao processo de moagem e/ou peletização visando reduzir o custo de transporte, pois este produto apresenta uma baixa densidade de massa (Anderson et al., 1988).

### Farelo de soja

O farelo de soja é obtido a partir da moagem dos grãos de soja, para extração do óleo, que é destinado para consumo humano, e representa um dos ingredientes de maior importância para a fabricação de rações animais. A avaliação das características nutricionais do Farelo de soja deve sempre ser levada em conta já que por se tratar de um subproduto obtido após a extração do óleo de soja, o farelo de soja, passa por uma série de processamentos que podem afetar a sua qualidade nutricional.

É a fonte protéica mais utilizada em todo o mundo, possui mais de 45% de proteína bruta na matéria natural, menos de 7% de fibra bruta e é rico em aminoácidos essenciais, principalmente lisina e metionina. A soja possui uma série de fatores antinutricionais que são divididos em termolábeis e termoestáveis. Pode ser a base protéica de rações de pré-ruminantes e de ruminantes jovens e adultos.

Por ser um alimento utilizado tradicionalmente, antes mesmo do impulso atual da bioenergia a discussões sobre farelo de soja fogem do enfoque deste simpósio. Quanto aos co-produtos da soja, será abordado com mais detalhes (tópico 2.2.1.3) a casca de soja, alimento cada dia mais disponível e utilizado muitas vezes de forma errônea como fonte de proteína pelos produtores.

### Casca de Soja

A casca de soja é um subproduto obtido da industrialização do grão da soja e vem ganhando destaque no cenário nacional devido a crescente produção brasileira de soja.

Com o advento das exportações de farelo pelas indústrias, estas têm que cumprir leis internacionais sobre um teor mínimo de proteína bruta neste produto, o que tem proporcionado a retirada da casca, que antes era incorporada ao farelo. Isto tem levado à uma maior disponibilidade deste subproduto no mercado, que somado a seus preços competitivos, resultaram numa ascensão na sua utilização em dietas de ruminantes.

#### Valor nutricional

Assim como subprodutos como o caroço de algodão, a polpa cítrica e o resíduo úmido de cervejaria, a casca de soja apresenta características de um alimento intermediário entre volumoso e concentrado. O seu valor nutricional é determinado inicialmente pela natureza química da casca e por outros fatores como métodos de processamento do grão, diferenças genéticas entre plantas e variações nas condições ambientais e de manejo da cultura da soja durante o seu crescimento (Ipharraguerre e Clark, 2003).

A casca de soja pode ser classificada como um suplemento energético, tendo em vista que a mesma atinge cerca de 80% do valor energético do milho. Apresenta teores de proteína bruta em torno de 12% (Tabela 1) e, assim como o farelo de soja, é uma fonte rica de lisina (0,71 a 0,72% da matéria seca), mas apresenta baixas concentrações de metionina e cistina (0,30 a 0,33% da MS, respectivamente) (Cunningham et al., 1993).

Com relação à sua fração fibrosa, este subproduto possui elevados teores de FDN e FDA, fato justificado pela espessura da parede celular da casca, cuja função é proteger o endosperma. Porém, uma característica marcante deste alimento é a elevada digestibilidade da sua fração fibrosa, atribuída principalmente aos baixos valores de lignina e elevados teores de pectina (carboidrato estrutural da parede celular), sendo rápida e extensamente degradada no rúmen. Anderson et al. (1988) encontraram valores de digestibilidade *in vitro* da MS de 66,6, 78,0 e 70,4% para casca de soja tostada, casca de soja tostada e moída e casca de soja inteira respectivamente, sendo atribuído a maior digestibilidade do alimento moído ao menor tamanho de partícula e maior superfície de contato. A taxa de digestibilidade da FDN *in situ* encontrada foi de 7,5%/h para o tratamento com a casca de soja moída não diferindo dos valores encontrados para os outros tratamentos. Ipharraguerre e Clark (2003) demonstraram experimentos *in situ* que a fração FDN da casca de soja foi fermentada a uma taxa média de 5,6%/h e que o desaparecimento dessa fração após 96 horas de incubação foi de 90%.

A fração de carboidratos não fibrosos da casca de soja é composta principalmente pela pectina (62%) enquanto amido e açúcares simples estão presentes em menor proporção (NRC, 2001). Outro parâmetro importante na caracterização de um alimento é a sua taxa de passagem, que está diretamente relacionada ao consumo de matéria seca e ambiente ruminal.

Nakamura e Owen (1989) determinaram a taxa fracional de passagem (h<sup>-1</sup>) da casca de soja em vacas em lactação consumindo dietas contendo silagem de alfafa e concentrado (razão de 50:50 na MS) na qual a casca de soja substituiu o milho para fornecer 25 e 48% da MS da dieta. Foi relatado uma taxa de passagem 8% superior para o tratamento com 48% frente ao tratamento com 25% de casca de soja (0,093/h e 0,10/h, respectivamente). Anderson et al. (1988) encontraram que a taxa de passagem pelo rúmen foi superior para a casca de soja moída (4,5%/h) comparado à casca inteira (2,8%/h). A relativa elevada taxa de passagem da casca de soja, pode ser explicada pelo seu tamanho de partícula pequeno, gravidade específica elevada (após hidratação) e características da sua fração fibrosa. De uma maneira geral, a inclusão de casca de soja não limita a digestibilidade aparente da dieta no trato gastrointestinal total de ruminantes.

Tabela 1. Composição química da casca de soja

Nutriente (%)	Ipharraguerre e Clark (2003)		NRC (1989)
	Mínimo	Máximo	
Proteína Bruta	9,4	19,2	12,1
FDA	39,6	52,8	50
FDN	53,4	73,7	67
Celulose	29,0	51,2	46
Hemicelulose	15,1	19,7	-
Lignina	1,4	3,9	2
Extrato Etéreo	0,8	4,4	2,1
Amido	0,0	9,4	-
NDT	-	-	77

Adaptado de Torres et al. (2003)

#### Utilização e desempenho animal

A substituição dos grãos pela casca de soja na alimentação de bovinos, além do aspecto econômico, pode trazer benefícios na eficiência de utilização dos alimentos pelo animal, uma vez que grãos de cereais com alto teor de amido, como os grãos de sorgo e de milho, podem provocar efeito associativo negativo, reduzindo a digestibilidade da fração fibrosa

da dieta (Van Soest, 1994). Em razão das suas características nutricionais, a casca de soja pode ser incorporada às dietas tanto como substituto de alimentos concentrados, como volumosos.

Diversos são os experimentos avaliando a substituição de alimentos concentrados pela casca de soja. Este subproduto substitui principalmente o milho nos concentrados e os seus níveis de inclusão na matéria seca total da dieta chegam a mais de 40%. Assis et al. (2004) avaliaram níveis crescentes de casca de soja (0, 33, 67 e 100%), em substituição ao fubá de milho no concentrado de vacas leiteiras com produção média de 30 kg de leite por dia. Os animais avaliados foram divididos em três lotes de acordo com o período de lactação e ao final do experimento não foram observadas diferenças ( $p > 0,05$ ) para o consumo de matéria seca, produção e composição do leite. Para todos os tratamentos não foram verificadas diferenças com relação à variação de peso corporal, mostrando que as dietas supriram a alta produção de leite sem prejudicar o restabelecimento da condição corporal dos animais. De acordo com os autores, a casca de soja serve com um bom substituto do fubá de milho, sem prejuízo ao desempenho produtivo de vacas leiteiras de alta produção.

Nakamura e Owen (1989) trabalhando com vacas com média de 32 kg de produção diária de leite e dietas compostas de silagem de alfafa e concentrado (50:50% na MS), substituíram o milho da dieta controle por casca de soja para fornecer 50 e 95% da MS do concentrado. Os autores encontraram que não houve diferenças entre os tratamentos para ingestão de MS e nem para leite corrigido para teor gordura, porém houve queda na produção de leite e na proteína do leite na dieta com maior inclusão de casca de soja. Ipharraguerre et al. (2002a) trabalhando com níveis crescentes de substituição de milho por casca de soja suprimindo 0, 10, 20, 30 ou 40% da MS da alimentação com dietas contendo 54% de concentrado, observaram redução linear na ingestão de matéria seca à medida que se aumentava o nível de casca de soja, sendo o maior decréscimo (?1kg) quando mais de 30% da MS da dieta foi fornecido. Este efeito foi atribuído ao menor fornecimento de fibra fisicamente efetiva e aumento na concentração de ácidos no rúmen. Houve um aumento linear nos teores de gordura e sólidos totais do leite, com o aumento da percentagem de casca de soja na dieta. Com relação à produção de leite, não foram verificadas diferenças estatísticas, no entanto, vacas alimentadas com a dieta que continha 40% de casca de soja produziram menos leite (- 1,2 kg/dia) do que as alimentadas com a dieta controle, mas esta diferença foi compensada numericamente quando se corrigiu a produção de leite para 3,5% de gordura.

Em experimento semelhante ao descrito anteriormente, porém avali-

ando vacas no início e não no terço médio de lactação, Ipharraguerre et al. (2002b) não observaram diferenças com relação ao consumo de matéria seca e matéria orgânica, bem como para digestibilidade aparente da matéria orgânica no trato total (em torno de 25% no rúmen e 63% pós-ruminal). As produções de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura também não foram afetadas, porém, assim como no experimento anterior, houve uma diminuição numérica na produção de leite (-1,3 kg de leite por vaca por dia) no tratamento onde 40% de casca de soja foram adicionados à MS da dieta. Segundo estes autores, diminuições na produção de leite e leite corrigido para gordura foram também observadas em experimentos em que a casca de soja substitui o milho, constituindo 30% ou mais da MS da dieta.

Quando mais de 30% da MS da dieta suprida pelo milho é substituída pela casca de soja, diferenças na fonte de energia, quantidades de fibra e carboidratos não estruturais digeridos e ainda no sítio de digestão, podem causar uma redução na fonte e/ou quantidade de energia requerida para produção máxima de leite por vacas leiteiras de alta produção (Ipharraguerre e Clark 2003).

Weidner e Grant (1994) avaliando substituição de 25 e 42% da forragem dietética (silagem de milho e de alfafa) por casca de soja em dietas de vacas leiteiras composta de 60% de volumoso observaram que a inclusão de casca de soja não afetou a produção de leite porém reduziu a produção de gordura do leite e conseqüentemente a produção de leite corrigido para teor de gordura. Este trabalho sugere que a substituição de fonte forrageira por casca de soja não apresenta resultados satisfatórios que justifiquem a inclusão deste subproduto.

Ipharraguerre e Clark (2003) resumiram dados de diversos experimentos que avaliaram a inclusão de casca de soja em dietas de bovinos leiteiros. Através de equações de regressão múltiplas estes autores concluíram que: 1) A inclusão de casca de soja em quantidades superiores a 30% da matéria seca em dietas com altas concentrações de grãos pode levar a uma diminuição na fibra fisicamente efetiva, elevando as concentrações de ácidos no rúmen e ocasionando uma diminuição na ingestão de matéria seca (IMS) destes animais; 2) Substituições de milho grão por casca de soja em quantidades superiores a 25% da MS da dieta podem prejudicar a produção de proteína do leite, devido a uma menor ingestão de carboidratos não estruturais; 3) A substituição de volumosos por casca de soja só é conveniente quando a dieta é composta por 50% ou mais de forragens e estas apresentam um tamanho de partícula que garante efetividade física, do contrário, a inclusão deste subproduto resulta em diminuições no desempenho de vacas de leite.

### Limitações de uso

A limitação na inclusão da casca de soja em dietas de bovinos leiteiros está em função da diminuição nos níveis de energia da dieta total quando este alimento substitui grãos de cereais no concentrado, e na menor capacidade de estimular a ruminação e salivacão, quando substitui alimentos volumosos. Ambos os parâmetros restringem o desenvolvimento de um potencial máximo de produção animal. Desta forma, os limites de inclusão na dieta devem ser respeitados e a análise química realizada previamente, para um adequado balanceamento da dieta.

### Níveis de inclusão na dieta

Bovinos de leite adultos: 20 a 30% da matéria seca da dieta.

### Algodão (*Gossypium spp.*)

A principal função do cultivo do algodão é a obtenção de fibras para a indústria têxtil; porém, a cultura gera subprodutos, como o caroço, torta e farelo de algodão, largamente empregados na nutrição animal, principalmente na de ruminantes. O caroço de algodão contém menor conteúdo de PB e muito mais óleo em relação ao farelo (PB = 20% e NDT = 91%).

Os co-produtos do algodão (caroço, torta e farelo) são tradicionalmente utilizados na alimentação dos ruminantes. A geração de biodiesel a partir do algodão poderá aumentar a disponibilidade de torta e farelo de algodão. A seguir são descritas informações básicas sobre os principais co-produtos do algodão passíveis de serem utilizados na alimentação dos ruminantes.

O farelo do algodão é o subproduto resultante da extração do óleo contido no grão que, ao ser esmagado, é chamado de torta; é usada na forma obtida ou moída e peletizada, para uso animal. Em função do tipo da extração, pode-se produzir dois tipos de torta: a torta gorda (5% de óleo residual) mais energética, proveniente apenas da prensagem mecânica, porém com menor teor de proteína; torta magra (menos de 2% de óleo residual) oriundo da extração por solventes, apresenta concentração, relativamente maior de proteína (Freire, 2006). É uma excelente fonte protéica para ruminantes, e pode ser encontrado com 28 ou 38% de proteína bruta.

O farelo de algodão, de acordo com o NRC (2001), contém 44,3% de proteína bruta, 5% de extrato etéreo 6,6% de cinzas, 12,8% de fibra bruta, 28% de fibra detergente neutro, 20% de fibra detergente ácido e 78% de nutrientes digestíveis totais em sua matéria seca.

As espécies do gênero *Gossypium* possuem glândulas internas e externas. As glândulas internas produzem um princípio tóxico, o gossipol, e estão distribuídos por toda a planta, com exceção da raiz.

O gossipol, nele presente, está todo sob a forma livre, e é absorvido após a ingestão. Já a torta ou o farelo possuem um maior conteúdo de PB, variável em função da quantidade de casca incluída (Proteína bruta varia de 28 até 45%) e o alto nível de fibra bruta. O NDT também varia bastante, em função do nível de inclusão de casca. De uma maneira geral, o farelo de algodão apresenta baixos níveis de lisina, cálcio, vitamina D, caroteno e baixa disponibilidade de fósforo. Apresenta altos níveis de colina, niacina, tiamina e ácido pantotênico. O gossipol é o princípio tóxico do algodão e possui coloração amarela. A sua concentração na planta depende: da espécie, temperatura e índice pluviométrico durante o crescimento, além do método de extração do óleo. A concentração desse princípio tem correlação negativa com a temperatura ambiente e positiva com o índice pluviométrico. O gossipol contido no caroço de algodão está totalmente sob a forma livre.

Os monogástricos são mais susceptíveis à intoxicação do que os ruminantes. A capacidade dos ruminantes de detoxificação é dada pela ligação de proteínas solúveis dentro do rúmen ao gossipol livre. O gossipol ligado à proteína é fisiologicamente inativo; além disso, esse princípio tóxico afeta a concentração de hemoglobina do sangue, a absorção de ferro no intestino, a liberação do O<sub>2</sub> da hemoglobina e a hemólise. É possível que esse princípio tóxico altere o padrão normal do ciclo estral, através de seu efeito sobre a secreção de hormônios hipofisários e hipotálamicos. Possui efeito citotóxico sobre o útero e sistêmico pelo comprometimento da função ovariana, principalmente em monogástricos. Com relação aos machos, o gossipol produz uma alteração específica sobre a cauda do espermatozoide (aplasia da bainha mitocondrial). Essa lesão primária predispõe a lesões secundárias à medida que o espermatozoide progride no epidídimo. A diminuição da produção espermática pode ser atribuída aos danos causados às células germinativas e às células de Sertoli. Em ruminantes, da mesma forma que em monogástricos, o gossipol provoca lesões nas células do epitélio germinativo dos túbulos seminíferos. Além disso, há indícios de que esse princípio compromete o desenvolvimento testicular durante a puberdade.

Os sinais de intoxicação são, dispnéia, diminuição da taxa de crescimento e anorexia. Os níveis de tolerância são variáveis de acordo com a idade do ruminante: 3 a 8 semanas de idade: 200 ppm de gossipol livre; e 8 a 24 semanas de idade: até 600 ppm de gossipol livre.

Os métodos de processamento podem alterar o conteúdo de gossipol livre presente nos farelos, melhorando o seu valor nutricional. O processo do solvente direto proporciona um farelo com maior conteúdo de gossipol livre, menor conteúdo de extrato etéreo e de fibra em relação ao farelo prensado. O método "expeller" proporciona um subproduto do algodão com menor conteúdo de gossipol livre, e por isso, é o mais usado. A qualidade final do farelo de algodão é determinada pela quantidade de casca incluída. A inclusão de casca diminui os níveis de proteína bruta total, a digestibilidade da proteína e aumenta o conteúdo de fibra bruta. Proporciona redução da energia metabolizável.

O calor reduz o gossipol livre (autoclavagem a 121°C e 1,1 Kg/cm<sup>2</sup>). Porém, a disponibilidade da lisina é reduzida drasticamente após 60 minutos de autoclavagem.

As recomendações para utilização na dieta dos ruminantes são:

Farelo de algodão: pré-ruminantes: não fornecer; ruminantes jovens, ruminantes adultos, touros: até 30% da ração.

Caroço de algodão: pré-ruminantes: não fornecer; touros: não recomendável; ruminantes jovens/adultos: 20% da ração (fêmeas).

### **Girassol (*Helianthus annuus* L.)**

O girassol como oleaginosa tem se desenvolvido nas diversas regiões brasileiras, e devido à particularidades agrônômicas, ou seja, sua resistência a fatores abióticos, adaptação, ciclo reprodutivo, época de semeadura e a crescente demanda do setor industrial e comercial, a cultura do girassol tem se constituído em uma importante alternativa econômica em sucessão a outras culturas produtoras de grãos, uma vez que os atuais sistemas agrícolas, que utiliza rotação restrita de cultura, são caracterizados pelos altos custos de produção e problemas fitossanitários. Com alto teor de óleo nos grãos, conseqüentemente com maior rendimento por tonelada que outras oleaginosas anuais, e tendo facilidade de extração do óleo por prensagem, é uma cultura apropriada para pequena propriedade, favorecendo a inclusão do agricultor familiar na sua cadeia produtiva, tendo assim importância no que tange ao aspecto social da agricultura.

Considerando-se o aproveitamento da torta resultante da prensagem, o custo do biodiesel de girassol chega a ser até 20% menor que o do derivado de petróleo.

A utilização do girassol em rotação, na safrinha, em 20% dos 13 milhões de hectares cultivados com soja, poderia proporcionar mais de 2,5 bilhões de litros de óleo por ano dessa cultura. Além da extração do óleo, o girassol possui outros usos. As hastes podem originar material para forração acústica e, junto com as folhas, pode ser ensilado para alimentação animal e também promover uma excelente adubação verde, assim como suas raízes pivotantes que promovem uma considerável reciclagem de nutrientes e aumento da matéria orgânica do solo quando deixado após a colheita.

Para Minardi (1969), o farelo de girassol (subproduto decorrente da extração do óleo) é um produto que pode substituir normalmente outras fontes protéicas na ração animal. O farelo de girassol é rico em proteína, o que o caracteriza como concentrado protéico.

Na literatura existem dados variáveis a respeito da composição bromatológica do farelo de girassol, e isso pode ser atribuído às diferentes formas de processamento dos grãos, que pode ser com mais casca, o que origina um farelo mais fibroso, portanto com menor concentração energética, ou processado sem casca, dando origem a um farelo com maior valor nutricional (Pinheiro et al., 1999). Para Ferreira (1999) a proteína do farelo é a principal referência para o uso do farelo de girassol, os níveis podem variar de 28% a 42%, dependendo do tipo de processamento utilizado. O teor de fibra bruta varia de forma inversa ao conteúdo de proteína, devido à quantidade de casca no produto. Outras fontes de variação na composição bromatológica seriam formas de extração do óleo, clima, tratos culturais, temperatura de processamento, entre outros (Silva et al., 1999). Devido a essas possíveis variações na composição, é recomendável que seja feita análise do material antes do balanceamento da ração (Gonçalves e Borges, 1997).

O teor protéico do farelo de girassol é alto e com concentração de aminoácidos mais equilibrados que de muitas leguminosas (Martins, 1998), entretanto, apresenta deficiência em lisina e isoleucina, apesar de ser uma boa fonte de aminoácidos sulfurados (Mandarino, 1992; Girassol, 1994; Pinheiro et. al., 1999 e Silva et al., 1999).

Mupeta et al. (1997), usando a técnica de saco de náilon móvel, avaliaram a disponibilidade intestinal do farelo de girassol e este, quando comparado com o farelo de algodão, apresentou maior digestibilidade para os aminoácidos individuais (notadamente cistina, lisina, metionina e prolina), aminoácidos totais e nitrogênio. Comparando os farelos de girassol, colza e soja, Vincent et al. (1990) encontraram maior degradabilidade ruminal para o farelo de girassol.

Martioli et al. (1995), em ensaio de degradabilidade "in situ" em bo-

vinos, observaram degradabilidade ruminal de 72,8% para o farelo de girassol. Hamilton et al. (1992) e Freer & Dove (1984) sugeriram o tratamento do farelo de girassol com formaldeído para diminuir a degradabilidade ruminal e aumentar o aporte de aminoácidos ao intestino delgado, entretanto ressaltaram que o tratamento com esse tipo de substância em alguns países é proibido.

A recomendação de uso sugerida por Gonçalves & Borges (1997) para bovinos de leite é de 20,0% do concentrado. Pode ser usado em rações de pré-ruminantes, mas deve-se atentar para os conteúdos de fibra. Schingoethe et al. (1976) avaliaram o farelo de girassol como fonte de proteína para vacas em lactação e concluíram que esse apresenta valor nutritivo correspondente a 95% do valor do farelo de soja, que é considerado o concentrado protéico padrão.

Segundo Pearson et al. (1954) citados por Schingoethe et al. (1976) o farelo de girassol é uma fonte de suplementação protéica semelhante ao farelo de algodão para gado de corte em crescimento. Outros autores, após terem avaliado o farelo de girassol como fonte de proteína, chegaram à conclusão que é uma boa opção para ovinos em crescimento (Rao et al., 1996), bezerras (Kinard, 1975 e Gonçalves & Borges, 1997) e novilhos (Arelovich et al. 1996).

### **Canola (*Brassica napus* L. e *Brassica rapa* L.)**

A canola constitui uma das melhores alternativas para diversificação de culturas de inverno e geração de renda pela produção de grãos, no Sul do Brasil. O cultivo de canola em rotação com outras culturas tradicionais, reduz a ocorrência de doenças, contribuindo para que o trigo, por exemplo, semeado no inverno subsequente produza mais e tenha melhor qualidade e menor custo de produção.

Para um bom manejo da cultura, deve ser realizada a rotação de cultivos. Deve-se esperar 20 dias, no mínimo, entre a colheita de canola e a semeadura de soja ou de milho. O cultivo de canola serve também para reduzir a infestação com gramíneas, de controle difícil nos cultivos de trigo e outros cereais. Preferencialmente deverá ser adotada a seqüência de culturas: soja, canola, milho, trigo, pois apresenta diversas vantagens no controle de doenças e manejo de culturas, contribuindo desta forma para o aumento da lucratividade e sustentabilidade da pequena propriedade.

A canola possui de 40 a 46% de óleo e também serve como farelo, com 34 a 40% de proteína, sendo considerado um excelente suplemento protéico na fórmula de rações. Santos et al., (2005) fornecendo con-

centrados protéicos contendo grãos e subprodutos de canola a ovinos Santa Inês, observaram que apesar de não haver diferença significativa, o peso final de abate (28,99 kg) e o peso de corpo vazio (23,94 kg) dos animais alimentados com a torta de canola foram numericamente menores que os daqueles alimentados com o grão integral ou o farelo de canola.

Médicos e nutricionistas indicam o óleo de canola por ser um dos mais saudáveis, pois possui elevada quantidade de Ômega-3, vitamina E, gorduras mono-insaturadas e o menor teor de gordura saturada de todos os óleos vegetais.

A área semeada com canola, em 2004, foi de 10.804 hectares no Rio Grande do Sul, 1.611 há no PR e 2.417 ha em Goiás. No RS, a área cresceu para aproximadamente 20.000 ha em 2005, e o interesse dos agricultores indica tendência de incremento na área com canola, em 2006, em virtude de facilidade de comercialização, elevada lucratividade e liquidez, quando comparada com outras culturas de inverno. Praticamente toda a produção de canola do Paraguai tem sido vendida para o Brasil na forma de grãos, óleo e farelo, mostrando a grande demanda do mercado. O rendimento de grãos varia de 2.100 e 2.400 kg/ha, sendo que o seu óleo é o mais utilizado na Europa para produção de biodiesel e constitui padrão de referência nesse mercado.

## **Co-produtos do etanol**

### ***Co-produtos da produção do etanol a partir do milho***

A produção de etanol a partir do grão de milho é a principal estratégia de geração de biocombustível nos Estados Unidos. O crescimento da indústria de etanol neste país vem sendo um estímulo econômico para a agricultura e a geração de co-produtos já é uma realidade. O domínio da tecnologia de utilização destes co-produtos é fundamental para a sustentabilidade da produção de energia de fontes renováveis, já que um terço do grão processado para este propósito é transformado em co-produto. O grande volume de dados, publicados recentemente nas principais revistas científicas norte americanas, ilustra o esforço dos pesquisadores em estabelecer a melhor forma de utilização destes co-produtos. A utilização na alimentação de rebanhos leiteiros vem sendo sugerida como alternativa viável. No ano de 2007 até a edição de abril do Journal of Dairy Science foram publicados 91 artigos relacionados de alguma forma à utilização de co-produtos do milho oriundos da produção de etanol (Corn Distillers Grains).

No processo de produção do etanol, o milho limpo é fermentado, produzindo etanol e dióxido de carbono. Dois co-produtos são gerados: um sólido, chamado de grãos úmidos de destilaria (wet distillers grains), constituído por porções não fermentadas do grão e o segundo que compreende substâncias que acumulam na superfície, composto por água, leveduras, pequenas partículas e nutrientes solúveis (chamados de solúveis). Os grãos úmidos de destilaria podem ser desidratados e comercializados como grãos secos de destilaria (dry corn distillers grains). No processo de desidratação pode ainda ser acrescentado os solúveis, dando origem ao grão seco de destilaria com solúveis.

Os co-produtos da destilaria representam mais que uma fonte de nitrogênio, a fibra fermentável presente nestes co-produtos, por serem mais lentamente degradável que o amido, contribuem na redução da chance de desenvolvimento de acidose ruminal (Klopfenstein et al., 2001). Os grãos de destilaria apresentam em média 30% de FDN e 13% de extrato etéreo.

Comparado o co-produto de destilaria úmido com o desidratado, são poucas as diferenças na composição bromatológica, mas os dados de Firkins et al. (1984) indicaram maiores quantidades de proteína não degradável no rúmen para o co-produto desidratado comparado com o co-produto úmido. Al-Suwaiegh et al. (2002) não encontraram diferenças na produção, composição do leite, digestibilidade da fibra e eficiência na produção de leite de vacas alimentadas com inclusão de 15% da ingestão de matéria seca de co-produtos desidratados ou úmidos. A decisão em utilizar o resíduo desidratado ou úmido deve ser baseada no custo benefício, a umidade pode inviabilizar o transporte do resíduo úmido por longas distâncias e também dificulta o armazenamento, porém a compra do resíduo úmido pode ser mais vantajosa se a distância entre a usina e a fazenda for próxima.

Um dos problemas da utilização dos co-produtos de destilaria é a falta de padronização na composição nutricional dos mesmos. Knott et al. (2006) demonstraram que os teores de proteína bruta podem variar de 25 a 35%, os de extrato etéreo de 10 a 12% e os de fósforo de 0,8 a 1,0%. Assim a avaliação da composição bromatológica deve ser rotina para quem pretende utilizar estes co-produtos em dietas de rebanhos leiteiros.

A indicação dos níveis de inclusão de grãos de destilaria depende da composição e do preço, mas geralmente encontram-se entre 15 e 20% da ração (base na matéria seca). Pesquisas têm demonstrado aumento no consumo de matéria seca com adição de grãos de destilaria (Powers et al., 1995); o que não foi observado no trabalho de Leonardi et al. (2005). Carvalho et al. (2006) notaram que a utilização de grãos desidra-

tados de destilaria, reduziu a produção de proteína do leite devido ao desbalanceamento de aminoácidos (principalmente lisina).

Como os grãos de destilaria apresentam aproximadamente 13% de extrato etéreo, níveis elevados podem interferir na síntese de gordura do leite e este é um dos fatores limitantes de inclusão destes em dietas de vacas leiteiras. Leonardi et al. (2005) não encontraram efeito da adição de grãos de destilaria até níveis de 15% em dietas de vacas leiteiras e concluíram que este alimento é uma boa fonte de energia quando as dietas têm 28% de FDN e menos de 5% de ácidos graxos. Cuidados especiais devem ser tomados nos níveis de lisina, FDN, fibra efetiva e gordura quando os co-produtos da destilaria são incluídos na dieta de vacas leiteiras.

## Co-produtos do etanol a partir da Cana-de-açúcar

Os resíduos agro-industriais são abundantes e podem ser utilizados para produção de glicose e de produtos derivados (Gacesa e Hubble, 1991). No Brasil, obtêm-se os mais diversos subprodutos e resíduos agro-industriais, como é o caso do bagaço de cana-de-açúcar. Em decorrência da produção do álcool etílico e do açúcar cristal a partir da cana-de-açúcar, avalia-se que, da quantidade de bagaço processado e utilizado para alimentar caldeiras, haja um excedente correspondente a 8% nas destilarias anexas e 12% nas autônomas, que poderia ser empregado na hidrólise de açúcares, como glicose, a partir da celulose contida nesse bagaço (Camargo, 1990).

Este subproduto é valorizado principalmente por ser substituto de combustível fóssil e de madeira na geração de energia. Pode também substituir a madeira nas indústrias de papel e papelão, como fonte de celulose, e pode ser também utilizado para a produção de álcool. No estado de São Paulo, o bagaço possui grande valor comercial, devido à sua capacidade energética, chegando muitas vezes a ter seu preço/tonelada maior que o da cana-de-açúcar. As folhas e pontas da cana podem ter a mesma utilidade, sendo, porém, ainda necessário o desenvolvimento de solução tecnológica viável para a coleta e transporte desses materiais de maneira econômica (Instituto Euvaldo Lodi, 2005).

As usinas de cana-de-açúcar, além de produzirem o álcool, estarão utilizando o resíduo sólido (bagaço) do processo produtivo na co-geração de energia elétrica, como já ocorre com as usinas existentes no

País. Além da geração de energia para utilização própria, há sobras que podem ser utilizadas na alimentação animal.

O valor nutritivo do bagaço é baixo, devido às ligações que ocorrem na parede celular entre a celulose, a hemicelulose e a lignina. A parede celular do bagaço da cana contém, aproximadamente de 40% de celulose, 35% de hemicelulose e 15% de lignina, conferindo a este co-produto baixa digestibilidade. Todavia, sua viabilidade de utilização pode ser otimizada com tratamentos que promovam o rompimento da estrutura de sua fração fibrosa.

Dentre os métodos existentes, os mais utilizados são: tratamentos químicos com hidróxido de sódio, uréia e amônia e o tratamento físico com vapor sob pressão.

Os tratamentos químicos atuam reduzindo o conteúdo de parede celular e aumentando a digestibilidade do bagaço. A uréia e a amônia além desta atuação contribuem com aumento da proteína.

Segundo Burgi (1995), o tratamento com vapor sob pressão é o que apresenta o melhor resultado. É realizado na própria indústria devido à disponibilidade do vapor de caldeiras e comparativamente aos tratamentos químicos é menos oneroso. O co-produto gerado neste tratamento é chamado de bagaço de cana auto-hidrolisado (BAH).

Leme et al. (2003) avaliaram a viabilidade de utilização de bagaço de cana no confinamento de novinhos Nelore e confirmaram a viabilidade do uso de 15 ou 21% de bagaço de cana-de-açúcar como única fonte de volumoso para novilhos, alimentados com dieta com elevada proporção de concentrado, contendo milho, polpa de citrus e farelo de soja. O bagaço de cana-de-açúcar pode ser uma alternativa interessante, já que é um resíduo da agroindústria de grande excedente e baixo custo, produzido na época de confinamento e escassez de forragem.

Segundo Teixeira et al., (2007) a utilização de BAH pode promover em bovinos de corte ganho de peso próximo a 1 kg/animal dia, quando suplementado com concentrado. Para vacas leiteiras, os mesmo autores indicam a possibilidade de utilizar o BAH para vacas leiteiras de produção de até 4.500 kg de leite por lactação.

A cana-de-açúcar (in natura) com uréia é amplamente utilizada por pecuaristas brasileiros. Trata-se de um volumoso de fácil cultivo, alta produtividade e com ponto de colheita que coincide com o período de escassez de pastagens. A cana-de-açúcar torna-se uma alternativa viável, economicamente, aos produtores que não dispõem de máquinas agrícolas ou de recursos necessários para produção de milho e sorgo

para silagem (Lima, 2007).

A produção animal deverá enfrentar, nos próximos anos, desafios. Esses novos desafios em termos de bem-estar, saúde animal, qualidade e segurança alimentar exigem diferenciação e valorização em termos de novos tipos de produtos especializados. Todas as outras áreas (genética, manejo, gestão empresarial e outras) deverão dar resposta aos novos desafios, será a nutrição e alimentação a que mais poderá contribuir para inovações e o desenvolvimento de soluções satisfatórias as novas exigências. A cana-de-açúcar representa uma opção alimentar de baixo custo que pode atender a exploração de animais em confinamento, com eficiência e segurança (Valvasori e Paulino, 2007).

## Glicerina oriunda da produção do biodiesel como co-produto para alimentação dos ruminantes

O biodiesel é uma mistura de metil ésteres, oriundo dos ácidos graxos, produzido principalmente a partir de óleos vegetais pelo procedimento de trans-esterificação com metanol. Como subproduto deste processo, 1 mol de glicerol é produzido para cada 3 mol de metil ésteres, o que equivale a aproximadamente 10% da produção total (Karinen e Krause, 2006). O mercado reagiu rapidamente à maior disponibilidade de glicerol com queda no valor de mercado deste subproduto. Na União Européia, mais de 50 empresas estão produzindo atualmente 2,25 milhões de toneladas de biodiesel e já existem previsões que em 2010 este valor suba para 10 milhões de toneladas.

No Brasil, de acordo com a ANP (Agência Nacional de Petróleo), a capacidade autorizada de produção das plantas de biodiesel é da ordem de 85,3 milhões de litros anuais. A atual estrutura de produção ainda é incipiente e realizada em planta piloto. Se estas previsões forem confirmadas o mercado de glicerol em breve estará saturado. Assim, novas alternativas de utilização do glicerol necessitam serem pesquisadas.

O glicerol já vem sendo aproveitado para síntese de resinas (18%), aplicações farmacêuticas (7%), uso em cosméticos (40%), uso alimentício (24%) e outros (11%) (SBRT, 2007). Uma possibilidade ainda não testada no Brasil para a utilização do glicerol é a possibilidade de inclusão deste nas dietas dos ruminantes.

Os ruminantes apresentam peculiaridades quanto ao metabolismo dos lipídeos. Ácidos graxos de triglicérides de óleos vegetais quando chegam ao rúmen sofrem o processo de lipólise, sendo liberados 3 ácidos graxos e 1 glicerol. Como o ambiente ruminal é anaeróbico, os ácidos graxos não são utilizados pelos microrganismos como fonte de energia, já o glicerol é fermentado a propionato, sendo absorvido e metabolizado no fígado, dando origem a glicose (gliconeogênese). O processo de gliconeogênese é vital para os ruminantes, sendo a principal forma com que estes animais obtêm a glicose. O glicerol purificado já teve seu potencial comprovado como substância neoglicolítica para vacas leiteiras de alta produção, sendo uma opção para o tratamento de animais com cetose (Johnson, 1992; Fisher et al., 1971). Entretanto, o glicerol purificado tem preço elevado e sua utilização como alimento é inviável. O aumento na produção de biodiesel pode criar uma nova janela de oportunidade para a comercialização de glicerina bruta na forma de alimento para animais.

Recentemente nos Estados Unidos, Donkin e Doane (2007) estimaram que o glicerol bruto já começa a ter preços competitivos quando comparado como alimentos tradicionais como o milho e o farelo de trigo. Se for comprovado o potencial de utilização do glicerol em dieta de ruminantes, os coprodutos do biodiesel além de serem fontes de proteína (tortas das oleaginosas), poder-se-ão constituir-se fonte de energia (glicerol). Esta nova possibilidade pode ter grande impacto na pecuária do semi-árido, disponibilizando energia de baixo custo para uma região que geralmente depende do aporte de insumos de alto custo, advindo de outras regiões (ex: milho e soja produzidos no centro-oeste) para manter a produtividade dos animais na época de escassez de chuvas.

## Considerações Finais

A tendência pela procura de fontes renováveis de energia abre uma nova janela de oportunidades para a produção animal. Inúmeros co-produtos gerados apresentam potencial de utilização na alimentação animal, permitindo a redução no custo de produção de proteínas de origem animal e aumentando a lucratividade da atividade pecuária.

## Referências Bibliográficas

ADERIBIGBE, O., JOHNSON, C.O.L.E., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K, FOIDL, N. Chemical composition and effect of heat on organic matter- and nitrogen-degradability and some antinutritional components of *Jatropha* meal. *Animal Feed Science Technology*. v.67, p. 223-243. 1997

BARREIROS, D.C., OLIVEIRA, L.S., PEREIRA, L.G.R., AZEVEDO, J.A.G., DÓREA, J.R.R., FRANCO, A.L.F., PEDREIRA, M.S., LOURES, D. R. S. . Efeito da adição da torta de dendê no perfil fermentativo da silagem do resíduo da extração do palmito da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). In: *Zootec 2007 - A Zootecnia frente a novos desafios*, 2007, Londrina. *Anais do XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia*, 2007. v. 1. p. 1-7.

ADOLF, W., OPFERKUCH, H.J., HECKER, E. Hecker. Irritant phorbol derivatives from four *Jatropha* species. *Phytochemistry*. n. 23, v. 1, p. 129-132. 1984.

AI-SUWAIEGH, S., FANNING, K.C., GRANT, R.J., MILTON, C.T KLOPFENSTEIN, T.J. Utilization of distillers grains from the fermentation of sorghum or corn in diets for finishing beef and lactating dairy cattle. *Journal. Animal Science*. v. 80, p.1105-1111. 2002.

AMBEKAR, V.R., DOLE, K.K., 1957. Detoxification of castor cake. *Indian J. Dairy Sci*. 10, 107-122

ANANDAN, S., ANIL KUMAR, G.K., GOSH, J., RAMACHANDRA, K.S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*. n. 120, p. 159-168, 2005.

ANDERSON, S. J., Merrill J. K., McDonnell M. L., Klopfenstein T. J. Digestibility and utilization of mechanically processed soybean hulls by lambs and steers. *Journal of Animal. Science*, v.66, p.2965-2976. 1988.

ANUÁRIO BRASILEIRO DAAGROENERGIA: Produtividade do dendê para produção de biodiesel, 2006: <<http://www.anuarios.com.br/port/2006/agroenergia/default.php>>

ARELOVICH, H.M., TORREA, M.B., AMELA, M.I., DE GIORGI, I., VILLALBA, J.J., LABORDE, H.E. Suplementación de paja de trigo en bovinos con avena, urea y harinas de girasol y carne. 2- Degradación ruminal de la dieta. *Rev. Arg. Prod. Anim*. v.16, n.1, p.1-12, 1996.

ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S. et al. Casca de soja em dietas de vacas leiteiras. I – Consumo, Variação de peso, produção e composição do leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA

DE ZOOTECNIA, XXXXI, Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande, 2004. CD-Rom.

BOSE, M.L.V.; WANDERLEY, R.C. Digestibilidade e balanço metabólico da fração nitrogenada do farelo de mamona desintoxicado e de feno de alfafa em ovinos. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v.17, n.5, p.456-464, 1988.

BURGI, R. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento de na alimentação de bovinos. *Anais do 6º simpósio sobre nutrição de bovinos da FEALQ*, 1995. Piracicaba- SP, p. 153 – 169.

CAMARGO, C. A. Perfil do setor. In: *Conservação de energia na indústria do açúcar e do álcool: manual de recomendação*. São Paulo: IPT, 1990. Cap. 2, p. 5-16.

CARVALHO, G.G.P., PIRES, A.J.V., VELOSO, C.M., SILVA, R.R., MENDES, F.B.L., SOUZA, D.R., PINHEIRO, A.A. Degradabilidade ruminal de concentrados e subprodutos agroindustriais. *Archivos de Zootecnia*. V.55, n.212. p.397-400. 2006a.

CARVALHO, L.P.F., CABRITA, A.R.J., DEWHURST, R.J., VICENTE, T.E.J., LOPES, Z.M.C., FONSECA, A.J.M. Evaluation of Palm Kernel Meal and Corn Distillers Grains in Corn Silage-Based Diets for Lactating Dairy Cows. *Journal Dairy Science*. v.89, p. 2705-2715. 2006b.

CARVALHO, F.F.R.; XENOFONTE, A. R. B. ; BATISTA, A.M.V., MEDEIROS, G. R., ANDRADE, R.P.X. Desempenho de Ovinos SPRD em Crescimento Alimentados com Diferentes Níveis de Farelo de Babaçu (*Orbiginea speciosa* Jack). In: 44ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2007, Jaboticabal - SP. ANAIS... Jaboticabal : SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA/UNESP -SP, 2007. v. CD.

COULSON, E.J., SPIES, J.R., STEVENS, H.. The allergen content of castor beans and castor pomace. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 37, 657–661. 1960.

CUNNINGHAM, K. D., CECAVA M. J., JOHNSON T. R. Nutrient digestion, nitrogen, and amino acid flows in lactating cows fed soybean hulls in place of forage or concentrate. *Journal of Dairy Science*, v. 76, p.3523–3535, 1993.

DONKIN, S.S., DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: *Tri-State Nutrition Conference*. Indiana, p.97-103. 2007.

DRUMOND, M.A., SILVA, A.F., ANJOS, J.B., MILANI, M., SUASSUNA, T.M.F., NÓBREGA, M.B.M. Aviação de variedades de mamoneira no município de Petrolina-PE (Resultados preliminares). In: CONGRESSO BRASILEI-

RO DE MAMONA. 1, Campina Grande. *Anais ... Campina Grande: I Congresso Brasileiro de mamona*, 2004, p. 1-5.

EL-BADWI, S.M.A., ADAM, S.M.I., HAPKE, H.J. Comparative toxicity of *Ricinus communis* and *Jatropha curcas* in Brown Hisex chicks. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* v.10, n.2, p. 75-77. 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA RONDÔNIA. **Rondônia discute biodiesel com uso de dendê**. Disponível em: <[http://www.procitropicos.org.br/UserFiles/File/Release\\_1310biodiesel%20\\_2.pdf](http://www.procitropicos.org.br/UserFiles/File/Release_1310biodiesel%20_2.pdf)> acesso em junho de 2007.

FELKE, J. Über die Giftstoffe der Samen von *Jatropha curcas*. *Landw. Vers. Stat.* n. 82, p. 427-467, 1913.

FERREIRA, R.N. Potencial do uso do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte e galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 1, 1999, Itumbiara. *Anais... Itumbiara: EMBRAPA*, 1999. p.47-51.

FIRKINS, J.L.; Berger, L.L.; Fahey, G.C. et al. Ruminal nitrogen degradability and escape of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds. *Journal of Dairy Science*, v.67, p.1936-1944, 1984.

FISHER, L.J.J.D. et al. Preliminary evaluation of the addition of glucogenic materials to the rations of lactating cows. *Can. J. Anim. Sci.* v.51, p.721-727. 1971

FREER, M., DOVE, H. Rumen degradation of protein in sunflower meal, rapeseed meal and lupin seed placed in nylon bags. *Animal feed Science Technology*. v.11, p.87-101, 1984.

GACESA, P.; HUBBLE, J. The enzymatic treatment of waste materials. In: MARTIN, A. M. (Ed.) *Bioconversion of waste materials to industrial products* London: Elsevier Applied Science, 1991. cap. 2, p. 39-61.

GARDNER JR., H.K.; D'AQUIN, E.L.; KOULTUN, S.P.; McCOURTNEY, E.J.; VIX, H.L.E.; GASTROCK, E.A. Detoxification and deallergenization of Castor Beans. *The Journal of the American Oil Chemists Society*. v.37, p.142-148, 1960.

GIRASSOL: Cultivo e ensilagem, Patos de Minas: ANPL, 1994. 13p.

GONÇALVES, L.C., BORGES, I. Alimentos e alimentação de gado de leite. Belo Horizonte: UFMG, 1997. 265p.

HAMILTON, B.A., ASHES, J.R., CARMICHAEL, A.W. Effect of formaldehyde-treated sunflower meal on the milk production of grazing dairy cows. *Aust. J. Agric. Res.* v. 43, p. 379-387, 1992.

MUPETA, B., WEISBJERG, M.R., HVELPLUND, T., MADSEN, J. Digestibility of amino acids in protein rich tropical feed for ruminants estimated with the mobile bag technique. *Animal Feed Science Technology*. v.69, p.271-280, 1997.

NAENGCHOMMONG, W., THEBTARANONTH, Y., WIRIYACHITRA, P., OKAMOTO, K.T., CLARDY, J. Isolation and structure determination of four novel diterpenes. *Tetrahedron Letters*. v. 27, n. 22, p.2439-2442. 1986.

NAKAMURA, T., e F. G. Owen. High amounts of soyhulls for pelleted concentrate diets. *Journal of Dairy Science*, v.72, p.988-994, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrient requirements of dairy cattle. 7. ed. rev. Washington, 2001. 381p.

PANIGRAHI, S., FRANCIS, B.J., CANO, L.A., BURBAGE, M.B. Toxicity of *Jathropa curcas* from Mexico to rats and mice. *Nutr. Rep. Int.* v.29, n.5, p.1089-1099. 1984.

PERRONE, J. C.; IACHAN, A., DOMONT, G. B.; **et al. Contribuição ao estudo da torta de mamona.** Rio de Janeiro: Departamento de Imprensa Nacional, 1966. 51p.

PINHEIRO, J.W., SILVA, C.A., FONSECA, N.N. Potencial do uso do farelo de girassol na alimentação de frangos de corte e galinhas poedeiras. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 1, 1999, Itumbiara. Anais... Itumbiara: EMBRAPA, 1999. p.38-46.

POWERS, W.J., VAN HORN, H.H., HARRIS JUNIOR, B., WILCOX, C.J. Effects of variable sources of distillers dried grains plus solubles on milk yield and composition. *Journal Dairy Science*. v.78, p.388-396. 1995

RAO, C.K., REDDY, T.J., RAGHAVAN, G.V. Studies on rumen metabolic profile in sheep fed sunflower cake. *Indian Vet. J.* v.73, p.741-745, 1996.

RESTLE, J. et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33. n.4, p.1009-1015, 2004.

RHEE, K. C. Processing technology to improve soy utilization. In: SOY IN ANIMAL NUTRITION. J. K. Drackley, Savoy, IL: Fed. Anim. Sci. Soc., 2000. p.46-55.

SANTOS, NATÁLIA R. **Dendeicultura no Estado do Amazonas: Viabilidade econômica, social e ambiental, utilização do óleo de dendê como fonte alternativa de energia e considerações sobre incentivos governamentais e a pesquisas.** Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de economia. 2005, 22pp. Disponível em: <<http://www.pet.ie.ufu.br/paper.doc>> acesso em setembro de 2007.

SBRT-Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas. Disponível em: <http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt2059.pdf>. Acesso em 01 fev. 2007.

SCHINGOETHE, D.J., ROOK, J.A., LUDENS, F. Evaluation of sunflower meal as a protein supplement for lactating cows. *J. Dairy Sci* v.60, n.4, p.591-595, 1976.

SEVERINO, L.S. O que sabemos sobre a torta de mamona. Documentos EMBRAPA, n 134, Campina Grande: EMBRAPA, 32p. 2005.

SILVA, C.A., PINHEIRO, J.W., FONSECA, N.N. Uso do farelo de girassol na alimentação de suínos. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 1, 1999, Itumbiara. Anais... Itumbiara: EMBRAPA, 1999. p.31-37.

TEIXEIRA, J.C. Alimentação de bovinos leiteiros. Lavras, UFLA-FAEPE, 267 p., 1997.

XEIRA, F.A., PIRES, A.V., NUNES, P.V. Bagaça de cana-de-açúcar na alimentação de bovinos. *Revista Electronica de Veterinária*. V.8. 2007.

VALADARES FILHO, S.C., MAGALHÃES, K.A., ROCHA JUNIOR, V.R., CAPELLE, E.R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 2 ed. Viçosa:UFV, 2006.

VALVASSORI, E.; PAULINO, V.T. **Alguns aspectos sobre o uso de cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes.** 2007. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2007\\_3/ruminantes/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2007_3/ruminantes/index.htm)>. Acesso em: 19/10/2007

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant** 2 Ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VINCENT, I.C., HILL, R., CAMPLING, R.C., A note on the use rapessed, sunflower and soya-bean meals as protein sources in compound foods for milking cattle. *Animal Production*. v.50, n.3, p.541-543, 1990.

WEIDNER, S. J., And R. J. Grant. Soyhulls as a replacement for forage fiber in diets for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.77, p.513-521, 1994.

WILLIAMS, H. A Cooker extruder for deallergination of castor meal. *J. Am. Oil Chem. Soc.* v.66, p.227-231. 1989.