

MAURICIO OLIVEIRA RIBEIRO DA SILVA

**SOFTWARE PARA PLANEJAMENTO DE VOLUMOSOS E LIVRO:
CÁLCULO DE RAÇÃO E ALIMENTOS PARA VACAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S586s
2018
Silva, Mauricio Oliveira Ribeiro da, 1988-
Software para planejamento de volumosos e livro : cálculo
de ração e alimentos para vacas leiteiras / Mauricio Oliveira
Ribeiro da Silva. – Viçosa, MG, 2018.
v, 244f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Marcos Inácio Marcondes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovinos de leite - Nutrição. 2. Rações - Software.
3. Bovinos de leite - Alimentação e rações. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

CCD 22. ed. 636.20852

MAURICIO OLIVEIRA RIBEIRO DA SILVA

**SOFTWARE PARA PLANEJAMENTO DE VOLUMOSOS E LIVRO:
CÁLCULO DE RAÇÃO E ALIMENTOS PARA VACAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2018.

Alex Lopes da Silva

Polyana Pizzi Rota
(Coorientadora)

Marcos Inácio Marcondes
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia e funcionários que estiveram envolvidos no curso e ajudaram de alguma forma para obtenção desse objetivo.

Aos meu familiares e amigos que sempre me apoiaram e deram força para continuar nessa caminhada e vencer todos os desafios.

A Coopptec e Vaccinar que foram as empresas que me proporcionaram mesmo em trabalho, tempo para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

Ao Gardiego em nome de toda Dinnisoft por acreditar no projeto e desenvolvê-lo em sua parte de programação.

A professora Polyana Pizzi Rotta pela dedicação, paciência, ensinamentos e orientação.

Ao Doutor Alex Lopes da Silva pela participação e contribuição.

Em especial ao professor Marcos Marcondes pelos conhecimentos, ajuda, incentivos e orientação durante todo o curso.

Por fim agradeço a Deus pois sem sua benção e proteção nada conseguiríamos alcançar.

RESUMO

SILVA, Mauricio Oliveira Ribeiro da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Software para planejamento de volumosos e livro: cálculo de ração e alimentos para vacas leiteiras.** Orientador: Marcos Inácio Marcondes. Coorientadora: Polyana Pizzi Rota.

Foi realizada a confecção de um software de planejamento de volumosos e uma revisão bibliográfica em alguns trabalhos com intuito de produzir um livro, que possa auxiliar profissionais e alunos de graduação em ciências agrárias, com noções básicas de nutrição de vacas de leite e também a apresentação dos principais alimentos utilizados, junto com seus alimentos substitutivos ou alternativos que podem ser utilizados dependendo da oportunidade. O software tem intuito de auxiliar produtores rurais e profissionais no planejamento de volumosos das propriedades visto que esse é o alimento de maior demanda para ruminantes e impacta significativamente no custo de produção, onde é preciso que se produza em qualidade e quantidade correta para o sucesso na atividade. O livro possui quatro capítulos, o primeiro apresenta além dos dois modos básicos de cálculo de rações que são o Quadrado de Pearson e Modo Algébrico, apresenta também as equações de obtenção das exigências nutricionais de consumo de matéria seca, energia e proteína do animal. No primeiro capítulo temos também a apresentação dos principais pontos críticos de formulação, bem como as características individuais de formulação de cada categoria animal. No segundo capítulo são apresentados os principais alimentos volumosos disponíveis para cultivo e utilização na alimentação de ruminantes, bem como seus valores nutritivos e trabalhos com desempenho de vaca de leite com sua utilização. O terceiro e quarto capítulos são sobre os concentrados energéticos e concentrados proteicos, respectivamente, onde é demonstrado os principais alimentos concentrados energéticos e proteicos, bem como os seus alimentos alternativos, que dependendo da região e dos custos de oportunidade do material, podem ser incrementados na dieta dos animais para redução de custo.

ABSTRACT

SILVA, Mauricio Oliveira Ribeiro da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2018. **Software for the planning of bulks and books: calculation of feed and feed for dairy vaccines.** Adviser: Marcos Inácio Marcondes. Co-adviser: Polyana Pizzi Rota.

The preparation of a bulky planning software and a bibliographical review in some works with the aim of producing a book, which can assist R professionals and undergraduate students in agrarian sciences, with the basics of nutrition of Milk cows and also the presentation of the main foods used, along with their substitute or alternative foods that can be used depending on the opportunity. The software aims to assist rural and professional producers in the planning of bulky properties since this is the most demand food for ruminants and impacts significantly on the cost of production, where it is necessary to produce in Quality and correct amount for success in the activity. The book has four chapters, the first presents in addition to the two basic ways of calculating rations that are the square of Pearson and algebraic mode, also presents the equations of obtaining the nutritional requirements of consumption of dry matter, energy and protein of the animal. In the first chapter we also have the presentation of the main critical points of formulation, as well as the individual formulation characteristics of each animal category. In the second chapter are presented the main bulky foods available for cultivation and use in the feeding of ruminants, as well as their nutritional values and work with milk cow performance with their use. The third and fourth chapters are about energy concentrates and protein concentrates, respectively, where the main energy concentrated foods and proteins are demonstrated, as well as their alternative foods, which depending on the region and Of the opportunity cost of the material, can be increased in the diet of the animals for cost reduction.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	2
CAPÍTULO 1	3
PROGRAMA DE PLANEJAMENTO DE VOLUMOSOS E ADUBAÇÃO	3
INTRODUÇÃO.....	3
TELAS DO PROGRAMA	4
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
CAPÍTULO 2	20
LIVRO: CÁLCULO DE RAÇÃO E ALIMENTOS PARA BOVINOS LEITEIROS	20
INTRODUÇÃO	20
2.1 - CÁLCULO DE RAÇÃO PARA VACAS LEITEIRAS	21
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
EXERCÍCIOS	56
2.2 - ALIMENTOS VOLUMOSOS PARA VACAS LEITEIRAS.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
2.3 – ALIMENTOS CONCENTRADOS ENERGÉTICOS PARA VACAS DE LEITE	
.....	145
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	186
2.4 - CONCENTRADOS PROTEICOS	197
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	235

INTRODUÇÃO

Em 2015 a produção de leite foi estimada em 34 bilhões de litros, isso colocou o Brasil no patamar de quarto lugar no ranking dos maiores países produtores de leite. Apesar desse cenário, o Brasil ainda continua a ser grande importador de produtos lácteos, isso devido a produção interna não suportar a demanda do mercado interno. Nos primeiros 6 meses do ano de 2016 a importação alcançou o número de 130,2 mil t de produtos, volume que se revertido em litros de leite equivale a 1,1 bilhão de litros. Por outro lado às exportações tiveram seu número muito menor, somando 25,9 mil t de produtos (Zoccal 2016).

Na ponta da cadeia onde se encontra o setor primário, estão às propriedades produtoras de leite que se distribuem por todos os cantos do país, onde se tem registros de 99% dos municípios com pelo menos uma propriedade leiteira, chegam ao número de 1,3 milhão de propriedades com rebanho aproximado de 23 milhões de vacas ordenhadas. Se contabilizar mo s toda a cadeia do leite, estaremos falando de cerca de 4 milhões de trabalhadores, sendo 11 mil deles, somente transportando o leite da fazenda para a indústria e dos lácteos processados nas indústrias para o mercado (Zoccal 2016).

É inegável que o setor leiteiro brasileiro movimentava grande parte da economia do país, muitas pequenas cidades são plenamente dependentes do leite para girar suas economias. Somente no ano de 2015, em termos de valores brutos o setor movimentou na produção R\$ 28,9 bilhões, isso considerando um valor médio de preço de leite pago pelas indústrias que ficou na casa de R\$ 1,20 por litro de leite. (Zoccal 2016).

A produção de leite quando tecnificada tem se mostrado ótimo investimento ao longo de vários anos, superando, por exemplo, culturas como milho e soja em rentabilidade por área (Yoneya, 2015). No outro lado desse cenário estão à maioria dos produtores de leite do Brasil, que exploram de forma extrativista suas propriedades e animais, onde o resultado é a baixa produção e rentabilidade, e a atividade não consegue dar lucros nem se sustentar, pelo contrário, no decorrer do tempo os produtores tendem a endividar-se ou sair da atividade, causando muitas vezes o êxodo rural.

Um dos maiores gargalos encontrados nas propriedades brasileiras é a subnutrição dos animais, onde produtores não possuem planejamento alimentar para o rebanho durante o ano, resultando em perda de produção e por consequência em perda de receita. Outro gargalo que

podemos destacar é nutrição desbalanceada dos animais, onde todos os animais possuem a mesma dieta, independente do seu estágio fisiológico, produção ou condição corporal, em resumo, os animais não conseguem expressar todo seu potencial produtivo, pois não tem alimentação adequada para isso.

Com intuito de ajudar a reverter esse cenário e ajudar produtores e também estudantes da área de ciências agrárias é que este trabalho teve foco em fazer uma revisão bibliográfica, para poder fornecer ao público um livro que contém a descrição dos principais alimentos usados na alimentação de ruminantes e como balancear rações para esses animais. Outra frente de trabalho foi desenvolver um programa de planejamento de volumosos e cálculo de adubação para propriedades rurais, que servirá como base para os usuários projetarem a produção de volumoso das propriedades a partir do rebanho existente na fazenda, diminuindo assim o déficit de alimentos das propriedades e proporcionando aos animais condições de expressar o potencial genético em produção, além de garantir segurança e economia para o produtor rural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

YONEYA, F; Revista Mundo do Leite agosto/setembro 2015 – Leite, excelente negócio p 10-13.

ZOCCAL, R; Revista Balde Branco setembro 2016 – Alguns números do leite -
<http://www.baldebranco.com.br/alguns-numeros-do-leite>

CAPÍTULO 1

PROGRAMA DE PLANEJAMENTO DE VOLUMOSOS E ADUBAÇÃO

INTRODUÇÃO

O sucesso de uma propriedade leiteira ou de corte passa por pilares determinantes como genética, manejo, sanidade, nutrição, reprodução e um bom controle econômico. Um dos maiores custos de produção destas atividades é a nutrição, em alguns casos passando dos 50% dos custos totais da atividade. Nesse caso se torna indispensável um bom planejamento de volumosos na fazenda, isso devido esse alimento ter o menor custo em relação aos alimentos concentrados e subprodutos que podem ser utilizados e é também o que possui maior participação em proporção na dieta total. Para que se tenha sucesso na produção de volumosos deve-se atentar para a qualidade ou valor nutritivo da forragem produzida, para que se tenha um maior desempenho dos animais (Fontaneli 2012), sem esquecer da quantidade de forragem produzida, pois a necessidade de aquisição de volumosos fora da fazenda onera muito a atividade, podendo deixá-la muitas vezes inviável. Para não ocorrer essa deficiência de forragem deve ser feito um criterioso planejamento de volumosos para fazenda, visando atender todas as categorias animais, considerando aquisições ou descartes e a própria evolução do rebanho, além disso, deve-se colocar uma margem de segurança que gira em torno de 20 a 30%, pois perdas no plantio, colheita, retirada do silo e sobras de cocho ocorrem e devem fazer parte do planejamento para evitar erros de cálculo e imprevistos.

O programa de planejamento de volumosos possui intuito de auxiliar produtores rurais e consultores para que não ocorra deficiência de volumosos para alimentar todas as categorias animais da fazenda e, também, evitar que seja produzida quantidade de volumoso excessiva, que não será totalmente utilizada, podendo ocorrer desperdícios. Em resumo, objetiva-se que todas as áreas sejam bem utilizadas para que se possa produzir a quantidade de volumoso necessária para suprir as necessidades da fazenda sem que haja perdas econômicas por deficiência ou excesso de produção. Com esse planejamento, produtores e consultores poderão

definir quantidade de animais que podem ser alojados durante todo o ano na propriedade, sem que se comprometa o desempenho ou a parte financeira em casos de aquisição de volumosos externos.

Outra ferramenta importante do programa de planejamento de volumosos é que o usuário que possuir em mãos a análise de solo das áreas da propriedade, pode lançar esses dados no programa e assim obter uma recomendação de adubação, que orientada de forma a alcançar a demanda de forragem para atender todo o rebanho no tempo previsto. Para essa recomendação de adubação em relação a análise de solo o programa irá utilizar a base de dados do livro *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação* (1999)

TELAS DO PROGRAMA

Na tela inicial do programa temos a sessão de registro de login de usuário, podendo este ser o consultor ou o próprio produtor da propriedade em que será feito o planejamento. Nessa tela inicial é onde o usuário cria um perfil, onde o mesmo usuário pode criar vários perfis ou mesmo vários usuários podem criar um perfil cada um. Quando um usuário já tiver feito seu cadastro anteriormente, esse irá apenas fazer uso de seus dados já cadastrados e assim terá acesso ao software. Após os dados cadastrais serem digitados em seus respectivos campos, o usuário poderá acessar o software pelo botão ENTRAR que está demonstrado na figura 1. Os usuários que irão usar o programa pela primeira vez, terão que criar um perfil, onde irão ter que cadastrar um login e uma senha que posteriormente irá dar acesso ao programa. O cadastro de login e senha deve ser feito pelo botão REGISTRAR, onde este irá dar acesso a uma aba do programa para que se faça o cadastro das informações básicas de cada usuário. Nesse cadastro o usuário terá que cadastrar NOME, E-MAIL, TELEFONE, SENHA e FUNÇÃO, onde a função corresponde ao usuário ser um produtor rural ou mesmo um consultor, pois um produtor rural pode possuir mais de uma propriedade, assim como um consultor trabalha em mais de uma propriedade, ou mesmo o usuário ser somente um produtor com uma fazenda, mas com mais de um planejamento.

Abaixo podemos ver nas figuras 1 e 2 as telas de Login e Registro de conta respectivamente.

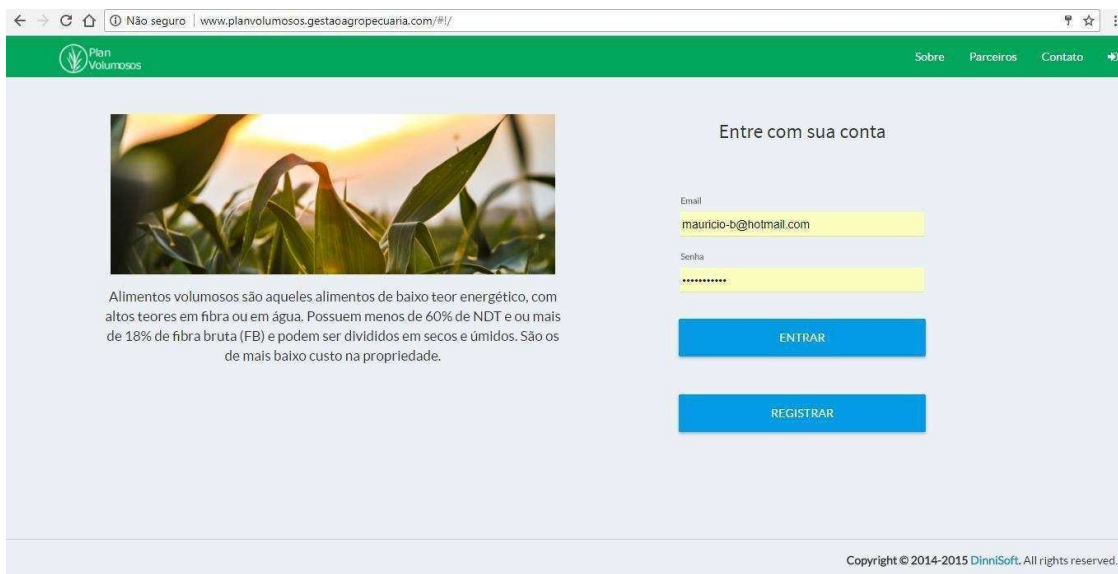


Figura 1 – Tela de login e senha

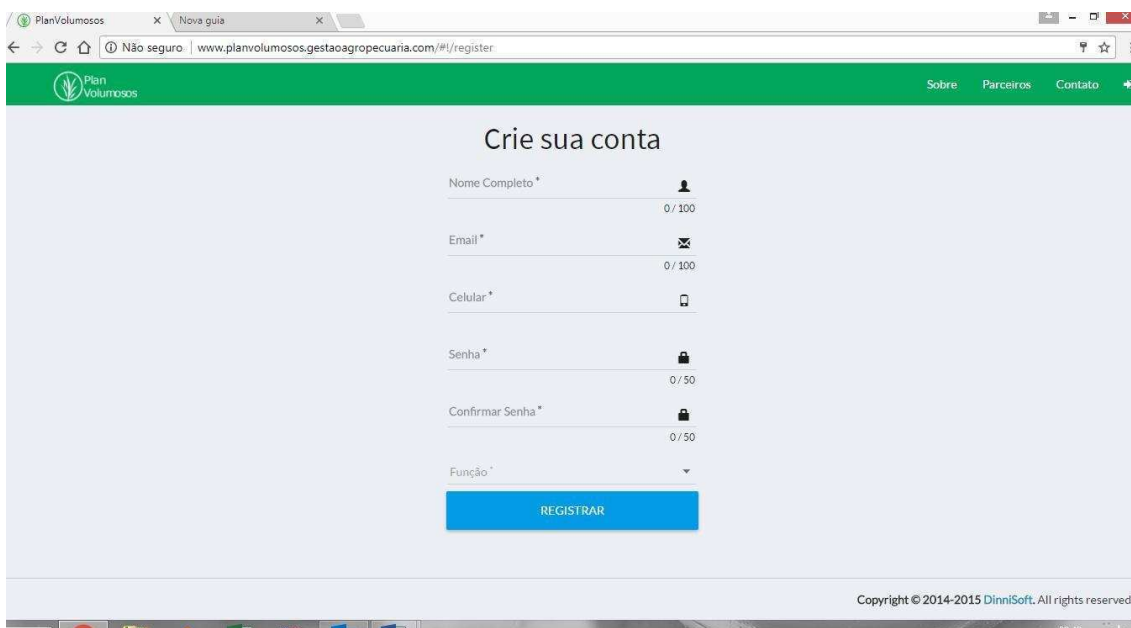


Figura 2 – Cadastro do Usuário

Depois de ter sido feito o registro e o login de acesso ao software, o usuário terá acesso a tela principal, onde nela estarão todas as opções. Na Figura 3 podemos observar essas opções, que são elas:

- INFORMAÇÕES
- LANÇAMENTOS
- RELATÓRIOS

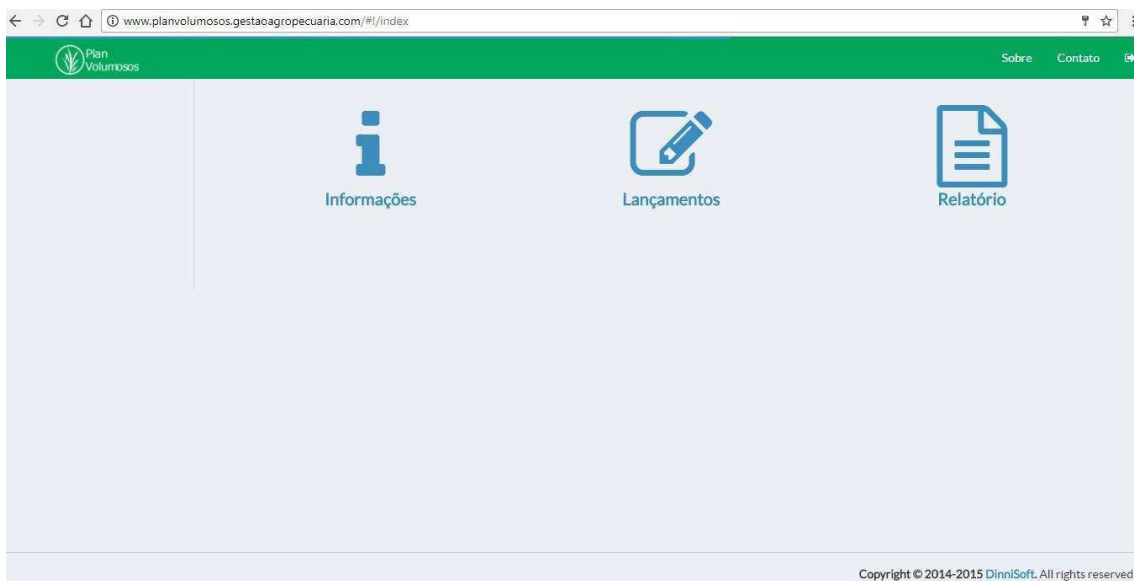


Figura 3 – Tela Principal do Programa

As opções da tela inicial estão em ordem de uso da esquerda para a direita, onde a aba INFORMAÇÕES será a primeira a ser utilizada e a aba relatório a última. Para se começar a fazer o planejamento de volumosos iremos entrar dentro da aba INFORMAÇÕES, que tem acesso pelo botão acima da palavra informações que possui formato de um “i”. Dentro da aba informações serão lançados os dados para o cadastro do planejamento, pois como descrito anteriormente o usuário pode ser um consultor, esse poderá possuir várias propriedades com planejamentos diferentes. Um produtor também pode possuir mais de uma fazenda, e fazer os planejamentos de cada uma dela de forma separada e organizada. Além disso, quando criar-se um planejamento, o mesmo ficará armazenado de forma que, se necessário, poderá auxiliar na confecção ou tomada de decisão de novos planejamentos. A consulta de planejamentos anteriores estará acessível e disponível de forma simples e fácil dentro da aba informações.

Quando adentrarmos na aba INFORMAÇÕES podemos visualizar as opções que ela dispõe para preenchimento, que são elas, FAZENDA, PRODUTOR e CONSULTOR. Na aba fazenda é onde o usuário irá cadastrar a propriedade ou mesmo as propriedades que irão ser feitas os planejamentos. O mesmo irá ocorrer nas abas de produtor e consultor, onde pode ocorrer de o próprio consultor ser o proprietário da fazenda, e com isso deve-se fazer o cadastro nas duas abas com as mesmas informações. Uma particularidade é que se o usuário puder e quiser fazer o cadastro do produtor proprietário dentro da aba fazenda, esse poderá fazer uso através de uma aba no lado direito da tela, onde apertando o ícone CADASTRO DO

PRODUTOR, uma pequena página será mostrada e o usuário poderá fazer o lançamento das informações. Mesmo assim o usuário pode definir e fazer os lançamentos das informações de produtor em sua respectiva aba.

Nas Figuras 5, 6, 7 e 8 são demonstradas as telas de cadastro da fazenda, cadastro do produtor dentro da aba fazenda, cadastro do produtor na aba produtor e também o cadastro do consultor da fazenda respectivamente.

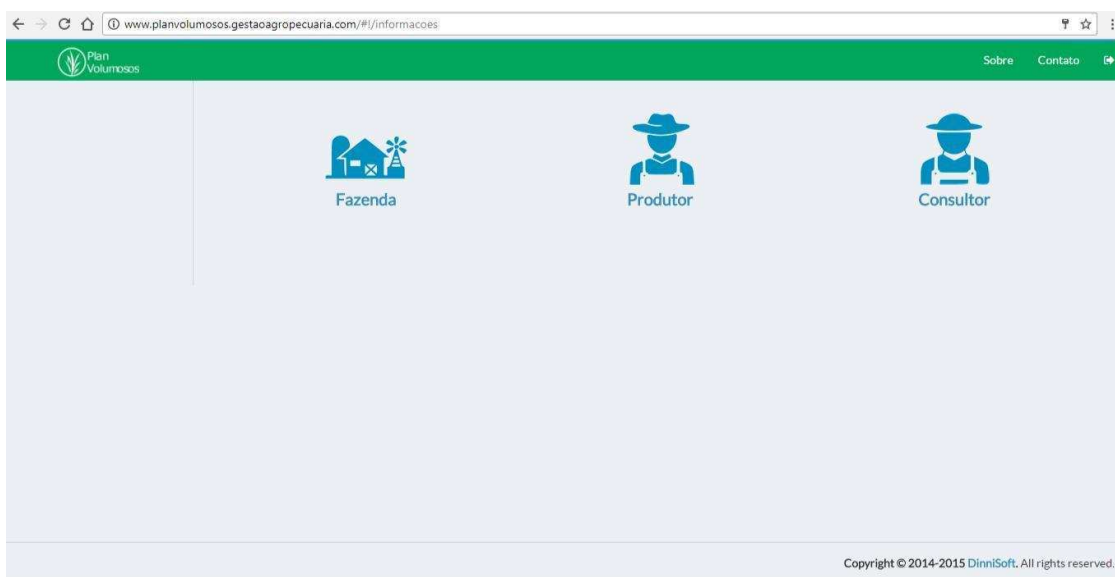


Figura 4 – Aba Informações



Figura 5 – Cadastro de Fazenda

www.planvolumosos.gestaoagropecuaria.com/#/cadastro/fazenda

PlanVolumosos

Cadastrar Novo Produtor

Fazenda

Planejamento

Informações

Lançamentos

Relatório

Cadastro de Fazenda

Nome da Fazenda *
Sítio São Sebastião

Produtor *
Mauricio Oliveira Ribeiro Da Silva

Email
mauricio-b@hotmail.com

Celular
(28) 99907-2918

Salvar

Figura 6 – Cadastro do Produtor dentro da aba cadastro de fazenda

PlanVolumosos

www.planvolumosos.gestaoagropecuaria.com/#/cadastro/produtor

PlanVolumosos

Sobre Contato

Fazenda

Planejamento

Informações

Lançamentos

Relatório

Cadastro de Produtor

Nome do Produtor *

Email

Celular

PRÓXIMO

Copyright © 2014-2015 DinniSoft. All rights reserved.

Figura 7 – Cadastro de Produtor

The image shows a web browser window displaying the 'Cadastro de Consultor' (Consultant Registration) form. The browser's address bar shows the URL: www.planvolumosos.gestaoagropecuaria.com/#/cadastro/consultor. The page has a green header with the 'Plan Volumosos' logo and navigation links for 'Sobre' and 'Contato'. On the left, there is a sidebar menu with options: 'Fazenda', 'Planejamento', 'Informações' (selected), 'Fazenda', 'Produtor', 'Consultor', 'Lançamentos', and 'Relatório'. The main content area is titled 'Cadastro de Consultor' and contains three input fields: 'Nome do Consultor *' (with a character count of 0/100), 'Email' (with a character count of 0/100 and an email icon), and 'Celular' (with a mobile phone icon). A blue 'PRÓXIMO' button is located at the bottom right of the form. At the bottom of the page, there is a copyright notice: 'Copyright © 2014-2015 DinniSoft. All rights reserved.'

Figura 8 – Cadastro do Consultor

Após serem feitos os cadastros de propriedade, produtor e consultor, voltamos à tela principal (Figura 3), que pode ser feita na parte esquerda do visor do computador, ou mesmo pelo ícone do programa no canto superior esquerdo, onde esse ícone funciona como um botão “home” que igual a outros softwares tem a função de voltar a tela principal. Logo após voltar a tela principal, novamente visualizamos as opções de informações, lançamentos e relatórios, onde passamos para próxima aba que é a de lançamentos, onde podemos visualizar na Figura 9 todas opções oferecidas pela aba lançamentos, que também pode ser feita quando seleciona - se a esquerda da tela a opção lançamentos, está irá se expandir e também demonstrar as suas subdivisões. Cada uma das opções da aba LANÇAMENTOS será descrita abaixo.

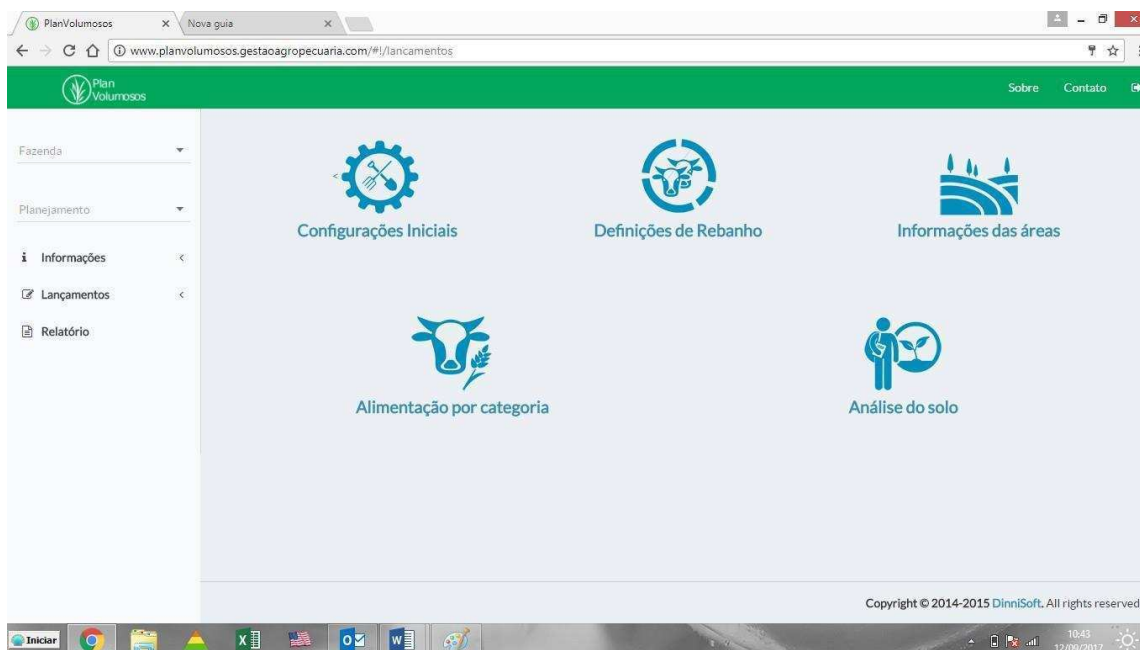


Figura 9 – Aba Lançamentos

Acessando a aba de configurações iniciais temos as primeiras informações do planejamento propriamente dito, onde serão associados a fazenda, produtor, consultor que foram cadastrados previamente na aba informações com descrito anteriormente, e, definida a raça predominante dos animais da fazenda, onde a partir da definição da raça predominante na fazenda teremos uma média de consumo de cada categoria pois esta média de consumo está relacionada com seu tamanho médio.

O período de início e término de planejamento pode ser definido em dois campos de definição de datas, que é normalmente de um ano, mas, pode ser maior ou menor a critério do usuário, além também da margem de segurança desse planejamento, para que sejam feitos os cálculos com uma pequena sobra. A margem de segurança tem por objetivo evitar que imprevistos como por exemplo perdas na ensilagem, sobras de cocho, entre outras perdas possam inviabilizar o planejamento. Com isso é feito o cálculo do planejamento com uma porcentagem de sobra, para que essa produção estimada com sobra possa suprir todas as perdas que ocorrerem. Também nessa aba configurações iniciais iremos definir o rebanho completo da propriedade, onde o usuário deve fazer o lançamento de todos os animais da fazenda divididos em suas respectivas categorias, o usuário tem a opção de selecionar cada categoria existente na fazenda individualmente ou mesmo fazer a seleção de todas as categorias de uma vez se a fazenda possuir animais de todas as categorias, com isso o usuário pode agilizar o processo de

definição de rebanho. Na Figura 10 podemos visualizar as informações descritas acima a sobre a aba de configurações iniciais de uma forma mais clara.

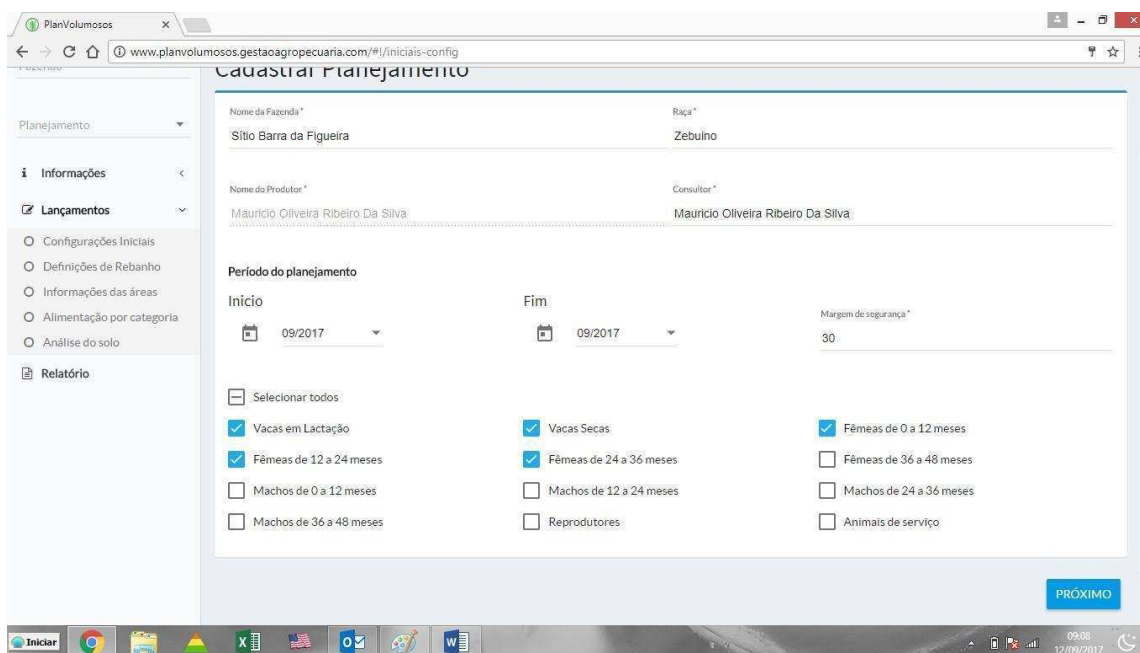


Figura 10 – Configurações Iniciais dentro da aba Lançamentos

Depois de preenchidas as configurações iniciais do planejamento passamos para o próximo passo do planejamento, que pode ser feito acessando o botão “próximo” no canto inferior direito da tela, onde iremos direto para aba de definição de rebanho, que consiste em definir dentro de cada categoria selecionada na aba anterior a quantidade de animais existentes na propriedade, junto com seu peso médio. Para cada categoria anteriormente selecionada iremos definir o peso médio que se encontram e também quantidade que existe no momento na propriedade

Na parte direita da tela se encontra uma predição de consumo de matéria seca (CMS) estimado de cada categoria a partir da porcentagem do peso vivo do animal (figura 11). O CMS consiste na definição de quanto de cada alimento um animal tem capacidade de ingerir, como os alimentos possuem diferentes teores de água em sua composição, o consumo é dado em termos de matéria seca para balizar todos os alimentos, com isso independente do teor de água do volumoso, o que irá ser definido é a quantidade de alimento sem água o animal irá ingerir. No campo de CMS irá aparecer um valor automaticamente, devido alguns usuários poder não ter informações de consumo de cada categoria, o software dará uma sugestão de consumo para

categoria em questão, que pode ou não ser utilizada pelo usuário, e, se caso não retratar a realidade da fazenda, esse pode ser modificado para melhor se adequar.

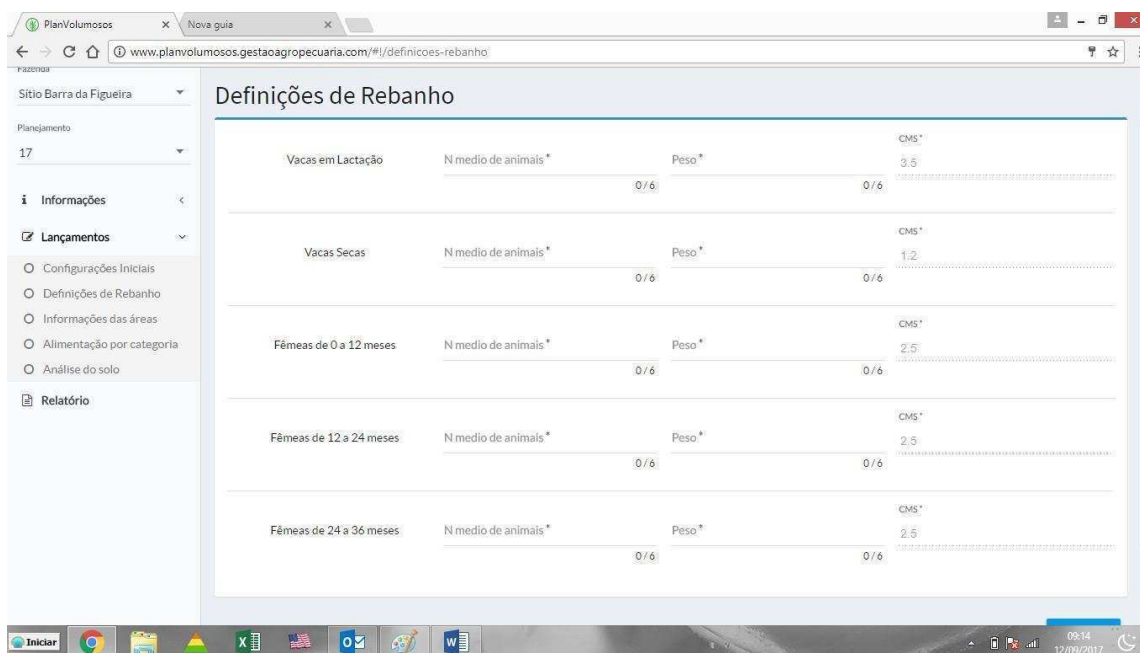


Figura 11 – Definições de Rebanho dentro da aba Lançamentos

Após serem feitas as definições do rebanho, onde definimos a quantidade de animais e seu peso médio, passamos para a aba seguinte, que da mesma forma feita anteriormente para mudar de aba, pode ser feito pelo botão “próximo”. A próxima a aba que iremos acessar é a aba de CADASTRO E DEFINIÇÕES DAS INFORMAÇÕES DAS ÁREAS da propriedade (Figura 12). Essa aba consiste em lançar as áreas da fazenda que irão pertencer ao planejamento, pois uma propriedade pode ter mais de um seguimento e não precisa entrar toda no planejamento de volumosos. Consiste também em definir separadamente cada área, com seus respectivos tamanhos em hectares, que cada hectare tem medidas de 10 mil metros quadrados, e também o que cada área possui atualmente de cultura plantada.

Além disso o usuário terá que lançar outras informações como custo de manutenção e produção da cultura, se está possui tecnologia de irrigação e adubação e sua sazonalidade. Irrigação é quando na área conter alguma tecnologia que consiga fornecer água regularmente, mesmo quando não está chovendo. A adubação é uma tecnologia de fornecer nutrientes essenciais para a cultura para que ela tenha condição de ter uma maior produção. Por fim, a sazonalidade é uma definição para a diferença de produção entre as épocas de inverno e verão, isso devido o país ser muito grande e diversificado, e em algumas regiões as produções dos

volumosos se concentram em determinada época do ano. Uma sazonalidade de 70% por exemplo, estará me indicando que a produção de uma determinada cultura é de 70% na época de verão, que possui maior incidência de temperatura, luminosidade e precipitação (chuva).

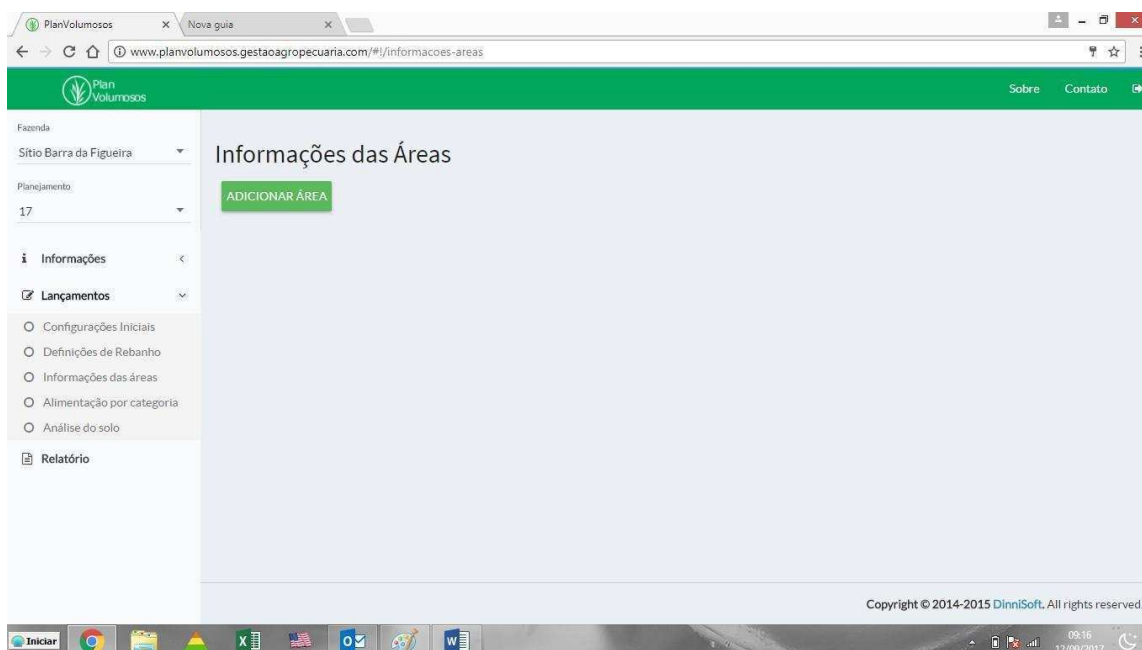


Figura 12 – Cadastro e informações das áreas da propriedade

A aba informações de áreas possui um botão onde o usuário irá selecionar para adicionar as áreas presentes na propriedade, isso é feito individualmente para cada área. A medida que se lança os dados de uma determinada área, o botão deve ser novamente acionado para proporcionar os lançamentos da próxima área. Quando seleciona o botão “adicionar área” é aberto instantaneamente um quadro para lançamento das informações presentes dessa área que está claramente demonstrado na Figura 13 abaixo.

The screenshot shows a web browser window with the URL www.planvolumosos.gestaoagropecuaria.com/#/informacoes-areas. The page title is 'Informações das Áreas'. The form contains the following data:

Nome*	Capim*	PMN/ha/Ano*
Pasto	Braquiária Brizantha	60
Área*	Tipo*	Sazonalidade*
45	Pasto	60
Custo*	Adubação*	MS Verão*
1000	Não Adubado	36
Custo Total*	Irrigado?*	MS Inverno*
45000	Não	24

At the bottom of the form, there are two buttons: 'ADICIONAR ÁREA' (green) and 'PRÓXIMO' (blue). The footer of the page reads 'Copyright © 2014-2015 DinniSoft. All rights reserved.' The Windows taskbar at the bottom shows the date as 12/09/2017 and the time as 09:19.

Figura 13 – Cadastro e Informações das áreas da propriedade

As informações lançadas de cada área devem demonstrar o mais próximo da realidade atual da área, pois com essas informações que o programa irá usar para fazer cálculos subsequentes para realizar o planejamento. Algumas informações o usuário pode não possuir em mãos e, com isso, como na aba anterior de consumo, o programa irá proporcionar informações tabeladas, com por exemplo a sazonalidade da planta selecionada na região em que está sendo feito o planejamento, a produção de matéria seca durante o ano, entre outros. Após ser feita a definição de cada área, bem como suas especificações, iremos para a próxima aba que será a de ALIMENTAÇÃO POR CATEGORIA, que da mesma forma como foi feito nas outras abas, é pelo botão próximo na parte de baixo a direito da tela (Figura 14).

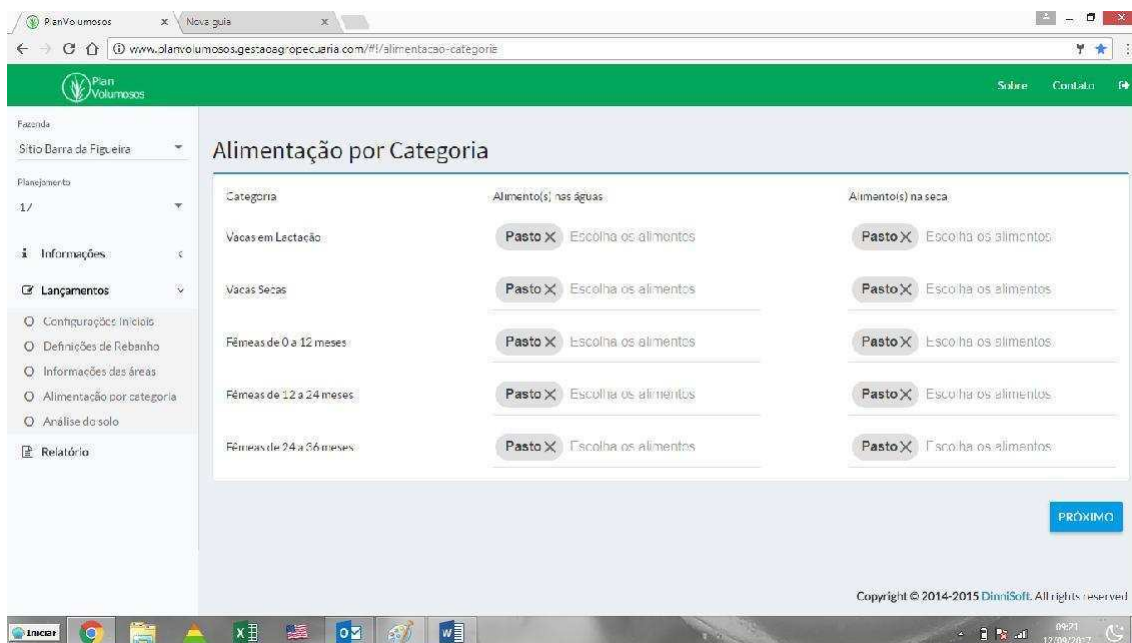


Figura 14 – Alimentação por categoria

Na aba alimentação por categoria é onde o usuário define, a partir do que foi lançado como área de produção de volumoso, o que cada categoria irá consumir, pois dependendo da estratégia utilizada pela fazenda, algumas categorias animais irão se alimentar de um volumoso e outras categorias de outros volumoso, e também, dependendo da época do ano essa alimentação pode ser diferente devido oferta de forragem ser diferente devido ao clima de cada região. Um exemplo é em uma fazenda onde as vacas de leite recebem silagem de milho durante o ano todo, nesse caso o usuário deve lançar nessa categoria, que os animais irão consumir tanto no inverno quanto no verão silagem de milho. Por outro lado, as novilhas de recria irão consumir somente pasto durante a época de verão e pasto adicionado de cana-de-açúcar no inverno, visto que a capacidade de produção do pasto no inverno diminui devido clima da região.

Após serem lançados para cada categoria o que elas irão consumir durante as épocas de inverno e verão, é quando o usuário irá próxima tela, que lembrando, será feita da mesma forma que as anteriormente descritas, pelo botão próximo na parte de baixo à direita da tela. A tela que será exibida é a de ANÁLISE DE SOLO, onde o usuário, se possuir em mãos a análise de solo de suas áreas, poderá fazer o lançamento dos dados referentes a elas e, assim, obter uma recomendação de adubação adequada, para produção de quantidade adequada de tal cultura.

Como em muitas situações, o usuário pode não possuir a análise de solo em mãos, o programa irá sugerir uma adubação padrão para a área em questão, isso é possível devido o software possuir um banco de dados de referência para as principais culturas cultivadas no país.

O software irá levar em consideração a quantidade de animais que irão fazer uso da forragem e a área dessa cultura, obtendo assim a produtividade necessária para atender toda demanda, que será a base para a adubação recomendada a ser visualizada no relatório. (Figura15)

The screenshot displays the 'Análise do Solo' (Soil Analysis) interface in the PlanVolumosos application. The form is organized into a grid with the following data points:

Name*	P*	MO*	Fe*
PASTO	5	6	7
	1/100	1/100	1/100
Tipo de Solo*	K*	S*	Mn*
Textura média	69	45	0,5
	2/100	2/100	3/100
Ph*	Ca*	Ba*	Cu*
5,8	1,5	5	0,5
	3/100	3/100	1/100
%V*	Mg*	Zn*	CTC*
65	0,8	30	5,33
	2/100	3/100	2/100
			4/100

A 'PRÓXIMO' button is located at the bottom right of the form area. The footer of the application indicates 'Copyright © 2014-2015 DinniSoft. All rights reserved.'

Figura 15 – Dados de Análise de Solo

A partir de que todas as informações, de todas as áreas da propriedade estejam lançadas, o usuário irá salvar a informações no botão **PRÓXIMO** que está na parte de baixo a direita da tela e, daí em diante retornar à tela principal, como descrito anteriormente, onde terá acesso a aba relatório, que é nesta aba que irá visualizar todo planejamento de volumoso necessário para atender todas as categorias animais da fazenda durante o tempo determinado.

O relatório irá demonstrar a tamanho necessário de cada área que é preciso para cada cultura, levando em consideração todas as exigências de consumo. É possível que dependendo da cultura e da demanda dela pela propriedade, seja necessário o aumento ou a diminuição da área ocupada dessa cultura na propriedade (Figura 16). Um exemplo é que em uma propriedade possui uma cultura de capineira com 5 hectares, mas, com a quantidade de animais alta que irão consumir essa cultura, o programa irá calcular e programar que a necessidade dessa cultura é

de 15 hectares. Com isso o usuário deve fazer o entendimento que mais 10 hectares da cultura de capineira deva ser formado para atender todas as categorias que irão consumir esse alimento.

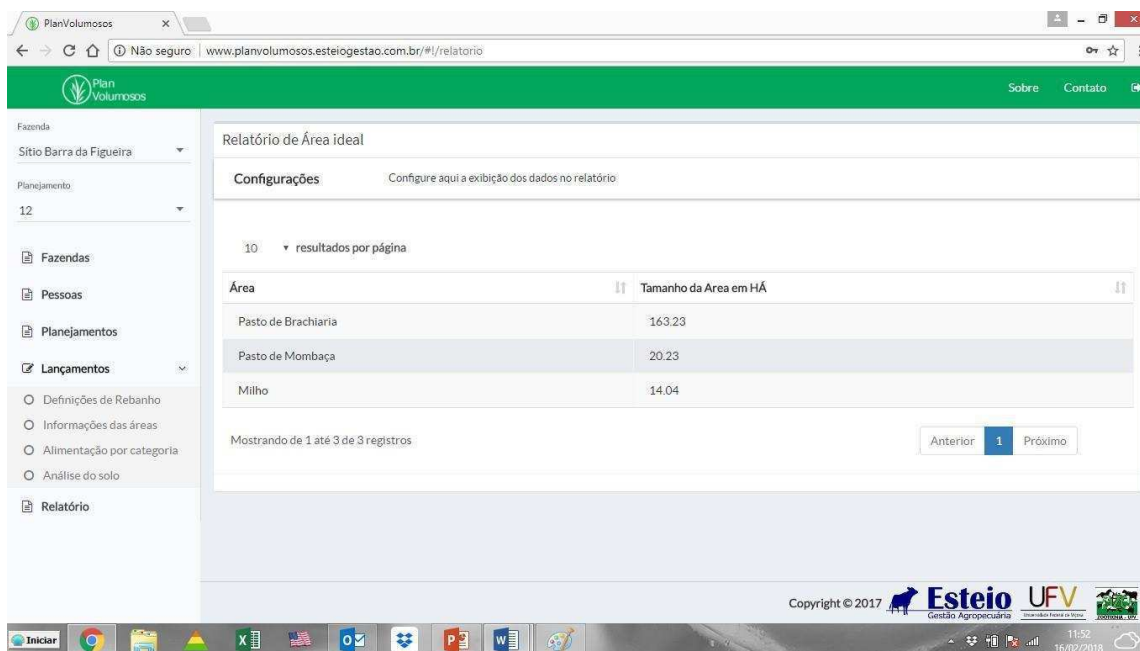


Figura 16 – Relatório de Áreas

Um ponto importante a se destacar é que dependendo do tamanho das áreas e do rebanho cadastrado o programa irá informar que pelos dados informados não é possível atender as exigências. Provavelmente é devido a propriedade não suportar a quantidade de animais lançados dentro das áreas, o que acarretará em necessidade de o produtor fazer aquisição de alimentos de fora da propriedade, o que não é o recomendado nem o propósito do programa de planejamento. Para resolução do problema deve-se fazer conferência dos dados lançados em cada área informada e corrigir se houver algum erro, se não houver erros deve-se aumentar as áreas para que essa possa suportar os animais lançado ou mesmo diminuir a quantidade de animais nas categorias e assim, o programa consiga fazer os cálculos (Figura 17).

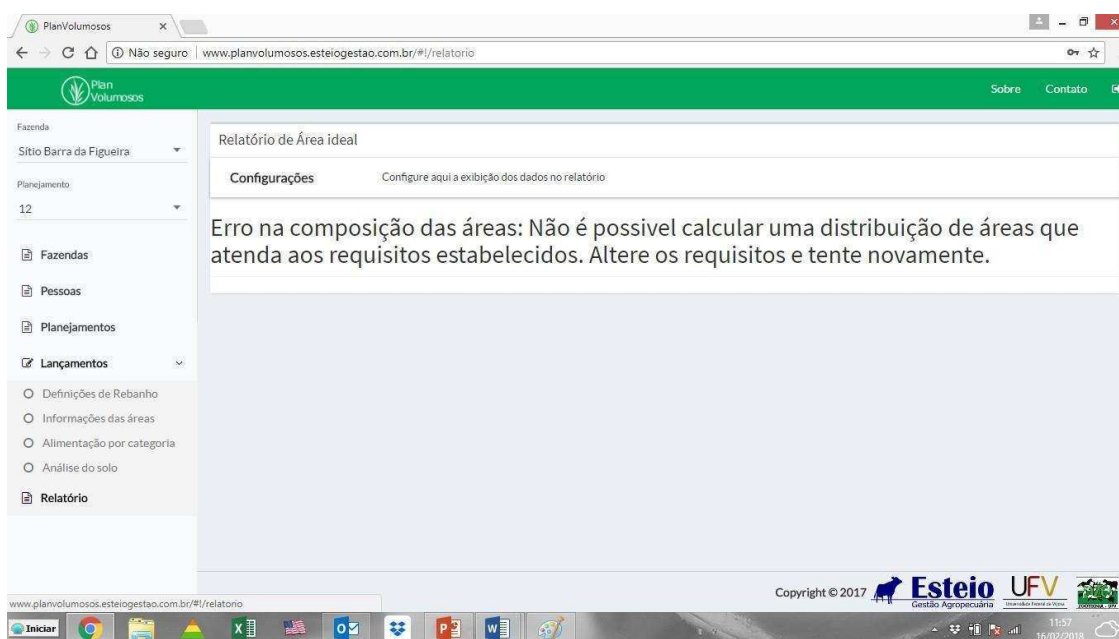


Figura 17 – Mensagem de Aviso

CONCLUSÃO

O programa de Planejamento de Volumosos será uma ferramenta inovadora para auxiliar profissionais e produtores em busca do sucesso de suas atividades nas propriedades. Podemos afirmar que no mercado não possui nenhum software com a capacidade de planejar a produção de volumosos a partir das exigências da fazenda e de suas características. Com isso vários insucessos provenientes de planejamentos ruins ou inexistente que ocorrem rotineiramente nas propriedades poderão ser evitados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Forrageiras para integração lavoura-pecuária- floresta na região sul-brasileira / editores, Renato Serena Fontaneli, Henrique Pereira dos Santos, Roberto Serena Fontaneli ; autores, Renato Serena Fontaneli ...[et al.] - 2. ed. - Brasília, DF : Embrapa, 2012. 544 p

RIBEIRO, A. C; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V. A, H. Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Mina Gerais – 5º aproximação. Viçosa 1999

CAPÍTULO 2

LIVRO: CÁLCULO DE RAÇÃO E ALIMENTOS PARA BOVINOS LEITEIROS

INTROUÇÃO

Esta obra tem como objetivo apresentar as alternativas que os produtores e consultores possuem para proporcionar uma nutrição adequada de seus animais, tanto em volumosos quanto em concentrados, além de demonstrar pelo Quadrado de Pearson e Método Algébrico como balancear a alimentação dos animais nos seus diferentes estágios fisiológicos e de produção. Várias alternativas para produção de volumosos são apresentadas, que dependendo das condições o produtor pode optar pela que melhor se adapta a realidade de sua propriedade. Além dos tradicionais milho e soja como concentrados energéticos e proteicos respectivamente, também são apresentados outros concentrados e subprodutos que podem ser utilizados, onde cada região poderá ter sua particularidade e o que irá definir o uso ou não será o preço do produto, sem prejudicar o balanceamento da dieta.

O livro possui quatro capítulos onde são abordados assuntos referentes a cálculos de ração para vacas leiteira, alimentos volumosos, concentrados energéticos e por fim concentrados proteicos.

2.1 - CÁLCULO DE RAÇÃO PARA VACAS LEITEIRAS

João Paulo Pacheco Rodrigues

Marcos Inácio Marcondes

Polyana Pizzi Rotta

Maurício Oliveira Ribeiro da Silva

INTRODUÇÃO

Um sistema de produção de leite de sucesso, inevitavelmente é fundamentado em uma nutrição eficiente e economicamente rentável, fornecendo ao animal subsídios para bons índices produtivos e reprodutivos.

O balanceamento de uma ração consiste basicamente na adequação do material ingerido pelo animal de acordo com suas exigências nutricionais, interpretando características específicas dos alimentos utilizados e sua consequente relação custo benefício.

Quando se discute nutrição de bovinos de leite, deve-se ter em mente o amplo leque de fatores que afetam a interação animal-alimento, bem como os efeitos dessa interação no sucesso econômico da atividade. O fator que mais interfere nos custos de produção de leite, indiscutivelmente é a alimentação do rebanho, que deve sempre ser realizada por um nutricionista capaz de interpretar as formas em que uma dieta afeta o sistema de produção.

Basicamente, o cálculo de ração é o conhecimento das exigências do animal e da composição do alimento, com o objetivo de calcular uma mistura de ingredientes que ofereçam ao animal os nutrientes necessários para realização de todas suas necessidades produtivas e reprodutivas de forma econômica. Além do processo de cálculo, a interpretação da mistura antes de sua aplicação é um ponto essencial para o sucesso, uma vez que erros podem resultar em prejuízos.

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS

O precedente para se alcançar uma dieta balanceada, é a obtenção de informações das necessidades nutricionais do animal, ou seja, conhecimento de suas exigências nutricionais.

Apesar do conhecimento de algumas limitações da aplicabilidade de sistemas estrangeiros de exigências nutricionais em situações tropicais brasileiros, faz-se utilização desses pela baixa disponibilidade de dados nacionais. O sistema americano NRC, 2001 (Nutrients Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition), é o mais utilizado no Brasil.

O cálculo das exigências nutricionais de bovinos leiteiros pode ser executado consultando o NRC (2001), o qual disponibiliza fórmulas e tabelas de requerimentos nutricionais. A seguir, serão feitas algumas considerações em relação às exigências nutricionais, bem como aspectos importantes dessas informações.

CONSUMO DE MATÉRIA SECA

O consumo de matéria seca (CMS) é o passo inicial para o balanceamento de uma dieta, pois esse conceito informa ao nutricionista uma estimativa da capacidade potencial de ingestão de alimento pelo animal em questão. Muitos fatores interferem no CMS, ou seja, deve-se levar em consideração não só a estimativa de consumo com relação às informações do animal, mas também características do alimento, animal e ambiente.

As formas de interação do animal e alimento limitando o consumo de matéria seca (MS) são bem conhecidas. Teorias individuais com base em energia e efeito de enchimento (Mertens, 2010), consumo de oxigênio (Ketelaars e Tolkamp, 1996), feedback de fatores metabólicos (Illius e Jessop, 1996) e efeito aditivo de diversos fatores (Forbes, 1996) são aceitáveis e podem ser aplicadas em diferentes condições. A última teoria listada vem sendo aceita como a mais completa, no entanto no âmbito de balanceamento de rações, a primeira tem uma aplicabilidade mais interessante, pois é numericamente representável e relaciona-se com características conhecidas dos alimentos.

A fibra em detergente neutro (FDN) quantifica os principais componentes da parede celular (celulose, hemicelulose e lignina), e esse componente possui alta relação com o consumo de alimento, por ser um grande contribuinte para o efeito de enchimento. Mertens (1992) sugere a ingestão máxima de FDN para vacas em diferentes etapas de produção (Tabela 1) Oliveira et al. (2011) observaram que em condições brasileiras o consumo de FDN, em relação ao peso corporal, por vacas lactantes, varia de acordo com a forragem utilizada na dieta, sendo 1,32% para silagem de milho e 0,94% para cana de açúcar, demonstrando que, discriminações devem ser feitas entre os alimentos.

Tabela 1. Capacidade de consumo de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN, em % do peso corporal (PC) por vacas em diferentes etapas de produção.

Animais	Consumo de FDN (%PC)
Primíparas	0,78 – 0,90
Vacas no início da lactação	0,87 – 1,00
Vacas no meio e fim da lactação	1,2

O NRC (2001) estima o CMS para vacas de leite considerando-se a produção de leite, o peso corporal e a semana em lactação, enquanto que para novilhas baseia-se apenas no PC e nos requerimentos de energia líquida para manutenção. Além desses fatores, há correções para temperatura do ambiente, sendo que todos esses são considerados na planilha de cálculo de exigências nutricionais da disciplina. A estimativa de CMS por animais em pastejo possui grande variação, pois é determinado pela qualidade do manejo da pastagem, suplementação, animal e ambiente (Tabela 2).

Muitas vezes, a predição do CMS por animais em pastejo pode ser feita com valores empíricos de consumo ou dados experimentais, ressaltando-se que a verificação do desempenho observado em relação ao predito retornará se a utilização desse valor foi bem-sucedida.

Tabela 2. Consumos médios de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro (FDN) de diferentes gramíneas em sistema de pastejo, por bovinos leiteiros de diferentes categorias.

Gramínea	Categoria	Consumo (%PV)		Referência
		MS	FDN	
Azevém-anual	V. Lactantes	2,69	-	Ribeiro Filho et al. (2009)
Brachiaria spp.	V. lactantes	1,86	1,1	Sousa et al. (2008)
U. Decumbens (águas)	Novilhas	2,1		Paciullo et al. (2009)
U. Decumbens (seca)	Novilhas	2,3		Paciullo et al. (2009)
U. Decumbens	V. lactantes	2,48	1,40	Gomide et al. (2001)
U. Decumbens	Novilhas	2,35		Cavalcanti Filho et al. (2004)
Capim-elefante	V. Lactantes	2,73	1,57	Silva et al. (2009)
Capim-elefante	V. Lactantes	1,92		Lopes et al. (2005)
Capim-elefante cv. Napier	Novilhas	3,13		Domingues et al. (2008)
Capim elefante (águas)	V. lactantes	1,71		Soares et al. (2008)
Capim elefante (seca)	V. lactantes	0,68		Soares et al. (2008)
M arandú	V. Lactantes	2,9		Porto et al. (2009)
M arandú	V. Lactantes	2,6	1,82	Fukumoto et al. (2010)
M arandú	V. Lactantes	2,83	1,69	Pimentel et al. (2011)
M ombaça	Novilhas	3,29		Domingues et al. (2008)
Estrela	V. Lactantes	2,5	1,78	Fukumoto et al. (2010)
Estrela	V. Lactantes	2,6		Porto et al. (2009)
Tanzânia	V. Lactantes	2,8	1,90	Fukumoto et al. (2010)
Tanzânia	V. Lactantes	3,6		Porto et al. (2009)

REQUERIMENTOS DE ENERGIA

O NRC (2001) expressa as exigências de energia na forma de energia líquida (EL). Apesar da comum consideração de que o valor energético de um alimento seja característica do próprio, sabe-se que os fatores animal e dieta são responsáveis por essa característica, por influencia rem a eficiência de digestão da energia bruta (EB) (Figura 1) e a eficiência de metabolização da energia aparentemente digestível e de utilização da energia metabolizável (ED e EM, respectivamente).

A EB é toda a energia contida em um alimento, no entanto esse valor não engloba fatores qualitativos da energia (Figura 1), como a digestibilidade e metabolização, não sendo um valor

adequado para comparação entre alimentos e formulação de dietas. Um passo para o aumento da acurácia na caracterização energética de um alimento é a obtenção da ED, que desconta da EB a energia perdida na forma de fezes (Ef).

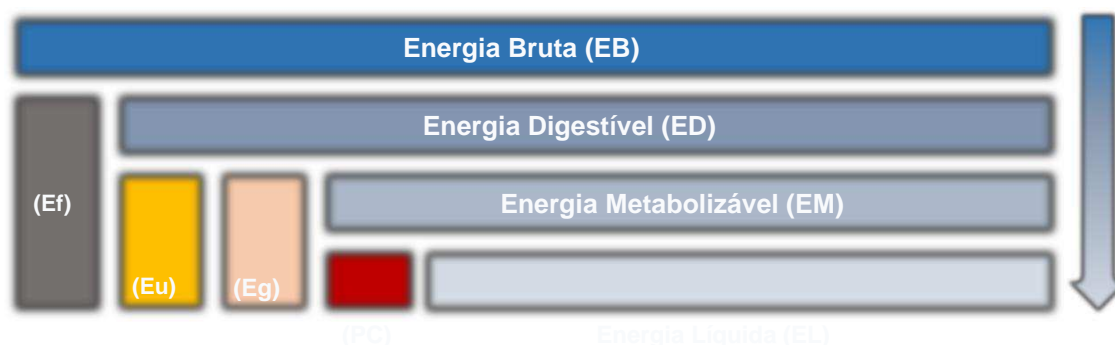


Figura 1. Esquema de partição da energia no animal (Adaptado de Resende et al., 2006).

Alcançado esse grau de refinamento, mais um passo pode ser dado, a retirada da energia perdida na forma de gases (Eg) e de urina (Eu) (Figura 1), obtendo o valor de EM. Em média, 82% da ED é metabolizável (NRC, 2001; Resende et al., 2006), sendo um valor tradicionalmente considerado na nutrição de ruminantes, especificamente para bovinos. Sabe-se que a EM não é 100% utilizada pelos animais, tendo em vista as perdas por produção de calor (PC) (Figura 1), que é resultado de funções como o metabolismo basal, fermentação, atividades, digestão, absorção, regulação térmica. Descontando-se da EM as perdas por PC, tem-se a EL, que representa a energia do alimento retida na forma de um produto, como leite, ganho de peso, crescimento de pelos, crescimento fetal, manutenção. A eficiência de utilização (K) da EM para EL varia de acordo com o estado fisiológico do animal (Tabela 3), concentração de EM na dieta e com sua finalidade de utilização (lactação, crescimento, gestação e manutenção) (Resende et al., 2006).

Quando se obtém a exigência de EL para cada finalidade fisiológica do animal, deve-se passar os valores para ED, de modo que essa informação estimada dos alimentos é mais facilmente encontrada. Para cada EL calculada (manutenção, lactação, gestação) têm-se diferentes eficiências de utilização (k) (EM para EL) (Tabela 3), enquanto para a metabolização da energia digestível (ED para EM) geralmente utiliza-se o valor médio de 0,82.

Tabela 3. Eficiências de utilização (k) da energia metabolizável de vacas para diferentes finalidades, segundo o NRC (2001).

Categoria	Finalidade	K
Vaca em lactação	M antença	0,64
	Gestação	0,64
	Ganho de peso	0,75
	Produção de leite	0,64
Vaca seca	M antença	0,64
	Ganho	0,60
	Gestação	0,64

As exigências nutricionais na forma de nutrientes digestíveis totais (NDT) podem ser calculadas a partir dos valores de EL. Muitas vezes esse cálculo pode ser útil pela maior disponibilidade de informações de NDT dos alimentos tropicais para vacas em lactação, que podem ser estimadas a partir de outras informações do alimento utilizando as equações desenvolvidos por Detmann et al. (2008) (Tabela 4).

Tabela 4. Equações para estimativa de NDT de alimentos para vacas em lactação.

Fração (% MS)	Equação
EE _{ad}	$0,8596 \times EE - 0,21$
CNF _{ad}	$0,9507 \times CNF - 5,72$
FDN _d	$0,67 \times \{(-) * [(/)]\}$
PB _{ad}	$0,98 \times (PB - PIDN) + 0,67 \times [- (1,1557 + 0,0255 \times 2,3388)^2] - 0,97$
NDT	$+++ \times 2,25$

M S = matéria seca; EE_{ad} = extrato etéreo aparentemente digestível; CNF_{ad} = carboidratos não fibrosos aparentemente digestíveis; FDN_d = fibra insolúvel em detergente neutro digestível; PB_{ad} = proteína bruta aparentemente digestível; PIDN = proteína insolúvel em detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; L = lignina; FDN_{cp} = fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; NDT = nutrientes digestíveis totais. (Adaptado de Detmann et al., 2008).

Outro aspecto importante é a transformação da exigência em EL para NDT. Para estimar a exigência de um animal em NDT transforma-se o valor de EL através da seguinte equação:

$$Q = \frac{0,82}{4,409}$$

Em que:

$$Q = \frac{E}{4,409} \quad \text{e} \quad E = Q \times 4,409$$

Tomando como exemplo uma vaca de 500 Kg de peso vivo e produção leiteira de 25 kg diários com 3,1% de Gordura que ainda não está prenhe, com isso podemos estimar a energia líquida como sendo:

$$EL_{total} = EL_{manutenção} + EL_{lactação} + EL_{gestação}$$

Em que:

$$EL_{total} = \text{energia líquida total}$$

$$EL_{manutenção} = \text{energia líquida manutenção}$$

$$EL_{lactação} = \text{energia líquida lactação}$$

$$EL_{gestação} = \text{energia líquida gestação}$$

$$EL_{manutenção} = 0,08 \times PC^{0,75}$$

$$EL_{manutenção} = 0,08 \times (500)^{0,75} = 8,46 \text{ Mcal/dia}$$

$$EL_{lactação} = 0,360 + [0,0969 \times (\text{Gordura\%})] \times PL$$

$$EL_{lactação} = 0,360 + [0,0969 \times (3,1)] \times 25 = 16,51 \text{ Mcal}$$

$$EL_{total} = EL_{manutenção} + EL_{lactação} +$$

$$EL_{gestação} \quad EL_{total} = 8,46 + 16,51 = 24,97 \text{ Mcal}$$

Como na maioria dos balanceamentos de dieta é dado em função do NDT aplica-se a fórmula abaixo considerando o K para manutenção e gestação como sendo 0,64 como descrito na tabela 3:

$$= \frac{\left(\frac{0,64}{0,82} \right)}{4,409}$$

$$\text{Kg NDT} = 24,97 \div 0,64 \div 0,82 \div 4,409$$

$$\text{Kg NDT} = \mathbf{10,79}$$

REQUERIMENTOS DE PROTEÍNA

As exigências de proteína no NRC (2001) são expressas na forma de proteína metabolizável (PM), no entanto, dispõe-se de relações e coeficientes que permitem estimar as exigências de proteína degradável no rúmen (PDR), proteína não degradável no rúmen (PNDR) e proteína bruta (PB). Para melhor entendimento, tomamos como exemplo um animal que possui exigência de 8,26 kg de NDT por dia e 1200 g de PM_T (Proteína Metabolizável Total):

Para cada quilograma de NDT ingerido, são produzidos 130 gramas de proteína bruta microbiana (PB_{mic}):

$$\text{PB}_{\text{mic}} = 130\text{g} \times \text{NDT (kg)} = 130 \times 8,26 = 1073,8 \text{ gramas}$$

Dessa proteína microbiana, em média, 80% é proteína microbiana verdadeira (PV_{mic}):

$$= 0,8 \times 1073,8 = 0,8 \times 1073,8 = 859,04$$

Assumindo-se que 80% da proteína microbiana verdadeira é metabolizável, pode-se encontrar a proteína metabolizável microbiana (PM_{mic}):

$$= 0,8 \times 859,04 = 0,8 \times 859,04 = 687,232$$

Considerando que a proteína metabolizável (PM) é a soma da proteína metabolizável microbiana (PM_{mic}) e a proteína não degradada no rúmen metabolizável (PM_{PNDR}), a qual é 80% da proteína não degradada no rúmen (PNDR), estima-se a PNDR pela seguinte equação:

$$= \frac{1200 - 687,232}{0,8} = \frac{512,768}{0,8} = 640,96$$

Sabe-se que a relação média entre PDR e nitrogênio microbiano é de 1,18, com isso estima-se a PDR:

$$= 1,18 \times \quad = 1,18 \times 1073,8 = 1267,084$$

Com os valores de PDR e PNDR somados encontra-se a exigência do animal em PB:

$$= \quad + \quad = 1267,084 + 640,96 = 1908,044 \quad , \quad \sim 1,908$$

Tendo em mãos os valores de PDR, PNDR e PB, pode-se realizar a formulação da dieta para ao animal, de modo que as informações dos alimentos são facilmente encontradas.

MINERAIS

No sistema NRC (2001) são calculadas as exigências de macro (Cálcio, Fósforo, Sódio, Cloro, Potássio, Magnésio e Enxofre) e micro minerais (Cobalto, Cobre, Iodo, Ferro, Manganês, Molibdênio, Selênio, Zinco e Cromo), sendo os valores dados em gramas por dia.

Normalmente, as dietas são balanceadas apenas para Cálcio, Fósforo e Sódio. No entanto, o fornecimento adequado de micro minerais é essencial, sendo recomendado o balanceamento desses com o uso de compostos comerciais (núcleos “premix”) ou fontes individuais.

VITAMINAS

Os ruminantes adultos, de maneira geral, requerem suplementação das vitaminas A, D e E. As vitaminas do complexo B e a vitamina K são sintetizadas durante a degradação e fermentação da dieta pela microbiota ruminal, de modo que a suplementação com essas vitaminas é necessária apenas em casos específicos. Animais jovens que ainda não possuem rúmen totalmente desenvolvido, possuem limitações na síntese de vitaminas do complexo B, sendo interessante a suplementação dessa vitamina na dieta desses animais (Zeoula e Geron, 2006). O NRC (2001) estima as exigências das vitaminas A, D e E.

ALIMENTAÇÃO DE FÊMEAS DE CRIA E RECRIA

A elaboração de um plano nutricional para a criação de bezerras e novilhas necessita ser eficiente para o sucesso de uma propriedade, dessa forma, os animais de reposição também necessitam de dietas balanceadas.

CRIA

A formulação de dietas para bezerras na fase de cria tem fundamentos um pouco diferentes das formulações para vacas leiteiras, ressalta-se que nesse tópico não serão discutidas práticas básicas e indispensáveis como nutrição de animais gestantes, manejo sanitário, colostragem, método de aleitamento.

Ao contrário de vacas e novilhas, as dietas de bezerras em aleitamento geralmente são formuladas através de um plano nutricional definido na fazenda para essa categoria, além do que, normalmente não há disponibilidade de grandes variedades de alimentos para a dieta sólida devido a especificidades da categoria. O NRC (2001) recomenda que o concentrado tenha 18% de PB e 80% de NDT, com níveis de FDA e FDN entre 6 a 20 e 15 a 25%, respectivamente.

A formulação de concentrado para bezerras deve ser realizada com ingredientes de alto coeficiente de digestibilidade, para o alcance de bons desempenhos e desenvolvimento. O farelo de soja é a fonte vegetal de proteína mais recomendada para o concentrado de bezerras, não sendo possível a utilização de ureia. Sob o ponto de vista energético, a utilização de milho é preferível em relação a outras fontes, como sorgo por exemplo, e a inclusão de melaço em níveis entre 5 e 8% é interessante, pela boa solubilidade e palatabilidade (Bittar et al., 2011). Pode utilizar o leite em pó nas misturas do concentrado de bezerras, isso é interessante devido ao seu alto valor energético e palatabilidade, o que leva o animal a aumentar o consumo de concentrado podendo promover um desmame precoce do animal.

O fornecimento de feno, segundo o NRC (2001) é dispensável até o desaleitamento, pois limita o consumo de energia e não é mais efetivo que o concentrado para o desenvolvimento ruminal. O feno estimula a fauna ruminal e o desenvolvimento da musculatura e do tamanho do rumem. No entanto, novos estudos estão sendo conduzidos nessa área e dependendo do tipo de volumoso oferecido aos bezerros, esse poderá promover maiores ganhos de peso e bem-estar animal. A textura do concentrado é muito discutida na nutrição de bezerras, havendo estudos contraditórios quanto às diferenças no desempenho, porém prevalece a não diferença entre

concentrados farelados e peletizados (Franklin et al., 2003, Gonsalves Neto et al., 2008; Bittar et al., 2009). No entanto sabe-se que a mistura farelada não deve ser muito fina, devido a possibilidade de a bezerra aspirar o concentrado pelas vias aéreas causando problemas respiratórios, de modo que a busca por uma mistura farelada mais grosseira é recomendada pela melhor funcionalidade das papilas ruminais, menor risco de acidose ruminal e maior consumo (NRC, 2001; Franklin et al., 2003; Bittar et al., 2011).

A manipulação da dieta das bezerras, geralmente ocorre na fase líquida, tanto na utilização de sucedâneos quanto no uso de leite da própria fazenda, pois sob esses alimentos há um maior controle do consumo, sendo essa, portanto a fração manipulável da dieta. O potencial de ganho segundo o NRC (2001) para diferentes quantidades de leite fornecidas pode ser visualizado na Tabela 5:

Tabela 5. Potencial de ganho de acordo com a quantidade de leite fornecida segundo NRC (2001).

L/dia	Consumo MS (g)	Consumo de EM (Mcal)	Ganho permitido pela energia metabólica (g)	Consumo de PB (g)	Ganho permitido pela PB (g)
2	250	1,34	-	65,5	139
4	500	2,68	354	127	380
6	750	4,03	756	190	627
8	1000	5,37	1.050	254	868

Fonte: Bittar et al., 2011.

Observa-se (Tabela 5) que o fornecimento de dois litros de leite por dia não permite o desenvolvimento adequado do bezerro, não suprimindo a demanda de manutenção de uma bezerra com 45 kg, que é 1,75 Mcal/dia. Devido à limitada capacidade de ingestão de concentrado no início da vida da bezerra, o fornecimento de maiores quantidades de leite nessa fase é indispensável para um bom desenvolvimento.

Khan et al. (2007) propuseram um método de aleitamento chamado step-down, que vem sendo muito aceito e utilizado. O método consiste no fornecimento de leite em 20% do peso corporal ao nascimento (PCN) do animal até o 25º dia de vida, com redução gradual no dia 26º ao 30º até alcançar 10% do PCN, mantendo esse valor até os 45 dias de vida, quando as bezerras serão desaleitadas. Os mesmos autores, em outro estudo, observaram que a utilização do método

resulta em vacas mais produtivas. Para a utilização na propriedade, adaptações ao método vêm sendo utilizadas, sob o conceito de maiores quantidades de leite no início da vida e menores quantidades próximo ao desaleitamento. Um exemplo de adaptação, seria a colostragem nos primeiros 3 dias, 8 litros de leite do 4º ao 17º dia, 6 litros do 18º ao 32º dias e 4 litros do 33º aos 46º dias.

A utilização de sucedâneos deve ser feita criteriosamente, pois a qualidade desse alimento determina o desempenho animal, muitas vezes mais do que a quantidade, pelo fato da limitação da digestibilidade dos ingredientes do sucedâneo em relação ao leite integral, principalmente para proteína (Campos e Silva, 1986). O NRC (2001) recomenda sucedâneos com teores de PB entre 20 e 22% da MS, no entanto, reitera-se que a qualidade da proteína essencial é determinante no desempenho. A troca de carboidratos animais pelos vegetais também deve ser observada de forma criteriosa nos sucedâneos, devido nas primeiras semanas de vida o animal não conseguir digerir carboidratos de origem não lácteas, como estas são de alto valor comercial, comumente são substituídas por outras fontes vegetais podendo causar diarreias e deficiências de ácidos graxos essenciais.

O balanceamento da dieta de bezerras deve ser adequado com a propriedade, sendo o plano nutricional de aleitamento e desmame monitorado e modificado para o alcance de metas e objetivos traçados.

RECRIA

Historicamente, o balanceamento de dietas para novilhas foi negligenciado pelos produtores, consequência dessa categoria não trazer retorno financeiro imediato. No entanto, sabe-se que assim como outras categorias, esse balanceamento é imprescindível, e pode afetar o desempenho produtivo da futura vaca, bem como aumentar a rentabilidade da atividade.

Na fase de recria, o balanceamento da dieta se assemelha mais com o de vacas, quando comparado com a cria, pois o animal possui rúmen desenvolvido, e a manipulação da dieta passa a ser na fase sólida. No entanto, existem pontos relevantes que guiam o balanceamento das dietas desses animais, para a prevenção da obesidade e adequado desenvolvimento da glândula mamária.

Tanto a subalimentação de novilhas, quanto a superalimentação trazem prejuízos ao produtor, a primeira atrasando idade ao primeiro parto e a segunda, além de ser antieconômica, pode ter efeitos negativos no desenvolvimento da glândula mamária. Swanson (1960) verificou que novilhas superalimentadas e que pariram gordas produziram 84,8% menos leite em relação às novilhas com alimentação normal; consequência de 75% da glândula mamária possuir tecido secretor pouco desenvolvido. Posteriormente, Swanson e Hinton (1964) demonstraram que alimentação com níveis inferiores ao recomendado resultou em menor crescimento e produção de leite.

Há evidências que novilhas Holandesas com GMD acima de 850 g/dia nessa fase possuem produção de leite comprometida (Zanton e Henrichs, 2005). Segundo Valadares Filho e Oliveira (2010), a relação de ganho de peso excessivo no período pré-pubere com o efeito de depressão na produção de leite está mais associado com a composição do ganho, que é mais associada a desequilíbrios na relação proteína/energia do que ao elevado GMD. Segundo esses autores, as relações proteína e energia recomendadas pelo NRC (2001) para novilhas estão adequadas para animais com peso entre 150 e 200 kg. Todavia, para as novilhas com peso corporal superior a 250 kg, as relações de proteína/energia precisam ser elevadas, sendo adequadas relações entre 60 e 70 gramas de PB/Mcal de energia metabolizável (EM) (Valadares Filho e Oliveira, 2010).

O cálculo da relação PB/EM é possível de ser feito com os conceitos já citados, sendo que a adequação dessa relação, quando o nutricionista julgar pertinente, deve ser feita com o aumento da PB na dieta.

MÉTODOS PARA FORMULAÇÃO DE RAÇÕES

De uma maneira geral, o balanceamento manual de rações é um procedimento simples e de fácil entendimento. Os métodos mais utilizados são o quadrado de Pearson e o método algébrico. Apesar da facilidade dos cálculos, alguns programas computacionais vêm sendo utilizados, permitindo ao usuário o balanceamento da dieta utilizando ingredientes disponíveis para o custo mínimo, o que é possível de ser feito através do Microsoft Excel®, sem custos.

A utilização de ferramentas computacionais é interessante, mas vale a pena lembrar que o olhar crítico sobre o resultado de um cálculo deve partir do nutricionista, avaliando a aplicabilidade nutricional dos resultados oriundos dos programas. Tendo em vista essa

necessidade, a prática de cálculo manual torna-se indispensável para o zootecnista, bem como o conhecimento das limitações dos alimentos utilizados.

As demonstrações a seguir, serão feitas na forma de exemplos, para um melhor entendimento e visualização de cada método. Todos os exemplos terão o objetivo de formular uma ração para um animal chamado “exemplo”, dadas suas exigências nutricionais e alimentos disponíveis.

Em todos os cálculos, será utilizado o espaço de reserva (ER), em que do consumo total de MS, retira-se uma parte pequena, a qual posteriormente servirá para a adição de fontes de minerais. Esse valor é variável e pode-se obter melhor domínio empiricamente, podendo alcançar até 3% da MS da dieta. O melhor entendimento desse mecanismo poderá ser obtido com os exemplos a seguir e com o amparo das tabelas 5 e 6.

MÉTODO DO QUADRADO DE PEARSON

O quadrado de Pearson é um método simples, geralmente usado para cálculo de ração com dois ingredientes, no entanto, como no exemplo a seguir (Exemplo 1), sua utilização também é viável para três ingredientes, fazendo-se a adaptação para o quadrado de Pearson duplo:

Tabela 6. Requerimentos nutricionais para o animal do exemplo 1 (quadrado de Pearson).

Item	Requerimento
Consumo de matéria seca (CMS), kg/dia	17,1
Proteína Bruta (PB), % da matéria seca (%MS)	13,9
Nutrientes digestíveis totais (NDT), %MS	63,7
Cálcio (Ca), %MS	0,59
Fósforo (P), %MS	0,33

Peso corporal = 550 kg; Produção de leite = 20 kg/dia; %Gordura do leite = 4,0; %Proteína do leite = 3,2. NRC (2001).

Tabela 7. Composição centesimal dos ingredientes da dieta do animal do exemplo 1.

Item	MS	PB	NDT	FDN	Ca	P
	%					
Feno de Tifton (FT)	89,59	9,25	52,41	77,90	0,40	0,23
Farelo de Soja (FS)	88,49	48,69	80,68	15,54	0,33	0,57
Fubá de milho (FM)	87,85	9,05	86,10	14,32	0,03	0,25
Fosfato Bicálcico (FB)	98,60	-	-	-	24,15	18,50
Calcário Calcítico (CC)	99,90	-	-	-	37,26	-

Fonte: CQBAL 3.0.

O ER utilizado será 1,5% do CMS, ou seja, os ingredientes fubá de milho, farelo de soja e feno de Tifton da ração serão calculados em 98,5% do consumo estimado para o animal. Tendo em mãos essa informação, deve-se considerar que as exigências de PB e NDT deverão ser atendidas por esses 98,5% de CMS, pois o ER não possui esses nutrientes, conseqüentemente, a concentração desses (PB e NDT) nessa parcela utilizada (98,5%) deverá ser maior, de acordo com o cálculo:

$$\% = \frac{13,9}{(100 - 1,5)} \times 100 = 14,11$$

$$\% = \frac{63,7}{(100 - 1,5)} \times 100 = 64,7$$

Como temos três ingredientes para serem calculados no quadrado de Pearson (Tabela 7), utilizaremos o valor médio do NDT do farelo de soja e fubá de milho. Esse constituinte foi escolhido por ambos alimentos serem concentrados e possuírem NDT próximo, essa escolha é mais recomendada que o uso da PB, que apresenta uma maior diferença entre os alimentos (Tabela 7).

$$é = \frac{80,68 + 86,10}{2} = 83,39$$

Tendo em mãos os dados de NDT do volumoso e NDT médio dos alimentos concentrados, iniciemos o cálculo no quadrado de Pearson (Figura 2):

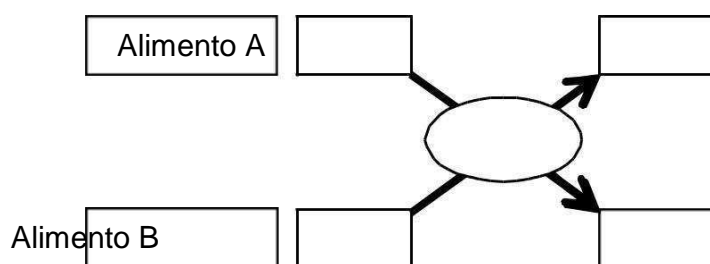


Figura 2. Quadrado de Pearson vazio.

- a) Escrever nas extremidades do lado esquerdo do quadrado o ingrediente e seu teor do nutriente e no centro do quadrado, o teor desejado da mistura (Figura 3).

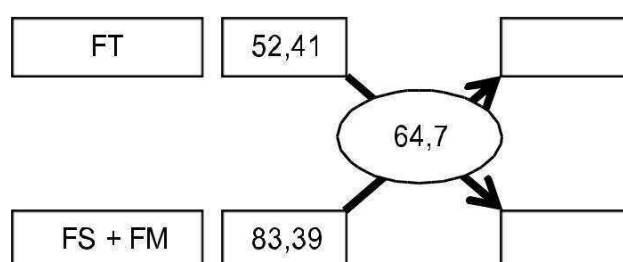


Figura 3. Quadrado de Pearson com adição do passo “a”, com os ingredientes Feno de Tifton (FT), Farelo se Soja (FS) e Fubá de Milho (FM), para balanceamento de NDT.

- b) Subtrair do valor dos alimentos (extremidades esquerdas) o valor desejado (centro), colocando o resultado na extremidade oposta (diagonal) direita, não considerando o valor do sinal do resultado (positivo ou negativo), ou seja, assumindo o módulo do valor (Figura 4).

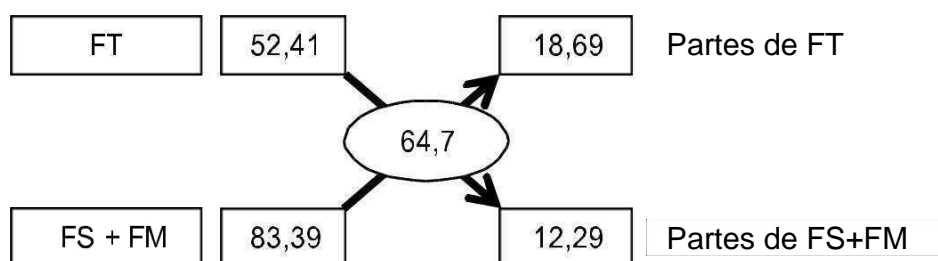


Figura 4. Quadrado de Pearson com adição do passo “b”, para balanceamento de NDT.

c) Os valores obtidos em (c) são as proporções do alimento que devem ser misturadas, no exemplo, obtivemos o resultado 18,69:12,29, que podem ser passados para % por uma simples regra de três que remete às seguintes contas:

a. em 100%:

$$\begin{aligned} + (+) &= 100\% \\ \frac{18,69 \times 100}{18,69 + 12,29} &= 60,33 \\ \% (+) &= \frac{12,29 \times 100}{18,69 + 12,29} = 39,67 \end{aligned}$$

b. em 98,5%:

$$\begin{aligned} + (+) &= 98,5\% \\ \frac{18,69 \times 98,5}{18,69 + 12,29} &= 59,42 \\ \% (+) &= \frac{12,29 \times 98,5}{18,69 + 12,29} = 39,08 \end{aligned}$$

O resultado desse primeiro quadrado de Pearson balanceou a dieta para NDT, considerando o valor médio do NDT do FS e FM, já nos retornando a % de Feno de Tifton (volumoso) da dieta, que será 59,42% da MS. Resta agora o balanceamento de PB, que será realizado em outro quadrado.

Antes de fazer o quadrado, deve-se calcular o teor de PB da mistura, que deve ser superior à exigência do animal, visto que os 59,42% de feno de Tifton está abaixo da exigência de PB do animal (Figura 5):

$$\begin{aligned} (+) &= 13,9 - (59,42 \times \frac{9,25}{100}) = 8,40 \\ \% (+) &= \frac{8,40}{(98,5 - 59,42)} \times 100 = 21,50 \end{aligned}$$

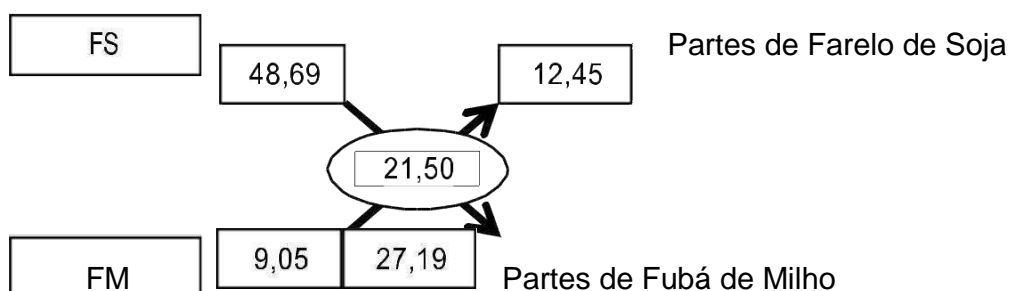


Figura 5. Quadrado de Pearson para balanceamento de proteína bruta (PB), com o uso de Farelo de Soja (FS) e Fubá de Milho (FM)

Calculando as proporções:

d) Nos 98,5%:

$$\% = \frac{12,45 \times (98,5 - 59,42)}{12,45 + 27,19} = 12,27$$

$$\% = \frac{27,19 \times (98,5 - 59,42)}{12,45 + 27,19} = 26,80$$

Esse resultado é a percentagem da MS desses ingredientes na dieta do animal, o cálculo de suas proporções no concentrado será feito ao final, quando tivermos os valores de Fosfato Bicálcico (FB) e Calcário Calcítico (CC). Com essas proporções calculadas (FT, FS e FM) tem-se a dieta balanceada para PB e NDT, o que pode ser visualizado na verificação (Tabela 7, Balanço 1):

Observa-se (Tabela 7, Balanço 1) que a verificação é feita em quilograma e grama, o que é importante para a visualização mais realista da dieta do animal, permitindo ao nutricionista a melhor visualização e identificação de valores irrealistas. Outro fato importante é o balanço de NDT, que ficou com uma sobra de 0,07 kg/dia (Tabela 7, Balanço 1), conseqüente da adaptação do quadrado de Pearson para o cálculo de uma dieta com 3 ingredientes. Esse valor é a diferença do concentrado real para a média do NDT dos ingredientes FS e FM utilizada no primeiro quadrado. Caso necessária a diminuição dessa sobra, pode-se utilizar outro valor, pouco superior à média entre os alimentos e uma nova execução dos cálculos, ou a utilização do método algébrico, que é mais eficiente (Exemplo 2).

A dieta calculada até o momento atendeu as exigências de PB e (Tabela 7, Balanço 1). No entanto, houve um déficit de 51,95 g de Cálcio e 9,6 g de Fósforo (P), que serão supridos com a utilização do ER para adição de fontes minerais, no caso, utiliza-se primeiramente o Fosfato Bicálcico (FB). Como o FB possui P e Ca, a adição de Calcário Calcítico só será realizada se a adição de FB não zerar o balanço de cálcio. O cálculo da adição de FB é a seguinte:

$$= \frac{\text{é}}{\text{çã}} = \frac{9,64}{0,1850} = 52,11 \sim 0,052$$

$$= \frac{52,11}{0,9860} = 52,84 \sim 0,053$$

Suprimento de cálcio pelo FB:

$$= * = 0,053 \times 0,2415 = \sim 0,013$$

Após o cálculo, verifica-se o balanço de cálcio após adição de FB, no exemplo, o uso de FB não foi suficiente para suprir a exigência (Tabela 3, Balanço 2), sendo necessária adição de Calcário Calcítico (CC):

$$= \frac{38,95}{0,3726} = 104,54 \sim 0,105$$

$$= \frac{0,105}{0,999} = \sim 0,105$$

Agora, com a adição de FB e CC, a ração foi balanceada para os nutrientes trabalhados (Tabela 7, Balanço 3). A confecção de uma tabela mais prática é necessária para o alcance do objetivo final, que é o resultado prático da formulação da dieta com base na matéria natural (MN) (Tabela 9).

A composição do concentrado é calculada a partir da proporção dos ingredientes na matéria natural em relação ao total de concentrado fornecido, também na matéria natural (Tabela 9). Esses valores são importantes e fornecem subsídios para a mistura dos ingredientes na propriedade. Caso a propriedade faça compra de concentrados comerciais prontos, a utilização desses como ingredientes na formulação da dieta é necessária.

Para o balanceamento com dois ingredientes, realiza-se apenas um quadrado de Pearson, o que permite o balanceamento apenas para um nutriente, não sendo possível por exemplo, o balanceamento de PB e NDT com dois ingredientes apenas.

Tabela 8. Verificação da ração balanceada no exemplo 1.

Ingrediente	Matéria seca da dieta		Composição					Consumo diário de nutrientes			
			MS	PB	NDT	Ca	P	PB	NDT	Ca	P
	Proporção, %	kg/dia	Teor, %					kg/dia		g/dia	
Feno de Tifton	59,42	10,16	89,59	9,25	52,41	0,40	0,23	0,94	5,33	40,64	23,37
Farelo de soja	12,27	2,10	88,49	48,69	80,68	0,33	0,57	1,02	1,69	6,92	11,96
Fubá de milho	26,81	4,58	87,85	9,05	86,10	0,03	0,25	0,41	3,95	1,38	11,46
Total	98,50	16,84						2,38	10,97	48,94	46,79
Exigência	100,00	17,10		13,90	63,70	0,59	0,33	2,38	10,89	100,89	56,43
Balanço 1	1,50	-0,26						0,00	0,07	-51,95	-9,64
Fosfato Bicálcico	0,31	0,053	98,60			24,15	18,50			13,00	9,64
Balanço 2	1,19	-0,21						0,00	0,07	-38,95	0
CC	0,64	0,11	99,90			37,26				38,95	
Balanço 3	0,55	-0,10						0,00	0,07	0,00	

Tabela 9. Composição da dieta calculada no exemplo 1, com base na matéria seca, natural e formulação do concentrado.

Ingrediente	Teor de MS	MS	MN	MN	Fórmula do concentrado
	%		Kg		%
Feno de Tifton	89,59	10,16	11,34	11,34	
Farelo de Soja	88,49	2,10	2,37		30,63
Fubá de M ilho	87,85	4,58	5,21		67,29
Fosfato Bicálcico	98,60	0,053	0,054	7,75	0,79
Calcário Calcítico	99,90	0,11	0,11		1,29
Total		17	19,08		

MÉTODO ALGÉBRICO

O método algébrico é o mais eficiente pela menor laboriosidade e maior precisão em relação ao quadrado de Pearson, não havendo a necessidade de utilizar valores médios entre os alimentos, não acumulando erros como no NDT do exemplo anterior, sendo possível a utilização de um maior número de ingredientes. Segue abaixo dados do exemplo 2:

Tabela 10. Requerimentos nutricionais para o animal do exemplo 2.

Item	Requerimento
Consumo de matéria seca (CM S), kg/dia	20,7
Proteína Bruta (PB), % da matéria seca (%M S)	15,0
Nutrientes digestíveis totais (NDT), %M S	68,2
Cálcio (Ca), %M S	0,60
Fósforo (P), %M S	0,34

Peso corporal = 550 kg; Produção de leite = 30 kg/dia; % Gordura = 4,0; % Proteína = 3,2. NRC (2001).

Tabela 11. Composição centesimal dos ingredientes da dieta do animal exemplo Método Algébrico.

Item	MS	PB	NDT	Ca	P
	%				
Silagem de Milho (SM)	31,29	7,27	55,63	0,30	0,19
Farelo de Soja (FS)	88,49	48,69	80,68	0,33	0,57
Fubá de Milho (FM)	87,85	9,05	86,10	0,03	0,25
Fosfato Bicálcico (FB)	98,60	-	-	24,15	18,50
Calcário Calcítico (CC)	99,90	-	-	37,26	-

Fonte: CQBAL 3.0.

O exemplo será executado para o cálculo de uma dieta com três alimentos, utilizando-se 2% de ER. Inicialmente, montam-se as equações para MS, NDT e PB, da seguinte forma:

a) Matéria Seca:

$$\begin{aligned}
 &= + + + \\
 100 &= + + + 2 \\
 98 &= + +
 \end{aligned}$$

b) Nutrientes Digestíveis Totais (NDT):

$$\begin{aligned}
 &= (\times \%) + (\times \%) + (\times \%) \\
 68,2 &= (\times 0,5563) + (\times 0,8068) + (\times 0,8610)
 \end{aligned}$$

c) Proteína Bruta (PB):

$$\begin{aligned}
 &= (\times \%) + (\times \%) + (\times \%) \\
 15,0 &= (\times 0,0727) + (\times 0,4869) + (\times 0,0905)
 \end{aligned}$$

Chegando ao seguinte sistema de equações (Tabela 12):

Tabela 12. Sistema de equações para o cálculo de ração do exemplo 2.

Número	Equação
(1)	$98 = + +$
(2)	$68,2 = (\times 0,5563) + (\times 0,8068) + (\times 0,8610)$
(3)	$15,0 = (\times 0,0727) + (\times 0,4869) + (\times 0,0905)$

A resolução de um sistema de equações pode ser feita de diversas formas, variando de acordo com o número de incógnitas. Nesse caso, será utilizado o método da substituição, da seguinte forma:

Isolando uma incógnita na equação 1:

$$(1) = 98 - -$$

Substituindo o valor de SM (1) na equação (2), tem-se:

$$68,2 = ((98 - -) \times 0,5563) + (\times 0,8068) + (\times 0,8610)$$

$$68,2 = 54,5174 - 0,5563 \times + 0,8068 \times - 0,5563 \times + 0,861 \times$$

$$68,2 - 54,5174 = 0,2505 \times + 0,3047 \times$$

$$13,6826 = 0,2505 \times + 0,3047 \times$$

Isolando FS, tem-se:

$$= \frac{13,6826 - 0,3047 \times}{0,2505}$$

$$= 54,6216 - 1,2164 \times$$

Agora, substitui-se o valor de SM (1) na equação (3), obtendo:

$$15,0 = ((98 - -) \times 0,0727) + (\times 0,4869) + (\times 0,0905)$$

$$15,0 = 7,1246 - 0,0727 \times + 0,4869 \times - 0,0727 \times + 0,0905 \times$$

$$15,0 - 7,1246 = 0,4142 \times + 0,0178 \times$$

$$7,8754 = 0,4142 \times \quad + 0,0178 \times$$

Substituindo o valor de FS na equação obtida, tem-se:

$$7,8754 = 0,4142 \times (54,6216 - 1,2164 \times \quad) + 0,0178 \times$$

$$7,8754 = 22,6243 - 0,5038 \times \quad + 0,0178 \times$$

$$7,8754 - 22,6243 = -0,486 \times$$

$$-17,2827 = -0,486 \times$$

$$= \frac{-17,2827}{-0,486}$$

$$= 30,3475$$

O valor encontrado para fubá de milho (FM) é a proporção na MS, ou seja, 30,34% da MS da dieta é composta por fubá de milho. Para encontrar os valores de farelo de soja (FS) e silagem de milho (SM), a simples substituição nas outras fórmulas encontradas é suficiente:

$$= 54,6216 - 1,2164 \times$$

$$= 54,6216 - 1,2164 \times 30,3475$$

$$= 17,7069$$

$$SM = 98 - FS - FM$$

$$= 98 - 17,7069 - 30,3475 = 49,9456$$

Tendo em mãos as proporções de silagem de milho, farelo de soja e fubá de milho, procede-se a primeira verificação, ou cálculo do balanço 1 (Tabela 12). Observa-se a precisão do método, não havendo nenhuma pequena sobra ou deficiência de PB ou NDT.

Houve sobra de 23,9 gramas de fósforo por dia e deficiência de 79,2 gramas de cálcio (Tabela 12, balanço 1), o que leva a escolha do Calcário Calcítico para o atendimento dessa deficiência:

$$= \frac{79,2}{0,3726} = 212,56 \sim 0,213$$

$$= \frac{0,213}{0,999} = \sim 0,213$$

Após o balanceamento completo da ração (Tabela 12, balanço 2), procede-se a confecção da tabela da dieta calculada e formulação do concentrado (Tabela 14).

A utilização de mais de 3 alimentos, ou mais nutrientes (MS, PB, NDT, EE, FDN no cálculo algébrico pode ser feita com a fixação dos valores de alguns alimentos (por exemplo, 8% da MS para o farelo de trigo) ou a utilização de métodos matriciais ou programas computacionais para a resolução do sistema de equações com 4 ou mais incógnitas.

Tabela 13. Verificação da ração balanceada no exemplo 2.

In gre diente	Matéria seca da dieta		Composição					Consumo diário de nutrientes			
	Proporção, %	kg/dia	MS	PB	NDT	Ca	P	PB	NDT	Ca	P
			Teor, %					kg/dia		g/dia	
Silagem de milho	49,9456	10,339	31,29	7,27	55,63	0,30	0,19	0,7516	5,7514	31,0162	19,6436
Farelo de soja	17,7069	3,6653	88,49	48,69	80,68	0,33	0,57	1,7846	2,9572	12,0956	20,8922
Fubá de milho	30,3475	6,2819	87,85	9,05	86,10	0,03	0,25	0,5685	5,4087	1,8846	15,7048
T otal	98	20,2860						3,1048	14,1174	44,9964	56,2406
Exigência	100	20,7		15	68,2	0,6	0,34	3,1050	14,1174	124,2000	70,3800
Balanço 1	-2	-0,4140						0,00	0,00	-79,200	23,9000
Fosfato Bicálcico	0,63	0,131	98,60			24,15	18,50			31,200	23,900
Balanço 2	1,36	-0,283								48,000	0,000
CC	0,63	0,130	99,9			37,26				48,000	
Balanço 3	0,73	0,153								0,000	0,000

Tabela 14. Composição da dieta calculada no exemplo 1, com base na matéria seca, matéria natural e formulação do concentrado.

Ingrediente	Teor de MS	MS	MN	MN	Fórmula do concentrado
	%	Kg			%
Silagem de M ilho	31,29	10,34	33,05	33,05	
Farelo de Soja	88,49	3,67	4,15		36,06
Fubá de M ilho	87,85	6,28	7,15		62,12
Fosfato Bicálcico	98,60	0,129	0,131	11,51	0,00
Calcário Calcítico	99,90	0,130	0,130		1,82
Total		20,55	44,61		

PONTOS CRÍTICOS RELEVANTES NA FORMULAÇÃO DE DIETAS

O simples balanceamento da dieta não garante eficiência produtiva do animal, havendo ainda inúmeros aspectos que podem ser analisados pelo nutricionista. Abaixo, segue uma breve descrição de pontos relevantes.

RELAÇÃO VOLUMOSO:CONCENTRADO

A relação volumoso:concentrado da MS da dieta deve ser avaliada logo após a formulação, pois esse parâmetro remete a concentração energética e teores de fibra da dieta e varia de acordo com o volumoso utilizado. Costa et al. (2005), por exemplo, recomendam uma relação volumoso:concentrado próxima de 40:60 para vacas com produção média de 20 kg de leite por dia, quando se utiliza cana de açúcar corrigida com ureia como volumoso.

FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO (FDN)

De acordo com Mertens (2010), o consumo de alimento por um ruminante pode ser regulado de duas formas diferentes: fisiológica ou física. A regulação fisiológica ocorre quando a dieta possui teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) inferior a 25%, o que remete alta densidade energética, de modo que o animal ingere o alimento até que este supra os requerimentos de energia. A limitação física ocorre em dietas com teor de FDN superior a 25%, nesse caso o animal consome até a restrição por enchimento do retículo-rúmen. Allen (1995) recomenda o valor mínimo de 25% de FDN na ração, sendo que pelo menos 75% da FDN seja oriunda de volumoso.

A verificação de FDN é interessante, principalmente em dietas de baixa proporção volumoso:concentrado, uma vez que dietas com baixos teores de fibra comprometem o funcionamento adequado do retículo-rúmen e podem resultar em problemas como acidose, deslocamento de abomaso e laminite.

GORDURA

O teor de extrato etéreo (gordura bruta) de dietas para vacas em lactação, segundo o NRC (2001), deve ser entre 3 e 7 %, sem que haja depressão da digestibilidade da fibra e Consumo de Matéria seca (CMS). Jenkins (1993) ressalta que quando o suplemento gorduroso é rico em ácidos graxos poli-insaturados, a degradação de carboidratos estruturais pode ser reduzida em até mais de 50%.

A utilização de fontes lipídicas é a alternativa mais eficiente para aumentar a concentração energética da ração, o que pode ser interessante, principalmente para vacas em balanço energético negativo (BEN). Com a adição de fontes lipídicas também se diminui o incremento calórico da dieta, ou seja, gasta-se menos energia para absorver e tornar disponível a energia da dieta. Os principais alimentos utilizados na suplementação lipídica de dietas são o caroço de algodão, grão de soja, óleo de soja e gorduras protegidas comerciais (Pedroso e Macedo, 2011).

CARBOIDRATOS NÃO FIBROSOS (CNF)

O componente CNF corresponde aos açúcares solúveis e não solúveis do conteúdo celular vegetal, onde no rúmen a degradação de carboidratos solúveis como os da cana-de-açúcar são utilizados primeiro havendo proteína disponível solúvel como ureia, em uma velocidade menor o amido e pôr fim a FDN também sendo necessário o balanceamento com a proteína. O CNF é calculado pela seguinte equação de Sniffen et al. (1992):

$$\% \text{ CNF} = 100 - (\% \text{ fibra} - \% \text{ fibra} - \% \text{ fibra} - \% \text{ fibra})$$

Segundo Reis et al. (2009), o nível ótimo de CNF na dieta é entre 30 e 40% da MS (Tabela 15).

Tabela 15. Interpretações de diferentes níveis de carboidratos não fibrosos (CNF) em dietas de vacas em lactação.

Teor de CNF (%MS)	Classificação
42 – 45	M áximo
38 – 40	Ótimo
35 – 38	Aceitável
30 – 32	M ínimo
<30	Insuficiente

PROTEÍNA DEGRADÁVEL NO RÚMEN × PROTEÍNA NÃO DEGRADÁVEL NO RÚMEN

O balanceamento de Proteína Degradável no Rúmen (PDR) é extremamente importante, pois com isso o nutricionista maximiza a síntese de proteína microbiana, à qual é muito representativa na proteína metabolizável e caso esteja desbalanceada, pode reduzir a fermentação ruminal e o consumo (Santos, 2006). Para animais de alta produção, além da maximização da síntese de proteína microbiana, atenção deve ser dada para a fração não degradável no rúmen da proteína (PNDR). A utilização de uma PNDR de valor biológico adequado com as necessidades aminoacídicas da vaca permite melhor eficiência de disponibilização de proteína metabolizável (PM) ao animal.

A degradação de proteínas no sistema digestivo do animal resulta no aparecimento de um "pool" de AA no intestino delgado (ID), onde podem ser absorvidos. A PM é composta pela Proteína Microbiana (PMic), PNDR e uma pequena porção de proteína endógena. Para maximizar a síntese de PMic temos que fornecer quantidades adequadas de PDR e energia para que os microrganismos do rúmen possam trabalhar com eficiência. Quando a síntese de PMic é maximizada, não adianta fornecer mais PDR, pois não haverá síntese de PMic adicional com isso. Nessa situação é preciso fornecer PNDR para "fechar" o balanceamento de PM. A proteína não degradável no rúmen ou proteína "by pass" é muito importante quando trabalhamos com animais de alta produção, visto que com o maior escape de proteínas do rúmen somados a proteína microbiana, estas serão absorvidas no intestino resultando em substâncias para produção de leite.

ESTÁGIO FISIOLÓGICO DO ANIMAL

Pontos específicos no balanceamento de uma dieta são inerentes ao momento produtivo em que o animal se encontra. Vacas no período de transição, por exemplo, possuem demandas nutricionais específicas, e existem alternativas nutricionais a serem empregadas em cada momento. O ajuste da diferença cátion-aniônica da dieta (DCAD) no período pré-parto, por exemplo, possui efeitos conhecidos na prevenção de distúrbios metabólicos no pós-parto, onde essa diferença de carga ajuda a mobilização de cálcio no osso do animal evitando a Hipocalcemia. O balanceamento de uma dieta para a adequação de escore de novilhas seria outro exemplo. Cabe ao nutricionista avaliar a situação do animal e buscar o conhecimento acerca das alternativas recentes para cada situação visto que dependendo do estágio do animal a demanda será diferente, onde em vacas de leite a primeira exigência a ser suprida é a de manutenção, seguida da de lactação se estiver produzindo leite, seguida da de crescimento se estiver ainda crescendo ou for novilha, seguida de exigência de condição corporal, onde se estiver muito magra irá ganhar massa e pôr fim a exigência de reprodução.

ADAPTAÇÃO

A mudança de dietas (não só a composição, mas também o manejo alimentar) de vacas leiteiras não deve ser feita bruscamente, principalmente quando se pretende utilizar alimentos com toxidez potencial ou dietas com maiores níveis de concentrado. A adaptação da microbiota ruminal é gradual, portanto, a mudança da dieta jamais deve ser brusca. A mudança de dietas deve ser feita como estratégia alimentar, seja para redução de custos, para aproveitamento de subprodutos ou mesmo de alimentos como a cana de açúcar que tem sua maior concentração de carboidratos na época de pior qualidade das pastagens em climas tropicais.

LIMITES DE UTILIZAÇÃO DOS ALIMENTOS

A observação desse aspecto deve ocorrer antes do balanceamento da ração, pois muitos ingredientes possuem limites de utilização, que previnem inúmeros problemas inerentes a cada

alimento, sendo uma margem de segurança ao nutricionista. O uso de ureia, por exemplo, onde recomenda-se que não ultrapasse 1% da MS total da dieta ou 50g/100kg de peso corporal (Lana, 2007).

MONITORAMENTO

O resultado do balanceamento da dieta não deve ser verificado apenas sob o ponto de vista produtivo. O acompanhamento de aspectos gerais do rebanho e índices zootécnicos após mudanças nutricionais são imprescindíveis para a verificação dos efeitos da dieta, por exemplo no intervalo de partos (IDP), idade ao primeiro parto (IPP), incidência de doenças metabólicas (cetose, hipocalcemia...), controle de escore de condição corporal (ECC). O desenvolvimento de novilhas, por exemplo, deve ser monitorado frequentemente, para o acompanhamento não só do ganho de peso, mas também do crescimento e desenvolvimento desses animais, prevenindo a obesidade, o que deve ser feito através de alterações na dieta já recomendadas. Vários trabalhos de pesquisa mostram efeitos negativos no desenvolvimento da glândula mamária e na produção de leite na primeira lactação, quando novilhas apresentam taxas de ganho de peso acima de 700-800 g/d. Também se deve atentar ao peso do animal ao primeiro parto, que pode causar diversos problemas metabólicos como por exemplo a cetose e perda de produção no pós-parto.

MANEJO ALIMENTAR NA PROPRIEDADE

O manejo alimentar na propriedade é um aspecto determinante no sucesso da nutrição da vaca. O técnico deve saber interagir o manejo com, administração e características dos alimentos, com estratégias variadas, destacando algumas de forma geral:

- a) Realizar o planejamento de volumosos para a safra de leite da propriedade;
- b) Organizar as compras de alimentos em épocas favoráveis, bem como planejar seu armazenamento e uso;

c) Adequar para o nível de tecnológico da propriedade um manejo que traga maior eficiência de utilização do concentrado, por exemplo, com organização de lotes, controle leiteiro, atualização de rações, fornecimento de dieta total ou individual na ordenha;

d) Número de fornecimentos, quanto maior, permite maior consumo de MS e menor ocorrência de acidose ruminal, o que seria interessante para dietas com altos níveis de concentrado;

e) Disponibilidade de água em quantidade e qualidade, ressaltando-se que uma vaca em lactação pode consumir mais de 100 litros de água por dia.

ADITIVOS

A utilização de aditivos deve ser feita com alto nível de critérios e conhecimento suficiente do produto e da situação a ser usada, garantindo resultados de utilização e respostas econômicas positivas. Aditivos como o bicarbonato de sódio e óxido de magnésio, são alternativas para a redução de transtornos metabólicos consequentes da acidose ruminal em dietas com altos níveis de concentrado, sendo um tamponante e um alcalinizante, respectivamente. Almeida e Ostrensky recomendam doses diárias de bicarbonato de sódio entre 0,75 a 1% da MS. Já o óxido de magnésio segundo os autores, não deve substituir o bicarbonato de sódio, mas sim usado conjuntamente, sendo que deve ser adicionado na proporção de 1:2 a 1:3 partes do produto para partes de bicarbonato.

A monensina é um aditivo ionóforo amplamente estudado, possuindo efeito antibiótico. Na nutrição de bezerras, pode ser utilizado como coccidiostático, na concentração de 30 mg/kg de MS do concentrado (Nussio et al., 2003). Para animais adultos, o efeito da monensina na fermentação ruminal resulta em aumento da produção de leite e diminuição no CMS, melhoria no metabolismo energético e consequente diminuição do risco de cetose. (Duffield et al., 2008a; Duffield et al. 2008b; Duffield et al.2008c). Hutjens (2010), recomenda dosagens entre 11 e 22 mg/kg de MS consumida para vacas em lactação, no entanto Almeida e Ostrensky (2011) sugerem dosagens próximas do limite inferior para as condições brasileiras, devido a diminuição do CMS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M. Fiber requirements: finding an optimum can be confusing. *Feedstuffs*, v.67, n.19, p.13, 1995.
- ALMEIDA, R.; OSTRENSKY, A. Aditivos para gado leiteiro. In: *Manejo alimentar de bovinos*, 9., 2011, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2011. p.217-268.
- BITTAR, C. M. M.; FERREIRA, L. S.; SANTOS, F. A. P.; ZOPOLLATTO, M. Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros alimentados com concentrado de diferentes formas físicas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.8, p.1561-1567, 2009.
- BITTAR, C. M. M.; FERREIRA, L. S.; GALLO, M. P. C.; PAULA, M. R. Manejo alimentar de bezerras em aleitamento. In: *Manejo alimentar de bovinos*, 9., 2011, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2011. p.217-268.
- CAMPOS, O. F.; SILVA, A. G. Fontes alternativas de proteína no sucedâneo do leite para bezerros: revisão de literatura. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.21, n.10, p.1089-1099, 1986.
- CAVALCANTI FILHO, L. F. M.; SANTOS, M. V. F.; FERREIRA, M. A.; LIRA, M. A.; FARIAS, I.; FERREIRA, R. L. C.; LUCENA, J. E. C. Desempenho de novilhas em pastagem de *Brachiaria decumbens* após período de suplementação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, p.1247-1252, 2004.
- COSTA, M. G.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; MENDONÇA, S. S.; SOUZA, D. P. TEIXEIRA, M. P. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana de açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG. v.40, n.7, p.1587-1595, 2005. (suplemento).
- DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. In *Simpósio Internacional de Produção de Gado de Corte*, 2., 2008, Viçosa: Anais... Viçosa: UFV, 2011. p.21-51.
- DOMINGUES, F. N.; SILVA, J. F. C.; VASQUEZ, H. M.; VIEIRA, R. A. M.; FEROLLA, F. S.; LISTA, F. N. Desempenho penderal DE NOVILHAS Holandês x Zebu submetidas a

duas estratégias de suplementação mineral. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, p.343-349, 2008.

- DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of the monensins in lactating dairy cattle. Part 1. Metabolic effects. *Journal of Dairy Science*, v.91, p.1334-1346, 2008a.
- DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of the monensins in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. *Journal of Dairy Science*, v.91, p.1347-1360, 2008b.
- DUFFIELD, T. F.; RABIEE, A. R.; LEAN, I. J. A meta-analysis of the impact of the monensin in lactating dairy cattle. Part 3. Health and reproduction. *Journal of Dairy Science*, v.91, p.2328-2341, 2008c.
- FORBES, J. M. Integration of regulatory signals controlling forage intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. v.74, p.3029-3035.
- FRANKLIN, S. T.; AMARAL-PHILLIPS, D. M.; JACKSON, J. A.; CAMPBELL, A. A. Health and performance of Holstein calves that suckles or were hand-fed colostrum and were fed one of three physical forms of starter. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.2145-2153, 2003.
- FUKUMOTO, N.M.; DAMASCENO, J.C.; DERESZ, F.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; SANTOS, G.T. Produção e composição do leite, consumo de matéria seca e taxa de lotação em pastagens de gramíneas tropicais manejadas sob lotação rotacionada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.7, p.1548-1557, 2010.
- GOMIDE, J.A.; WENDLING, I.J.; BRAS, S.P.; QUADROS, H.B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, p. 1194-1199, 2001.
- GONSALVES NETO, J.; SILVA, F. F.; BONOMO, P.; NASCIMENTO, P. V. N.; FERNANDES, S. S. S.; PEDREIRA, M. S.; VELLOSO, C. M.; TEIXEIRA, F. A. Desempenho de bezerros da raça holandesa alimentados com concentrado farelado ou peletizado. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.9, n.4, p.726-733, 2008.
- HUTJENS, M. F. Sorting through your feed additive choices. *Hoard's Dairyman*, September, 2010. p.623.
- ILLIUS, A. W.; JESSOP, N. S. Metabolic constraints on voluntary intake in ruminants. *Journal of Animal Science*. v.74, p.3052-3062.
- JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v.76, p.3851 - 3863, 1993.

- KETELAARS, J. J. M. H.; TOLKAMP, B. J. Oxygen efficiency and the control of energy flow in animals and humans. *Journal of Animal Science*, v.74, p.3538-3543.
- KHAN, M. A.; LEE, H. J.; LEE, W. S.; KIM, H. S.; KIM, S. B., KI, K. S.; HA, K. J.; LEE, H. G.; CHOI, Y. J. Pre and postweaning performance of Holstein female calves fed milk through step-down and conventional methods. *Journal of Dairy Science*, v.90, p.876-885, 2007.
- LANA, R. P. Sistema Viçosa de formulação de rações. Viçosa: UFV, 2007. 4.ed., 91p.
- LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.M.; DERESZ, F.; BORGES, I.; BERCHIELLI, T.T. Predição do consumo de pasto de capim-elefa nte (*Pennisetum purpureum*, Schumack) por vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.3, p.1017-1028, 2005.
- MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 1992. p.188-219.
- MERTENS, D. R. NDF and DMI – Has Anything Changed?. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufactures, 72., 2010, Syracuse. Proceedings... Ithaca, Cornell University, 2010. Disponível em: <http://www.ansci.cornell.edu/cnconf/2010proceedings/CNC_proceedings.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2012.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of dairy cattle. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p
- NUSSIO, C. M. B.; SANTOS, F. A. P; ZOPOLLATTO, M.; PIRES, A. V.; MORAIS, J. B. Processamento de milho (Floculado vs. Laminado a vapor) e adição de Monensina para Bezerras Leiteiras, pré e pós desmama precoce. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG. v.32, n.1, p.229-239, 2003.
- OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; CAMPOS, J. M. S.; PINAS, D. S.; SOUZA, S. M.; COSTA, M. G. Meta –análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo , a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG. v.40, n. 7, p. 1587-1595, 2011.
- PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; MALAQUIAS JUNIOR, J.D.; VIANA FILHO, A.; RODRIGUEZ, N.M.; MORENZ, M.J.F.; AROEIRA, L.J.M. Características do pasto e

- desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.11, p.1528-1535, 2009.
- PEDROSO, A. M.; MACEDO, F. L. Suplementação lipídica para vacas leiteiras. In: *Manejo alimentar de bovinos*, 9., 2010, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2011. p.191-216.
- PEREIRA, J. C. Aspectos nutricionais e econômicos na criação de novilhas leiteiras. In: PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; QUEIROZ, A. C.; MIZUBUTI, I. Y. (Org.). *Novilhas Leiteiras*. Fortaleza: GRAPHITI, 2010. cap.3, p.79-114.
- PIMENTEL, J.J.O.; LANA, R.P.; GRAÇA, D.S.; MATOS, L.L.; TEIXEIRA, R.M.A. Teores de proteína bruta no concentrado e níveis de suplementação para vacas leiteiras em pastagens de capim-braquiária cv. Marandu no período da seca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, n.2, p.418-425, 2011.
- PORTO, P.P.; DERESZ, F.; SANTOS, G.T.; LOPES, F.C.F.; CECATO, U.; CÓSER, A.C. Produção e composição química do leite, consumo e digestibilidade de forragens tropicais manejadas em sistema de lotação intermitente. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.8, p.1422-1431, 2009.
- REIS, R. B.; SOUSA, B. M.; OLIVEIRA, M. A. Sistemas de alimentação para vacas leiteiras de alta produção. In: GONÇALVES, L. C.; BORGES, I.; FERREIRA, P. D. S. (Org.). *Alimentação de Gado de Leite*. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. cap.9, p.128-178.
- RESENDE, K. T.; TEIXEIRA, I. A. M. A.; FERNANDES, M. H. M. R. Metabolismo de energia. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S.G. (Org.). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap.11, p.311-332.
- RIBEIRO FILHO, H.M.N.; HEYDT, M.S.; BAADE, E.A.S.; THALER NETO, A. Consumo de forragem e produção de leite de vacas em pastagem de azevém-anual com duas ofertas de forragem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.10, p.2038-2044, 2009.
- SANTOS F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S.G. (Org.). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap.9, p.255-286.
- SILVA, C.V.; LANA, R.P.; CAMPOS, J.M.S.; QUEIROZ, A.C.; LEÃO, M.I.; ABREU, D.C. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.7, p.1372-1380, 2009.

- SOARES, J.P.G; AROEIRA, L.J.M.; MARTINS, C.E.; OLIVEIRA, A.D.; SALMAN, A.K.D.; TOWNSEND, C.R. Consumo e produção de leite de vacas mestiças lactantes em pastejo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) sob duas doses de nitrogênio. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa, Rondônia, p.1677-8618; 58, 2008. Disponível em: <[http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/bpd58_capimelefante .pdf](http://www.cpafrro.embrapa.br/media/arquivos/publicacoes/bpd58_capimelefante.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2012
- SOUSA, B.M.; SATURNINO, H.M.; BORGES, A.L.C.C.; LOPES, F.C.F.; SILVA, R.R.; CAMPOS, M.M.; PIMENTA, M.; CAMPOS, W.E. Estimativa de consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro por vacas leiteiras sob pastejo, suplementadas com diferentes quantidades de alimento concentrado. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.60, n.4, p.890-895, 2008.
- SWANSON, E.W. Effect of rapid growth with fattening of dairy heifers on the lactation ability. *Journal of Dairy Science*, v.43, p.377-387, 1960.
- SWANSON, E. W.; HINTON, S. A. Effect of seriously restricted growth upon lactation. *journal of Dairy Science*, v.47, p.267-272, 1964.
- VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S. Compostos nitrogenados na alimentação de novilhas leiteiras. In: PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; QUEIROZ, A. C.; MIZUBUTI, I. Y. (Org.). *Novilhas Leiteiras*. Fortaleza: GRAPHITI, 2010. cap.10, p.333-372.
- WALDO, D. R.; CAPUCO, A. V.; REXROAD JR, C. E. Replacement heifer growth rate affects milk producing ability. *Feedstuffs*, v.27, p.15-17, 1989.
- ZANTON, G. I.; HENRICHS, A. J. Meta-analysis to assess effect of prepubertal average daily gain on Holstein heifers on first-lactation production. *Journal of Dairy Science*, v.88, p.3860-3867, 2005.
- ZEOULA, L. M.; GERON, L. J. V. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S.G. (Org.). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap.13, p.355-395.

EXERCÍCIOS

Para a execução dos exercícios, apresente todos os cálculos, tabelas de verificação, utilize para as respostas, no mínimo duas casas decimais e respeite as especificidades de cada ingrediente utilizado.

1. Calcule as exigências em kg de NDT, PDR, PNDR e PB de um animal com requerimentos de 53,86 Mcal de Energia Líquida (somente manutenção e produção de leite) e 1821 gramas de Proteína Metabolizável por dia.

2. Formule, utilizando o quadrado de Pearson, um concentrado composto por Farelo de Soja e Fubá de milho, com 24% de proteína bruta com base na matéria seca, deixando uma sobra de 3% para adição de minerais. Utilize a composição dos ingredientes dos exemplos dessa apostila.

3. Calcule o teor de PB, NDT, Ca e P dos concentrados obtidos nos exemplos 1 e 2.

4. Formule um concentrado para bezerros com 19% de PB e 80% de NDT, utilizando os ingredientes que julgar conveniente, procure um núcleo comercial para rações de bezerros e utilize-o, ao final da formulação liste cada ingrediente em tópicos e justifique a utilização.

5. Reformule a dieta do exemplo 2, utilizando polpa cítrica peletizada em 8% da matéria seca total da dieta, a composição do ingrediente segue abaixo:

Alimento	MS	PB	NDT	Ca	P
	%	%MS			
Polpa Cítrica Peletizada	89,20	9,29	73,46	1,84	0,1

6. Formule uma ração para uma vaca mestiça, pesando 510 kg, produzindo 18 kg de leite por dia, com 3,8% de gordura e 3,4% de proteína, na décima semana de lactação. Utilize os seguintes ingredientes (a cana de açúcar deve ser corrigida com 1% de Uréia e Sulfato de Amônio (9:1)):

Alimento	MS	PB	NDT	FDN	Ca	P	Na	Mg	S
	%				%MS				
Cana de açúcar	29,60	2,65	61,35	54,47	0,22	0,07	-	0,14	-
Uréia + S.A.	100	252,0	-	-	-	-	-	-	-
Farelo de soja	88,49	48,69	80,68	12,86	0,33	0,57	-	0,28	0,33
Farelo de Milho	87,85	9,05	86,10	14,14	0,03	0,25	-	0,13	-
VACAVIP GOLD (núcleo)	100	-	-	-	19,0	6,0	7,0	2,0	2,0

7. Ao visitar uma propriedade no mês de setembro, o proprietário lhe pediu que formulasse a dieta e planejasse como seria feita a alimentação das vacas. A propriedade trabalha com piquetes rotacionados de brachiaria brizantha cv. Marandu, e os animais têm acesso ao piquete quando este completa 27 dias de crescimento. Os alimentos disponíveis para a formulação do concentrado são Ureia, Farelo de Soja, Farelo de Milho e o núcleo VACAVIP GOLD. Segue abaixo tabela com as informações das vacas:

Animal	Produção (kg/dia)	Dias em lactação	Peso vivo
Bohemia	16,2	105	520
Cachoeira	12,6	210	510
Maravilha	20,7	56	535
Chumbada	17,1	91	520
Castanha	15,4	118	505
Rosada	12,4	238	525
Roxinha	19,7	70	515
Gravata	13,9	182	500

A composição da *B. brizantha* cv. Marandú com menos de 30 dias é a seguinte:

Alimento	MS	PB	NDT	FDN	Ca	P
	%			%		
Marandú (0-30d)	18,05	12,87	58,14	64,69	-	-

O produtor fará uma mistura de concentrado (não vai fazer uma para cada vaca) e realiza a ordenha no sistema balde ao pé duas vezes por dia, ele deseja alimentar cada vaca com uma quantidade de concentrado de acordo com a produção, monte um plano de alimentação com as informações que o produtor precisa, utilize os ingredientes do exercício 6, exceto a cana-de-açúcar.

8. O mesmo produtor anterior precisa preparar a alimentação das vacas para o período seco, suponha que a visita tenha sido feita em abril (utilize os mesmos dados), e que o produtor irá utilizar cana corrigida com 1% de ureia + sulfato de amônio (9:1). Ele dispõe de um cocho grande para disponibilizar o volumoso aos animais duas vezes ao dia.

9. Ao ser contratado por uma fazenda altamente eficiente que possui um lote especial para as vacas entre 21 e 70 dias pós-parto, foi lhe pedido que reformulasse a dieta, pois os animais estavam perdendo muito peso, você constatou uma média do lote de 48 kg de leite por dia e peso médio de 620 kg. A análise de leite da propriedade resultou em 3,7% de gordura e 3,2% de proteína. A propriedade possui um eficiente sistema de controle de temperatura, vagão forrageiro, disponibilidade para compra de qualquer aditivo (exceto gordura protegida), produção de volumosos bem executadas e os seguintes ingredientes para formulação de rações:

Alimento	MS	PB	NDT	FDN	EE	Ca	P
	%			%MS			
Sil. de Milho	31,3	7,27	63,4	55,6	2,79	0,3	0,19
F. Soja	88,49	48,69	80,68	12,86	1,76	0,33	0,57
F. Milho	87,85	9,05	86,10	14,14	4,17	0,03	0,25
Óleo de Soja	100	-	213,94	-	99,00	-	-
VACAVIP GOLD						19,0	6,0

10. Formule uma dieta para 15 novilhas de peso vivo médio de 280 kg, com ganho médio diário de 800 gramas/dia na época das águas, em pastagem de *Urochloa decumbens* e suplemento formulado com os ingredientes:

Alimento	MS	PB	NDT	FDN	EE	Ca	P	Na
	%			%MS				
Urochloa decumbens	28,29	9,40	54,17	66,18	1,35	-	-	-
Uréia + S.A.	100	252,0	-	-	-	-	-	-
F. Algodão	90,09	36,76	65,98	36,03	1,81	0,23	0,88	
F. Milho	87,85	9,05	86,10	14,14	4,17	0,03	0,25	-
NOVPASTO						13,5	7,8	11,4

Utilize o máximo de ureia possível e planeje a adaptação dos animais até chegar à dieta calculada.

2.2 - ALIMENTOS VOLUMOSOS PARA VACAS LEITEIRAS

Leidy Darmony Rufino

Camila Soares Cunha

Marcos Inácio Marcondes

Polyana Pizzi Rotta

Maurício Oliveira Ribeiro da Silva

INTRODUÇÃO

No Brasil, a base da alimentação dos bovinos, independentemente do sistema de suplementação adotado, é o alimento volumoso, que é de fundamental importância para a manutenção do funcionamento normal do rúmen (Pereira et al., 2010). A qualidade e a quantidade da fibra são de grande importância na alimentação de vacas em lactação. Dietas pobres em fibra resultarão em um menor tempo de ruminação, com conseqüente redução na produção de saliva e substâncias tamponantes, podendo ocasionar nessa situação, a queda do pH ruminal podendo resultar em acidose ruminal (Jobim et al., 2002).

Ao oferecer um volumoso de qualidade complementar aos animais no período seco do ano, o produtor estará evitando a queda na produtividade, em uma época na qual normalmente se obtém os melhores preços do leite no mercado. A utilização de forragens conservadas, principalmente na forma de silagem, é uma alternativa viável para garantir o fornecimento de forragem de alta qualidade, durante o período de escassez de alimento (Pereira et al., 2008). Quanto melhor for o volumoso complementar fornecido, maior será a economia com a utilização de alimento concentrado.

Além da utilização de vários tipos de silagens, os produtores de leite têm a opção de utilizar também feno e forrageiras frescas picadas na hora, em substituição ao volumoso mais tradicional utilizado na alimentação de vacas leiteiras que é a silagem de milho.

PRINCIPAIS ALIMENTOS VOLUMOSOS PARA VACAS DE LEITE

São considerados alimentos volumosos aqueles que contêm mais de 18% de fibra bruta (FB) na matéria seca (MS), no entanto, o conceito de FB era utilizado quando vigorava o sistema proposto por Henneberg, em 1864, na Estação Experimental de Weende, na Alemanha. O método de Weende, como ficou conhecido, propôs a determinação da composição centesimal do alimento quantificando seus constituintes como MS, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria mineral (MM) ou cinzas e extrato não nitrogenado (ENN), sendo esse último quantificado por diferença. O método de Weende apresentava limitações principalmente nas determinações de FB e ENN, pois na determinação da FB, a hemicelulose (cerca de 80%) e parte da lignina (entre 50 e 90%) são solubilizadas (Mascarenhas Ferreira et al., 1983). Como consequência, essas frações perdidas são quantificadas como ENN, uma vez que este é determinado por diferença.

Na tentativa de solucionar os erros das avaliações de fibra, foram desenvolvidas outras técnicas mais precisas e melhor adaptadas para as forragens. As técnicas desenvolvidas por Van Soest (1963, 1967) e por Van Soest e Wine (1967, 1968), também conhecidas como sistema detergente, onde se obtém a fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA), foram oficialmente aceitas pela AOAC (1980) por oferecerem uma boa estimativa tanto dos componentes totais da parede celular como das frações mais indigestíveis desta, compostas principalmente por hemicelulose, celulose, e lignina e compostos nitrogenados aderidos à parede celular. Com o surgimento do sistema detergente, tornou-se possível avançar significativamente na caracterização nutricional dos alimentos (Mertens, 1992), possibilitando o isolamento de uma fração química que contém a parte grosseira, separadamente do conteúdo celular.

Dessa forma, o sistema detergente foi integrado ao sistema de Weende definindo a composição centesimal dos alimentos como: MS, PB, MM, EE, FDN, FDA e CNF. Sendo assim, a recomendação atual é que alimentos com mais de 18% de FDN sejam considerados alimentos volumosos, no entanto, até momento ainda persiste a classificação utilizando o termo fibra bruta.

SILAGENS

Silagem é a forragem verde, succulenta, conservada por meio de um processo de fermentação anaeróbica e, armazenada em silos. Denomina-se ensilagem o processo de cortar a forragem, colocá-la no silo, compactá-la e protegê-la com a vedação do silo para que haja a fermentação (Cardoso e Silva, 1995).

Uma fermentação adequada deve ser capaz de promover a rápida queda do pH do material ensilado. Para essa queda, é necessário um ambiente anaeróbico, população suficiente de bactérias produtoras de ácido láctico e nível adequado de substrato na forma de carboidratos solúveis (Muck, 1988; McDonald et al., 1991).

O número de aproximadamente 10^8 bactérias lácticas por grama de material ensilado é considerado como suficiente para garantir uma fermentação apropriada à conservação da silagem (Muck, 1988). No entanto, várias espécies de bactérias pertencentes a diferentes gêneros são capazes de fermentar açúcares a ácido láctico como produto principal (Pontes e Marinho, 1997). Elas podem ser agrupadas em duas categorias básicas: homofermentativas, que produzem apenas ácido láctico, e as heterofermentativas, que apresentam, além do ácido láctico, o etanol, ou o ácido acético adicionados ao CO_2 , como produtos finais da fermentação (McDonald et al., 1991). A produção de ácido láctico é maximizada quando a fermentação é dominada pelas bactérias lácticas homofermentativas.

Uma planta para ser considerada com potencial para a ensilagem deve apresentar um teor de umidade próximo a 70% e conteúdo de carboidratos solúveis acima de 8% na MS. Essas concentrações são necessárias devido esses serem os principais substratos utilizados pelas bactérias lácticas para a fermentação e possuir um baixo poder tampão, não oferecendo resistência à queda do pH para valores entre 3,8 e 4,0 (McCullough, 1977). As culturas de milho e sorgo apresentam estas características e, sendo assim, são as mais utilizadas no processo de ensilagem, pela qualidade da silagem produzida, por serem de fácil cultivo e por apresentarem altos rendimentos.

A ensilagem é um processo de conservação de forragem que tem como objetivo final preservar a forragem com o mínimo de perdas. No processo, carboidratos solúveis são

convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos que encontram um ambiente ideal para proliferarem e criarem condições adequadas às suas conservações.

O processo de ensilagem envolve perdas quantitativas e qualitativas do material ensilado. Em termos nutricionais, a silagem nunca é melhor do que a planta que lhe deu origem, e a quantidade de silagem fornecida aos animais é sempre menor do que a existente na lavoura e a colocada dentro do silo. Independentemente do tipo de cultura a ser ensilada e do tipo de silo, os passos no processo de ensilagem são sempre os mesmos e devem ser seguidos cuidadosamente para se obter eficiência nesse processo (Oliveira, 1998).

Os principais pontos a serem observados na ensilagem são os seguintes: ponto de colheita, tamanho das partículas, compactação do material no silo, vedação do material ensilado, tempo mínimo para abertura do silo e a retirada da silagem.

PONTO DE COLHEITA

Para se produzir silagem de alta qualidade é importante a correta determinação do ponto de colheita da planta. Acertar esse ponto é muito importante, pois ele influenciará diretamente no valor nutritivo da silagem.

Se as lavouras forem ensiladas antes do ponto ideal, o rendimento forrageiro será menor e as silagens terão baixo teor de MS, afetando o custo final da tonelada da silagem, além do aumento da ocorrência de fermentações indesejáveis devido à alta umidade. De acordo com McDonald et al. (1991), o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* ocorre em teores de umidade acima de 72% e pH em torno de 5,5.

Silagens com baixo teor de MS demoram a se estabilizar, permitindo, assim, o crescimento de *Clostridium* e de outras bactérias que produzem ácidos orgânicos de baixo poder ionizante, retardando a estabilização do pH (Muck, 1888; Nussio et al., 2001). Com isso, ocorre consumo de carboidratos solúveis que seriam potencialmente utilizados para a fermentação láctica, reconhecidamente mais desejável (Nussio et al., 2001). Além disso, podem ocorrer perdas devido ao teor de umidade, pois de acordo com Rotz e Muck (1994), a produção de efluentes tende a aumentar quadraticamente com o teor de umidade, provocando perdas por

lixiviação de compostos solúveis. É importante ressaltar que esses efluentes são importantes agentes poluidores.

Por outro lado, se as lavouras forem ensiladas depois do ponto ideal, poderão ocorrer problemas decorrentes da dificuldade de compactação, aumento da porosidade da silagem, diminuição da densidade e fermentação indesejável com a retenção de oxigênio (desenvolvimento de fungos) (Nussio et al., 2001; Weinberg e Ashbell, 2003; Schroeder, 2004). Os fungos podem produzir micotoxinas, as quais provocam deterioração da silagem através do uso dos carboidratos não estruturais para seu desenvolvimento e podem levar à intoxicação de animais. Sem contar que o teor de carboidratos solúveis é menor em plantas com alto teor de MS, o que pode comprometer o processo de ensilagem devido à restrição desse substrato (Nussio et al., 2001).

Jobim et al. (2002) listaram algumas consequências relacionadas ao teor de MS no momento da ensilagem do milho (Tabela 16).

Tabela 16 - Teor de matéria seca (MS) e qualidade de conservação de silagem de milho.

% de MS	Consumo animal	Avaliação	Características
< 28	-	-	Presença de efluentes
			Aumento das perdas
			Baixo consumo de M S
28 a 35	+	+	Ausência de efluentes
			Facilidade de compactação
			Facilidade de corte e picagem
35 a 40	+ -	+ -	Dificuldade para compactação
			Baixa estabilidade
			Baixa densidade
> 40	+ -	-	Presença de ar
			Aumento das perdas

Fonte: Jobim et al. (2002)

TAMANHO DAS PARTÍCULAS

O tamanho das partículas também interfere na qualidade final da silagem. A densidade da massa de forragem verificada no fechamento do silo determina a quantidade de oxigênio residual (Evangelista et al., 2004). De acordo com McDonald et al. (1991), o tamanho das partículas, quando menores que 20 mm, pode atuar de forma positiva sobre a disponibilidade de carboidratos solúveis, favorecendo, assim, o crescimento de bactérias lácticas.

O menor tamanho das partículas facilita o processo de ensilagem, uma vez que permite maior densidade de transporte do material colhido até o local de armazenamento, facilita o processo de compactação e permite melhor fermentação anaeróbia, preservando-se, assim, o valor nutritivo da massa ensilada, com minimização das perdas (Neumann et al., 2005). Além disso, o menor tamanho das partículas pode favorecer o consumo de MS (Kononoff et al., 2003). Apesar de o menor tamanho das partículas ser desejável, deve-se ter atenção também para que essas partículas não sejam muito pequenas, pois se isso ocorrer o alimento pode provocar queda de motilidade ruminal. O ideal é que 65% das partículas fiquem retidas na peneira de 8 mm.

COMPACTAÇÃO DO MATERIAL NO SILO

A fermentação do material ensilado deve ocorrer na ausência de ar, pois a presença de ar favorece fermentações indesejáveis para a conservação da forrageira. Deve-se expulsar o máximo possível de ar, através da compactação do material colocado no silo. De acordo com Oliveira (1998), quanto mais compactado o material, melhor a fermentação, maior a quantidade de forrageira colocada no silo e melhor o valor nutritivo e consumo da silagem.

De modo geral, as silagens que apresentam entre 600 kg/m^3 e 800 kg/m^3 são consideradas adequadamente compactadas, porque geralmente, não contêm quantidade de oxigênio residual suficiente para prejudicar o processo de fermentação (Tomich et al., 2003).

Segundo Ruppel et al. (1995) para uma adequada compactação deve-se compactar o material em camadas de até 30 cm de espessura, isso facilita a expulsão do oxigênio que é

prejudicial no processo de fermentação. Ainda, foi observado que perdas de MS podem ser reduzidas em 2,2% para cada acréscimo de 50 kg MS/m³ na densidade da silagem. Segundo Ruppel et. al (1995) o equipamento de compactação deve possuir peso igual ou superior 40% da massa de forragem que chega ao silo por hora. Eles avaliaram o manejo da produção de silagens de milho e de alfafa em 12 fazendas no Estado de Nova York – EUA e relataram que o peso do veículo e a taxa de compactação, dentre os parâmetros avaliados foram os que melhores correlacionaram com as variações nas densidades das silagens. O tempo de compactação ideal é de 1 a 3 minutos por tonelada de forragem depositada no silo.

VEDAÇÃO DO MATERIAL ENSILADO

O tempo gasto no enchimento do silo deve ser o menor possível e, a vedação do material é uma etapa muito importante do processo da ensilagem, para se evitar contaminação com água ou ar. A vedação inadequada leva, obrigatoriamente, à descartes de silagem após a abertura do silo (Oliveira, 1998). A deposição da massa ensilada no silo durante o processo de enchimento deve ocorrer com uma inclinação para minimização da área de superfície de contato com o ar.

No Brasil um problema que resulta em perdas de silos é a espessura das lonas existentes no mercado, pois muitas não respeitam a legislação e possuem característica que não atendem a recomendação. Assim, a utilização de lonas de dupla face e com espessura de 200 a 400 micras e a proteção com material que permite a aderência à massa ensilada são recomendadas. Segundo Bolsen et.al. (1993) as perdas de MS nos primeiros 90 cm podem variar entre 8% e 46% para silos cobertos ou não, respectivamente. Deve-se deixar além da massa ensilada uma parte para ajudar na vedação do silo, onde está é sobreposta com terra para ajudar na vedação e na proteção contra umidade.

TEMPO MÍNIMO PARA ABERTURA DO SILO

Normalmente, o ciclo fermentativo de uma silagem se completa com 21 dias (Pereira et al., 2004), momento em que a silagem se encontra estabilizada, podendo o silo ser aberto e a

silagem consumida. Se bem vedado, o silo pode conservar a silagem em boas condições por vários anos (Oliveira, 1998).

RETIRADA DA SILAGEM

Existe um mínimo de silagem que deve ser retirado diariamente do silo. A partir do momento que o silo é aberto, o ar penetra na camada mais externa da silagem e um processo de fermentação aeróbica indesejável se inicia. Quanto mais compactado estiver o material, menor será a penetração do ar. Para silagens bem picadas e compactadas, a camada mínima a ser retirada é de 15 cm (Oliveira, 1998), de cima até em baixo, sem degraus, em toda a face do silo. Com isso, minimiza-se a superfície exposta ao ar e, conseqüentemente, as perdas decorrentes das fermentações indesejáveis. Mais essa fatia depende muito da densidade de estocagem podendo ser necessário retirar uma camada maior para evitar perdas.

VALOR NUTRITIVO DE UMA SILAGEM

Uma planta é adequada para a ensilagem se sua fermentação for eficiente em conservar o valor nutritivo da silagem o mais próximo possível do valor da forragem verde (Vilela, 1998). Entre os principais parâmetros utilizados para avaliar a qualidade do processo fermentativo estão o teor de MS, o valor de pH, o conteúdo de nitrogênio amoniacal representado como a proporção de nitrogênio total e os conteúdos de ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação (Vilela, 1998; Tomich et al., 2003).

A diminuição do pH está relacionada com a conservação do material ensilado, por promover a diminuição da atividade proteolítica mediada por enzimas da própria planta e fazer cessar o crescimento de microrganismos anaeróbicos indesejáveis, particularmente, enterobactérias e clostrídios (Muck e Bolsen, 1991). De maneira geral, tem-se atribuído pH entre 3,8 e 4,2 como adequado às silagens bem-conservadas, porém o valor de pH não deve ser considerado de forma isolada, pois em forragens com maiores teores de MS, o pH apresenta menor importância para a conservação da massa ensilada, enquanto forragens com teores

inferiores a 25% de MS necessitam de baixos índices de pH para a inibição dos processos que levam à deterioração da forragem (Muck, 1988).

O teor de nitrogênio amoniacal da silagem reflete a ação deletéria de enzimas da planta e de microrganismos na fração proteica da forragem. Em geral, considera-se que valores inferiores a 10% como proporção ao valor de nitrogênio total, são adequados para silagens bem-conservadas (Pereira et al., 2009).

Dentre os ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação de silagens, os ácidos láctico, butírico e acético são mais comumente utilizados para a avaliação da qualidade da silagem. Um processo de fermentação adequado resultará em silagens com valores de ácido láctico próximos a 4-10% na MS, ácido acético inferior a 2,5% na MS e ácido butírico inferior a 0,5% na MS (Kung e Shaver, 2001).

Todos os ácidos formados na fermentação contribuem para a redução do pH da silagem, no entanto, o ácido láctico possui um papel fundamental nesse processo, por apresentar maior constante de dissociação que os demais (Moisio e Heikonen, 1994). Embora o seu conteúdo seja frequentemente utilizado para a avaliação da qualidade da fermentação, a quantidade necessária de ácido láctico para reduzir rapidamente o pH e inibir os processos que promovem a deterioração do material ensilado varia com a capacidade de tamponamento da forragem e com o teor de umidade da massa ensilada. Sendo assim, não dá para estabelecer níveis deste ácido como um parâmetro para a avaliação do processo fermentativo (Tomich et al., 2003).

A quantidade de ácido butírico reflete a extensão da atividade clostridiana sobre a forragem ensilada e também está relacionada a menores taxas de decréscimo e elevado pH final das silagens. O teor desse ácido pode ser considerado um dos principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo. Também corresponde a perdas acentuadas de MS e energia da forragem original durante a fermentação e, com frequência, o ácido butírico é positivamente correlacionado à redução da palatabilidade e do consumo de forragem (Pereira et al., 2009).

Silagens muito úmidas, que sofreram fermentação excessiva ou mal compactadas podem apresentar elevadas concentrações de ácido acético, o qual, assim como o ácido butírico, conduz a maiores valores de pH final nas silagens (Kung e Shaver, 2001).

SILAGEM DE MILHO

O milho (*Zea mays* L.) (Figura 6) é originário do continente americano e adaptado às regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, é a cultura mais utilizada para produção de silagem pelo fato de ser facilmente cultivado em todo o país, ter alta produtividade e facilidade de fermentação dentro do silo, além de sua silagem ter um bom valor energético e ser de grande consumo pelos animais (Oliveira, 2007). É a cultura mais indicada para locais de solos férteis, clima mais favorável e com alta tecnologia (Silva, 2001).



Figura 6 - Plantação de milho.

Fonte: Arquivo pessoal.

RENDIMENTO FORRAGEIRO

Quando o milho é cultivado em ótimas condições de clima e de fertilidade apresenta produtividades elevadas que podem ultrapassar 50 t/ha de massa verde (Miranda et al. (2008). Com o avanço nas pesquisas, novas variedades foram criadas e/ou aperfeiçoadas geneticamente e isso elevou o potencial de produtividade, podendo ser encontrados híbridos com produtividades acima de 70 t/ha e bem mais adaptados a cada particularidade das diferentes regiões do país.

MOMENTO DE COLHEITA PARA A ENSILAGEM

Para o milho, o recomendado é que a colheita seja feita quando o mesmo apresentar na lavoura uma MS entre 33 e 37%. Nesse estágio, os grãos estarão farináceos ou farináceos-duros (Miranda et al., 2008). O modo mais prático para avaliar o teor de MS, embora trabalhosa, é picar um pouco do material, misturá-lo e apertá-lo com uma das mãos. Se, ao abrir a mão, o bolo formado permanecer fechado, é sinal que a MS está muito baixa; se o bolo se abrir lentamente, o material está no ponto ideal; e se o bolo se desfizer rapidamente, é porque o material já passou da hora de ser colhido (Oliveira, 1998). Pode-se utilizar a MS do material através do método do micro-ondas, onde se pesa uma quantidade de massa conhecida, normalmente 100 gramas, e coloca-se no micro-ondas com um copo de água por 3 minutos, depois disso troca-se o copo de água e coloca por mais um minuto, a partir disso a cada um minuto deve-se pesar o material e trocar o copo de água, até que o peso do material se repita por pelo menos 3 vezes, o peso do material determina o teor de matéria seca.

É comum entre os técnicos indicar o ponto de colheita quando a “linha de leite” (linha que divide a parte leitosa do grão com a parte farinácea/dura) estiver na metade até dois terços do grão, com a parte superior farináceo-duro e a parte inferior leitosa (Figura 7).



Figura 7- Diferentes estágios da linha do leite em grãos de milho.

Fonte: Arquivo pessoal.

Deve-se observar várias espigas em locais diferentes da lavoura. Em áreas muito extensas pode-se iniciar a colheita com a linha do leite em um terço ($1/3$) do grão, cerca de 30% de MS. É importante ressaltar que existe variação entre as cultivares quanto à linha do leite, assim o melhor é analisar o teor de MS da planta toda (Miranda et al., 2008).

QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO

A silagem de milho é tida como padrão e, geralmente, considerada referência para comparação de valor com outras silagens (Henrique et al., 1998). O milho é a planta mais utilizada para ensilagem devido sua composição bromatológica, que preenche os requisitos para confecção de uma boa silagem como: teor de MS entre 30 % a 35 %, mínimo de 3% de carboidratos solúveis na matéria original, baixo poder tampão e proporcionar uma boa fermentação microbiana (Nussio, 1991). Em forrageiras de alta qualidade, como é o caso do milho e do sorgo, não é necessário o uso de qualquer tipo de aditivo químico ou absorvente na silagem, ou mesmo estimulantes bacterianos para acelerar a fermentação (Miranda et al., 2008), mesmo assim a utilização de aditivos ajuda na estabilidade aeróbica da silagem podendo contribuir positivamente para conservação do material. Uma boa silagem de milho é caracterizada por possuir uma textura firme, coloração clara com tons variando entre o amarelo e o verde claro, um leve cheiro de vinagre e ausência de mofos (Lopes, 2009). Possenti et al. (2005) encontraram valores de pH de 4,08, nitrogênio amoniacal de 5,87% do nitrogênio total e teor de ácido láctico, acético e butírico de 11,32%, 0,79% e 0,01% na MS, respectivamente, caracterizando uma silagem de qualidade.

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE MILHO

A silagem de milho é considerada padrão, com destaque para o seu teor de energia (Tabela 17).

Tabela 17 - Composição química da silagem de milho expressa em percentagem da matéria seca.

MS	PB	EE	FDN	FDA	NDT	Lignina	Cálcio	Fósforo
31,29	7,27	2,79	55,63	31,22	63,44	4,93	0,30	0,19

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM SILAGEM DE MILHO

Queiroz et al. (2008) observaram como resultado da relação entre produção de leite corrigida para 4% de gordura e consumo de MS uma maior eficiência de produção de animais alimentados com silagem de milho. Assim, os animais apresentaram produções de leite maiores, além de maior teor de gordura no leite, o que justifica a maior eficiência (Tabela 18).

Tabela 18 - Desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de milho como volumoso: compilação de dados da literatura.

Autores	Raça	DL	V:C	CMS	PL	PLC	%G
Broderick (1985)	HOL	68	60:40	20,70	26,10	24,1*	3,50
			79:21	20,00	23,90	22,9*	3,74
		88	60:40	23,10	30,30	29,2*	3,86
			76:24	23,90	28,00	26,9*	3,84
M oreira et al. (2001)	1/2HZ	55	60:40	20,40	24,36	25,56*	4,33
	15/16 HZ						
M agalhães et al. (2004)	HOL	60	60:40	20,03	24,17	27,00	4,17
M endonça et al. (2005)	HOL	57	60:40	17,80	22,00	23,00	3,80
Costa et al. (2005)	HOL	120	60:40	19,32	20,81	21,22	3,61
Queiroz et al. (2008)	HOL	-	50:50	21,30	25,50	24,00*	3,60
Nascimento et al. (2008)	HOL	65	85:15	21,95	28,81	30,65*	4,39
Santos et al. (2011)	1/2HOLxGI	80	20	14,58	-	13,76*	4,27
	R						

DL = dias de lactação; V:C= relação volumoso:concentrado; CM S = consumo de matéria seca (kg/dia); PL = produção de leite (kg/dia); PLC = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia); %G = % de gordura no leite. * Produção de leite corrigida para 4% de gordura.

SILAGEM DE SORGO

O sorgo (*Sorghum bicolor* L. Mornch) (Figura 8) se adapta a uma ampla variação de ambientes e produz razoavelmente bem sob condições desfavoráveis em relação à maioria dos

outros cereais. Em razão da sua resistência à seca, o sorgo é considerado um dos cultivos mais apropriados às regiões semiáridas (Magalhães et al., 2000). Suas características lhe conferem ampla adaptação à época de semeadura, que se estende de setembro a março, despertando muito interesse pela semeadura em sucessão às culturas precoces de verão (Zago, 1997), sendo assim, em regiões áridas e semiáridas, o sorgo tem sido cultivado como primeira cultura e em regiões de melhor distribuição de chuvas tem apresentado boa adaptação ao cultivo da safrinha (Demarchi et al., 1995; Pedreira et al., 2003).



Figura 8 - Plantação de sorgo.

Fonte: Arquivo pessoal.

A silagem de sorgo destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo que, de modo geral, equivale a 85% da silagem do milho (Silva, 2001). Ainda, a cultura do sorgo permite o aproveitamento da rebrota, já que seu sistema radicular permanece vivo após o corte e ainda, está menos sujeito a roubos em comparação com o milho (Faria Jr et al., 2009).

TIPOS DE SORGO PARA SILAGEM

O sorgo apresenta três tipos de cultivares: forrageiro, duplo-propósito e granífero.

SORGO FORRAGEIRO

São plantas de porte alto, acima de 2,70 m de altura, o que confere a essas cultivares alto potencial de produção de massa verde, com produção variando entre 50 e 70 t/ha no primeiro corte. A maior vantagem do sorgo forrageiro é o baixo custo da silagem produzida. Entretanto, a qualidade da silagem é inferior, devido à baixa produção de grãos (Miranda e Pereira, 2006). Normalmente, os sorgos forrageiros de porte alto comercializados no Brasil apresentam colmos suculentos, com alto teor de açúcares, pois são derivados de materiais genéticos chamados de sorgo sacarino. São propensos ao acamamento, causando sérios prejuízos ao produtor, afetando a qualidade e o custo da silagem, pela perda de grãos e de folhas, além de dificultar ou impossibilitar a colheita mecanizada. Não é indicado para a produção de silagem de vacas de alta produção (Miranda e Pereira, 2006).

SORGO DUPLO-PROPÓSITO

São plantas de porte médio, variando de 2,00 a 2,30 m de altura. A produção de massa verde varia de 40 a 55 t/ha no primeiro corte, com boa produção de grãos (4 a 6 t/ha), o que confere alta qualidade à silagem. Este deve ser o material preferencial a ser plantado para produção de silagem de sorgo de alta qualidade (Miranda e Pereira, 2006).

SORGO GRANÍFERO

Plantas de porte baixo, menores que 1,70 m de altura, desenvolvidas especialmente para a produção de grãos, podendo chegar a 8 t/ha de grãos secos. Quando utilizadas para silagem, a produção de massa verde é baixa, geralmente abaixo de 30 t/ha, o que eleva o custo de

produção, mas a qualidade da silagem é alta, devido à elevada proporção de grãos. As pesquisas científicas sobre o uso do sorgo granífero para a produção de silagem são escassas, devendo ser recomendado com cautela e apenas para produtores de alto nível tecnológico e animais de alta produção (Miranda e Pereira, 2006).

MOMENTO DE COLHEITA PARA A ENSILAGEM

Para que a silagem seja de alta qualidade, a colheita da forrageira deve ser feita num momento ótimo do seu estágio de desenvolvimento (Araújo et al., 2007). Para o sorgo, alguns híbridos atingem o teor de matéria seca ideal no estágio de grão farináceo, e outros no de grão leitoso para grão pastoso (Molina et al., 2000). Como no sorgo não se pode observar a linha do leite devido a deposição de amido ser distinta, o ideal é observar a consistência do grão, quando estão passando do estágio leitoso para o farináceo.

QUALIDADE DA SILAGEM DE SORGO

As quantidades de MS do sorgo são correlacionadas com o estágio de maturação e com a proporção entre as frações de colmo em relação às de folhas e panículas na planta (Gontijo Neto et al., 2004). Para silagens de sorgo, os resultados da literatura indicam a possibilidade de produção de silagens de boa qualidade nutricional e bom padrão fermentativo com materiais ensilados com teores de MS variando de 20% a 37% (Faria Jr et al., 2009).

Já nas primeiras 24 horas de fermentação, as silagens de sorgo apresentam valores de pH capazes de minimizar a atividade proteolítica das enzimas e bactérias e tendem a se estabilizar antes de 10 dias transcorridos da ensilagem (McDonald et al., 1991; Borges et al., 1997; Brito et al., 2000; Rocha Jr. et al., 2000), com valores entre 3,6 e 4,3. Ribeiro et al. (2007) avaliando a silagem de cinco genótipos de sorgo encontraram que valores de pH variando entre 3,8 e 4,2 são considerados adequados para a fermentação e valores de nitrogênio amoniacal variando de 1,52 a 2,75% do nitrogênio total. De acordo com Faria Jr et al. (2009), os teores de nitrogênio amoniacal em silagens de sorgo variam de 0,5 a 7,8% do nitrogênio total, abaixo da

quantidade máxima de 10% para que a silagem seja considerada com bom padrão de fermentação, evidenciando a qualidade do sorgo para a ensilagem.

Em silagens de sorgo são encontrados teores de ácido láctico variado de 3,2 a 15,4% (Rocha Jr et al., 2000; Rodrigues et al., 2002; Araújo et al., 2007; Ibrahim, 2007). Araújo et al. (2007) avaliaram a silagem de três híbridos de sorgo e encontraram valores de ácido butírico variando de 0,003 a 0,337% e de ácido acético variando de 0,75 a 1,95%.

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE SORGO

Existe uma grande variabilidade entre a composição de nutrientes nos diferentes híbridos de sorgo. Estas variações devem-se, principalmente, a diferentes proporções entre colmo, folhas e panícula, bem como às diferenças no valor nutritivo dessas frações entre os híbridos (Faria Jr et al., 2009). Basicamente, a qualidade da silagem de sorgo é dada pela panícula, devido este ser o componente da planta que apresenta os maiores teores de MS, PB e principalmente energia, além de melhor digestibilidade *in vitro* da MS, associado às menores concentrações de FDN, celulose e lignina (Neumann et al., 2002). De modo geral, as silagens de sorgo apresentam um bom valor nutritivo (digestibilidade e composição química) e boa qualidade (Tabela 19).

Tabela 19 - Composição química da silagem de sorgo expressa em percentagem da matéria seca.

MS	PB	EE	FDN	FDA	NDT	Lignina	Cálcio	Fósforo
29,76	6,46	2,60	57,66	30,95	58,38	5,08	0,33	0,19

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido. NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

Os nutricionistas consideram que o valor nutricional da silagem de sorgo equivale entre 80 e 90% do valor nutritivo da silagem de milho, devido à menor quantidade de grãos,

por apresentar perdas de grãos nas fezes dos animais e colmos de menor digestibilidade (Silva, 2001).

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM SILAGEM DE SORGO

A silagem de sorgo tem potencial para substituir as silagens de milho como volumoso único, sem comprometimento do desempenho de vacas em lactação e com possibilidade de redução de custos (Faria Jr et al., 2009) (Tabela 20).

Tabela 20 - Resultados de pesquisa avaliando a silagem de sorgo na alimentação de vacas leiteiras.

Autores	Tratamentos	Resultados
Lusk et al. (1984)	Silagem de sorgo e de milho	M aior CM S para silagem de sorgo N.S: produção de leite
Gomide et al. (1987)	Silagem de sorgo e de milho	M aior CM S para silagem de sorgo
Nichols et al. (1998)	Silagem de sorgo e de milho	N.S: CM S, produção e composição de leite
Nascimento et al. (2008)	Silagem de diferentes tipos de sorgo e de milho	M enor CM S para silagem de sorgo N.S: produção e composição do leite
Santos et al. (2011)	Silagem de milho, sorgo, cana e cana in natura	M enor CM S para silagem de sorgo NS: produção de leite

CM S: Consumo de matéria seca; N.S: Não significativo

Lusk et al. (1984) e Gomide et al. (1987) encontraram maiores ingestões de MS para silagens de sorgo em relação a silagens de milho. Nascimento et al. (2008) compararam silagens de sorgo granífero e sorgo sacarino (Tabela 21). Nesse estudo, eles observaram uma menor ingestão de MS para a silagem de sorgo sacarino, em virtude da maior proporção de parede celular deste material, porém, a produção de leite foi semelhante. Por outro lado, quando comparadas com a silagem de milho, as silagens de sorgo promoveram um menor consumo de MS e menor produção de leite. Dias et al. (2001) e Santos et al. (2011) também observaram que as silagens de sorgo proporcionaram um menor consumo de MS em relação às silagens de milho. Entretanto, Nichols et al. (1998) compararam o efeito da silagem de sorgo e da silagem de milho na dieta de vacas Holandesas de alta produção e não observaram diferenças no consumo de MS.

Tabela 21 - Desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de sorgo como volumoso: compilação de dados da literatura.

Autores	Raça	DL	V:C	CMS	PL	PLC	%G
Valvasore et al. (1998)	HOL e Pardo-suíça	65	80:20	14,52	12,93	13,11	3,64
Wanderley et al. (2002)	HOL	60	57:43	20,95	24,98	26,59	3,81
Nascimento et al. (2008)	HOL	65	85:15	22,98 SG	24,69	25,63*	4,31
				19,43 SS	24,14	26,1*	4,56
Santos et al. (2011)	1/2HOLxGIR	-	80:20	12,73	-	12,54*	4,09

DL = dias de lactação; V:C= relação volumoso:concentrado; CM S = consumo de matéria seca (kg/dia); PL = produção de leite (kg/dia); PLC = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia); %G = % de gordura no leite; SG = sorgo granífero; SS = sorgo sacarino. * Produção de leite corrigida para 4% de gordura.

Lusk et al. (1984) e Santos et al. (2011) compararam as silagens de milho e sorgo e não observaram diferenças na produção de leite. Nichols et al. (1998) não observaram diferenças na produção e na composição do leite de vacas de alta produção alimentadas com silagens de sorgo e de milho. Da mesma forma, Dias et al. (2001) não observaram diferenças nos teores de gordura do leite utilizando diferentes tipos de volumosos.

Nascimento et al. (2008) avaliaram diferentes tipos de sorgo e observaram que a percentagem de gordura do leite das vacas alimentadas com silagem de sorgo sacarino foi

superior em comparação às aquelas alimentadas com silagem de sorgo granífero ou silagem de milho. Já para percentagem de proteína no leite, os maiores valores foram observados em vacas alimentadas com silagem de milho, valor intermediário para vacas alimentadas com silagem de sorgo sacarino e o menor valor para vacas alimentadas com o uso de silagem de sorgo granífero.

Assim, observa-se que a silagem de sorgo é uma boa alternativa à silagem de milho podendo manter a produção de leite das vacas. A escolha da variedade a ser utilizada deve considerar características de cada sistema de produção e, principalmente, a viabilidade econômica de cada uma. A maior vantagem que pode se destacar da cultura do sorgo é que ela pode ser produzida na safrinha pois possui maior tolerância a seca e isso implica em menos risco de quebra na produção.

SILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR

A cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) destaca-se entre as gramíneas de clima tropical por apresentar elevada produção de forragem por unidade de área, baixo custo de produção de MS, manutenção do valor nutritivo até seis meses após a maturação e período de colheita que coincide com o período de escassez de forragem (Rodrigues, 1999) em regiões de clima tropical do Brasil. A cana colhida diariamente e oferecida fresca aos animais é uma prática tradicional e de amplo conhecimento dos pecuaristas, no entanto, o corte diário torna-se problemático em situações nas quais se deseja utilizar a cana como forrageira durante todo o ano. Isso ocorre pela dificuldade de sua colheita em dias de chuva e à perda no seu valor nutritivo durante o verão; há ainda os gastos com mão de obra e máquinas (Valeriano et al., 2006). Além disso, canaviais que tenham sido submetidos à queima ou que tenham sofrido fortes geadas requerem utilização rápida para não serem perdidos (Valeriano et al., 2006).

A produção de silagem de cana de açúcar (Figura 9) pode minimizar esses problemas, pois permite a racionalização da mão de obra através da concentração do processo de corte em uma determinada época do ano, simplifica o manejo diário na fazenda e maximiza a utilização de maquinários (Marcondes et al., 2011). Sendo assim, tem se observado um aumento crescente do uso da silagem de cana de açúcar na alimentação animal e, de acordo com Santos et al.

(2008), os principais fatores que impulsionaram essa técnica foram os ganhos em logística operacional, manejo do canavial e melhoria na qualidade de vida no meio rural.



Figura 9 - Silagem de cana-de-açúcar.

Fonte: Arquivo pessoal.

RENDIMENTO FORRAGEIRO

A alta produtividade obtida em canaviais bem formados e manejados faz com que o custo das dietas contendo silagem de cana seja bastante inferior aos custos das dietas com silagem de milho, para um mesmo nível de produção das vacas. Ainda, a área de cana a ser formada é, em média, metade da área de milho que seria necessário para alimentar o mesmo número de animais e pelo mesmo período. De acordo com Silva (1993), a produção média de silagem de cana de açúcar é de 80 a 120 t/ha de matéria verde.

MOMENTO DE COLHEITA PARA A ENSILAGEM

É importante que a época do corte seja durante a seca, quando a cana apresenta altos teores de açúcar (Brix > 18° e pol > 13%) e MS em torno de 30%, (Thiago e Vieira, 2002). Ainda, torna-se importante observar a época de maturação de cada cultivar, pois alguns se diferem em relação a outros em questão de sua maturação ser precoce, intermediária e tardia, podendo assim alcançar sua maturação em diferentes épocas. Dessa forma, haverá um auxílio ao planejamento da época de colheita para a necessidade de cada região ou sistema de produção.

QUALIDADE DA SILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR

Enquanto a maioria das forragens apresenta dificuldades para atingir um processo fermentativo adequado devido ao baixo conteúdo de carboidratos solúveis (Wilkinson, 1998), a cana de açúcar é considerada uma boa alternativa para a ensilagem porque possui conteúdo relativamente alto de MS e baixa capacidade tampão. Uma diferença importante entre a cana e outras forrageiras utilizadas para a ensilagem, como por exemplo, o milho e o sorgo, é a natureza química dos seus carboidratos solúveis. A cana de açúcar apresenta alto teor de sacarose, que, de acordo com Woolford (1984) pode favorecer o desenvolvimento de leveduras durante o processo de ensilagem.

A maioria das espécies de leveduras necessita de oxigênio para seu crescimento, no entanto, algumas espécies se desenvolvem em condições anaeróbias, podendo manter altas populações nessas condições, em decorrência da fermentação dos açúcares (Walker, 1988). Na ensilagem da cana de açúcar, onde a queda do pH é rápida, as leveduras dominam o processo fermentativo, pois não são inibidas pela redução do pH na forragem e possuem a habilidade de crescer em pH variando de 2 a 8. Essa característica possibilita as leveduras a ocuparem diferentes nichos ambientais, quando comparados às bactérias (Walker, 1988; McDonald et al., 1991), além do fato do etanol, produzido na fermentação, ser tóxico a muitos microrganismos (Walker, 1988).

As leveduras são capazes de gerar perdas significativas de MS devido à fermentação alcoólica (8–17%), perdas Gasosas (15,9%) e Totais (32,5%). De acordo com Nussio et al.

(2005), o acúmulo de etanol representa perdas do material ensilado, e ainda, perdas decorrentes da recusa pelos animais.

Aditivos têm sido utilizados para controlar a população de leveduras e diminuir as perdas no processo fermentativo (Queiroz et al., 2008). Alguns trabalhos demonstram que silagens produzidas exclusivamente com cana de açúcar, sem a utilização de qualquer tipo de aditivo apresentam fermentação alcoólica e perda no valor nutritivo (Preston et al. 1976; Boin e Tedeschi, 1993). Sendo assim, a obtenção de bons resultados técnicos e econômicos no processo de ensilagem da cana depende, invariavelmente, da escolha e uso de forma correta do aditivo a ser utilizado (Nussio e Schmidt, 2004).

ADITIVOS NA ENSILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR

Vários aditivos têm sido utilizados na ensilagem de cana de açúcar e os resultados têm sido bastante variáveis. Eles podem ser classificados em: aditivos químicos, biológicos e sequestrantes de umidade. Objetivando-se avaliar o efeito do uso de aditivos químicos, biológicos ou a associação da cana de açúcar com outros alimentos, Marcondes et al. (2011) construíram um banco de dados com base em trabalhos encontrados na literatura nacional. Os autores utilizaram 59 trabalhos, publicados entre 1999 e 2011 (Tabela 22). Podem ser verificados os ganhos obtidos, tanto para a composição química do volumoso, bem como para parâmetros fermentativos com a utilização dos variados aditivos na ensilagem da cana de açúcar.

Os aditivos químicos têm sido utilizados visando melhorar o padrão fermentativo, a estabilidade aeróbia, o controle do desenvolvimento de leveduras e a conservação da cana na forma de silagem. Alguns dos produtos utilizados são: hidróxido de sódio, cal, calcário, gesso agrícola, benzoato de sódio, sorbato de potássio, ácido fórmico, ácido propiônico, ácido fosfórico, ureia, sulfato de amônio, amiréia e zeolita (Marcondes et al., 2011).

O NaOH tem sido utilizado com o objetivo de aumentar o pH inicial da cana-de-açúcar no momento da ensilagem, uma vez que se sugere que valores de pH inicial maiores favoreçam a prevalência de bactérias, enquanto que menores valores de pH favoreceriam as leveduras (Preston et al., 1976). Outro objetivo da utilização do NaOH na ensilagem de cana-de-açúcar é

a hidrólise de carboidratos fibrosos, tornando assim maior o teor de carboidratos não fibrosos e aumentando a digestibilidade do produto final. Os primeiros trabalhos com NaOH como aditivo para a ensilagem iniciaram-se no final da década de 70 e 80 (Castrillón et al., 1978; Alcântara, 1989) e envolviam a utilização de hidróxido de sódio na ensilagem da cana-de-açúcar. Segundo esses autores, utilização de NaOH reduzia significativamente a produção de etanol e os teores de FDN, e resultava em silagens com maior pH e maior teor de ácido láctico, cinzas e carboidratos solúveis.

A cal possui efeito parecido com o do hidróxido de sódio, no entanto, é uma base mais fraca e, assim, os resultados são em menor extensão. É utilizada com o objetivo de reduzir os constituintes da parede celular por hidrólise alcalina e contribuir para a preservação de nutrientes solúveis inibindo o desenvolvimento de leveduras que atuam na forragem ensilada, reduzindo assim, a perda do valor nutritivo durante a ensilagem e após a abertura do silo (Balieiro Neto et al., 2007). A facilidade de manuseio é uma vantagem da utilização da cal em relação ao hidróxido de sódio.

Tabela 22 - Efeito da utilização de aditivos químicos, biológicos ou da associação com outros alimentos sobre a composição química e parâmetros fermentativos da silagem de cana de açúcar.

Item ¹	Silagem de cana	Silagem de cana com aditivos químicos	Silagem de cana com aditivos biológicos	Silagem de cana associada com outros alimentos
N	59	115	54	43
M S	24,5	26,2	25,9	29,8
M O	95,5	92,8	94,9	94,1
PB	3,31	5,96	3,43	6,61
EE	1,84	1,55	-	7,40
FDN	65,6	59,9	64,8	52,8
CNF	17,8	21,7	21,3	21,6
LIG	7,53	7,84	8,72	6,53
DIVM S	46,6	53,5	48,6	70,6
pH	3,53	3,99	3,45	3,68
N-NH ₃	4,53	11,6	7,10	5,08
Etanol	7,24	4,73	7,06	5,93
Leveduras	4,95	5,01	4,51	3,00

¹n=número de médias de tratamentos consideradas (valor válido para matéria seca); M S = matéria seca; M O = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não fibrosos; LIG = lignina; DIVM S = digestibilidade in vitro da matéria seca; N-NH₃ = nitrogênio amoniacal. Fonte: M arcondes et al. (2011)

Atuando de forma semelhante ao hidróxido de sódio e à cal, o calcário e o gesso agrícola também são usados na silagem de cana de açúcar como agentes alcalinizantes. Segundo Essig (1968), o calcário melhora a fermentação e a aceitabilidade das silagens.

A ureia é muito utilizada como aditivo e, de acordo com Muck e Kung Jr (1997), entre os principais motivos para o seu uso estão o baixo custo, associado ao incremento de PB na forragem e o aumento da vida útil da silagem, reduzindo a produção de etanol e as perdas de MS e carboidratos, devido ao controle do desenvolvimento de leveduras no material ensilado. Isso ocorre pelo fornecimento de nitrogênio para a fermentação bacteriana que compete com a fermentação por leveduras. Segundo Buchanan-Smith (1982), a ureia aumenta o teor de proteína verdadeira na silagem, por reduzir a proteólise da planta. De acordo com Reis et al.

(1990), dentro do silo, a ureia, em decorrência da ação da uréase, é convertida em amônia, capaz de solubilizar os componentes da parede celular, principalmente a hemicelulose, reduzindo a FDN do material.

Os aditivos microbianos não são corrosivos, são seguros ao manuseio e tem sua efetividade baseada na atividade dos microrganismos. Podem ser classificados em dois grupos: estimulantes de fermentação e inibidores de deterioração aeróbia. Esses produtos normalmente contêm bactérias ácido lácticas, que são encontradas nas forragens e silagens e têm sido selecionadas em função do seu rápido crescimento em uma ampla faixa de temperatura, pH e umidade. Ainda, produzem preferencialmente ácido láctico durante o seu crescimento (Muck e Kung Jr., 1997).

Segundo Kung Jr. et al. (2003), o objetivo da utilização de aditivos microbianos em silagem é inibir o crescimento de microrganismos aeróbios e anaeróbios indesejáveis, tais como enterobactérias e clostrídios, inibir a atividade de proteases e desaminases da planta e de microrganismos, adicionar microrganismos benéficos para dominar a fermentação, formar produtos finais benéficos para estimular o consumo e a produção do animal e melhorar a recuperação de MS na forragem conservada.

A inoculação de silagens de cana de açúcar com *Lactobacillus buchneri*, por exemplo, aumenta a estabilidade aeróbia do material e reduz a perda total de MS em até 56%, comprovando o efeito positivo do uso deste tipo de aditivo (Pedroso, 2007; Queiroz et al., 2008).

A associação de aditivos nutrientes e/ou absorventes de umidade na ensilagem da cana de açúcar tem por objetivo melhorar o valor nutritivo da silagem, favorecer um adequado processo fermentativo no material, obtendo fermentação láctica com pequena perda energética. Alguns dos alimentos utilizados como aditivos na ensilagem da cana são: milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS), casca de café, casca de soja, polpa cítrica, farelo de trigo, farelo de soja, farelo de algodão, farelo de mandioca, milho grão moído, mandioca, resíduo da colheita da soja e planta inteira da soja (Marcondes et al., 2011).

As diferentes estratégias de utilização de aditivos na silagem de cana de açúcar culminam em silagens de custos variados (Figura 10).

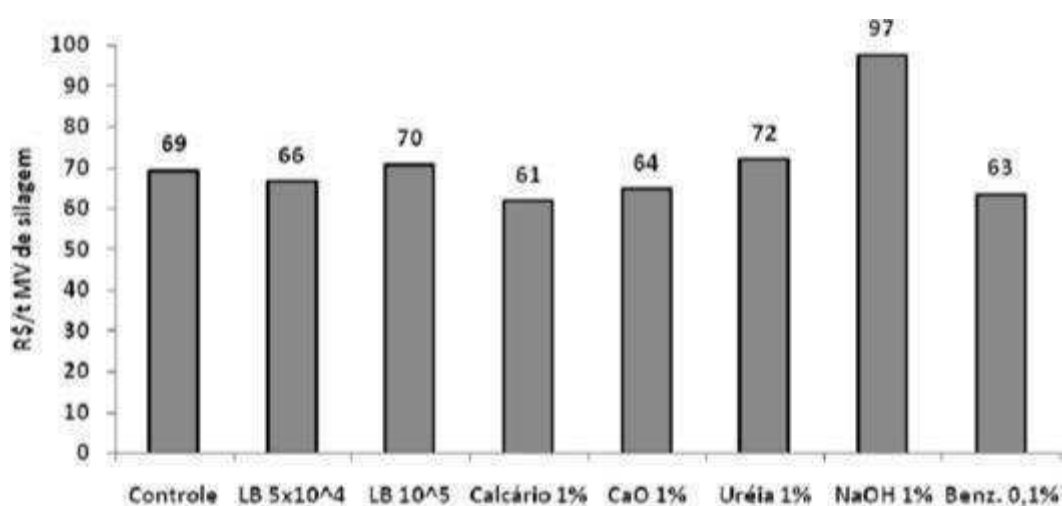


Figura 10 - Custos de produção (R\$/tonelada de matéria original) de silagens de cana de açúcar obtidas com diferentes aditivos. Controle = sem aditivo; LB = *Lactobacillus buchneri*; Benz. = benzoato de sódio (Daniel et al., 2011)

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR

A silagem de cana de açúcar é desbalanceada, possuindo baixos teores de PB e altos teores de açúcar (Tabela 22), sendo que este último nutriente depende da época do ano e da variedade utilizada (Thiago e Vieira, 2002).

Tabela 22 - Composição química da silagem de cana de açúcar expressa em percentagem da matéria seca.

MS	PB	EE	FDN	FDA	NDT	Lignina	Cálcio	Fósforo
26,40	4,00	1,75	67,13	42,40	51,35	8,26	0,30	0,05

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido. NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM SILAGEM DE CANA DE AÇÚCAR

Em comparação com a silagem de milho, a silagem de cana de açúcar é um alimento menos energético, e muito pobre em PB, ou seja, é necessária uma quantidade maior de concentrado para proporcionar a mesma produção de leite que se atingiria com a silagem de milho (Tabela 23).

Tabela 23 - Desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de cana de açúcar como volumoso: compilação de dados da literatura.

Autores	Raça	DL	Aditivo	V:C	CM S	PL	PLC	%G	
Valvasore et al. (1998)	HOL	65	-	80:20	14,05	11,78	11,80*	3,58	
Queiroz et al. (2008)	HOL	-	-	40:60	23,50	24,40	22,10	3,30	
Marcondes et al. (2011)	HOL	-	-	40:60	18,10	19,40	21,40	4,5	
				Óxido de cálcio	40:60	17,20	19,70	21,10	4,16
				L. buchneri	40:60	17,10	18,80	20,20	3,99
				L. plantarum	40:60	17,40	19,50	18,70	3,29
Santos et al. (2011)	1/2HOLxGI R	-	Óxido de cálcio	66,6:33 ,4	7,54	-	9,90	4,14	

DL = dias de lactação; V:C = relação volumoso:concentrado; CM S = consumo de matéria seca (kg/dia); PL = produção de leite (kg/dia); PLC = produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg/dia); %G = % de gordura no leite. * Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.

Em estudos comparando a silagem de cana de açúcar com outros volumosos, Pedroso et al. (2010) e Santos et al. (2011) observaram uma redução no consumo de MS para vacas que foram alimentadas com silagem de cana (Tabela 25). Harris Jr et al. (1983), Valvasori et al. (1998), Pedroso et al. (2010) e Santos et al. (2011) observaram uma redução na produção de leite das vacas alimentadas com silagem de cana de açúcar, além de uma maior concentração de ácidos graxos não esterificados (AGNE) no sangue, caracterizando um quadro de mobilização de reservas corporais. Diferentemente, Queiroz et al. (2008) não observaram diferenças na produção de leite das vacas alimentadas com silagem de cana de açúcar.

Pedroso et al. (2010) observaram que as vacas alimentadas com silagem de cana de açúcar usando *Lactobacillus buchneri* como aditivo, tiveram uma maior percentagem de

gordura no leite, apesar da menor produção, em relação às vacas alimentadas com a cana in natura.

Tabela 24 - Resultados de pesquisas avaliando a silagem de cana de açúcar na alimentação de vacas leiteiras.

Autores	Tratamentos	Resultados
Queiroz et al. (2008)	Silagem de milho, cana in natura, silagem de cana, silagem de milho + cana in natura	M aior CM S para silagem de cana N.S: produção de leite M enor % gordura do leite
Pedroso et al. (2010)	Silagem de cana aditivada e cana in natura	M enor CM S e produção de leite para silagem de cana M aior % gordura do leite para silagem de cana aditivada L. Bucheneri
Santos et al. (2011)	Silagem de milho, sorgo e cana e cana in natura	M enor CM S e produção de leite para silagem de cana

CM S: Consumo de matéria seca; N.S: Não significativo

SILAGEM DE CAPINS TROPICAIS

A conservação na forma de silagem do excedente do pasto produzido no período das águas pelas espécies perenes é alternativa para a alimentação dos animais, permitindo a exploração da elevada produtividade das forrageiras tropicais (Pereira et al., 2006). A possibilidade de mais de um corte/ano e posterior aproveitamento do rebrote para pastejo pode compensar as dificuldades encontradas na confecção da silagem de capim (Silva, 2001).

A utilização da silagem de capim na alimentação de bovinos no Brasil não é recente, já que desde a década de 60 houve grande difusão do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) (Figura 11) como fonte de forragem, inicialmente utilizado como capineira, e em seguida, utilizado como silagem. Essa espécie continua tendo espaço nesse cenário, porém com a busca por outras espécies que apresentem manejo do pasto mais facilitado e por métodos de

cultivo onde ocorra a implantação por sementes, as espécies *Brachiaria decumbens*, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Panicum maximum* cv. Mombaça ganharam mais espaço (Bernades e Siqueira, 2009).



Figura 11 - Capim elefante.

Fonte: Arquivo pessoal.

MOMENTO DE COLHEITA PARA A ENSILAGEM

De acordo com Silva (2001), o capim-elefante é bastante utilizado para a produção de silagem em regiões de pecuária leiteira por causa de sua produtividade, elevado número de variedades e grande adaptabilidade. O corte deve ser feito quando atingir 100 cm de altura, com isso consegue-se produzir silagem de boa qualidade, desde que cuidados sejam tomados para reduzir o problema do excesso de umidade. Para os demais capins as alturas devem sempre coincidir com 95% de interceptação luminosa, isso devido ser quando os capins apresentam maior quantidade de CNF.

QUALIDADE DA SILAGEM DE CAPINS TROPICAIS

As silagens de capins apresentam alguns pontos desfavoráveis, como o baixo teor de carboidratos solúveis, necessários para uma fermentação adequada, baixo teor de MS no momento do corte, alto poder tampão, baixa população autóctone de bactérias produtoras de ácido láctico, além de menor teor energético, quando comparadas com as silagens de milho e sorgo (Pereira et al., 2006). De acordo Silva (2001), forragens com teores de MS abaixo de 25% precisam sofrer algum tratamento extra antes ou durante sua estocagem no silo.

MANIPULAÇÃO DA FERMENTAÇÃO DE SILAGENS DE CAPIM

Os capins, quando são colhidos em estádios de crescimento mais precoces objetivando-se obter um maior valor nutritivo da forragem, apresentam risco de fermentação pobre, devido aos baixos teores de MS e de carboidratos solúveis. A umidade elevada favorece à fermentação butírica e a liberação de amônia, afetando negativamente o consumo dos animais (Santos e Zanine, 2006). Para tentar evitar esse problema, o emurhecimento e o uso de aditivos são alternativas para melhorar a qualidade da fermentação das silagens de capins (Pereira et al., 2006).

O emurhecimento tem como principal objetivo aumentar o teor de MS dos capins. As condições climáticas de cada região, como radiação solar, ventilação, umidade e temperatura irão determinar o tempo de secagem do material (Santos e Zanine, 2006).

Com o emurhecimento, é possível reduzir ou até mesmo eliminar a produção de efluentes resultante da ensilagem de forrageiras com baixo teor de MS, reduzindo as fermentações indesejáveis. De modo geral, a redução de umidade da forragem por meio do emurhecimento resulta em uma melhoria do perfil fermentativo, no consumo e na digestibilidade das silagens (Pereira et al., 2006). O nitrogênio amoniacal é indesejável por que é indicativo de perda de MS e degradação de PB na silagem.

O aditivo a ser utilizado deve reunir algumas características, tais como alto teor de MS, alta capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, fornecimento de carboidratos para a fermentação, além de fácil manipulação, baixo custo e fácil aquisição (Igarasi, 2002).

Os materiais absorventes usados como aditivos podem elevar o teor de MS do material ensilado, melhorando a fermentação no silo, podendo reduzir ou eliminar a produção de efluentes (Wilkinson, 1998), além de fornecer carboidratos solúveis e outros nutrientes.

Já os aditivos microbianos têm como objetivos promover uma rápida e eficiente fermentação do material ensilado, resultando em intensiva produção de ácido láctico e rápida redução do pH (Mahanna, 1993).

A amonização também pode ser utilizada como forma de manipulação da fermentação da silagem de gramíneas. Oliveira et al. (2007) concluíram que a amonização via ureia resultou em aumento dos compostos nitrogenados da silagem de gramíneas tropicais e que, parte do nitrogênio adicionado foi incorporado na forma de nitrogênio amoniacal.

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE CAPINS TROPICAIS

A silagem de capins tropicais apresenta algumas limitações, tais como, o suprimento de aminoácidos desbalanceados (Santos e Zanine, 2006). Os valores de composição química da silagem (Tabela 26) variam de acordo com as características do capim utilizado.

Tabela 25 - Composição química das silagens de alguns capins tropicais expressa em percentagem da matéria seca.

Itens	Silagem de capins tropicais			
	P. purpureum	P. maximum cv. Tânzania	P. maximum cv. Mombaça	Brachiaria spp
M S	27,70	23,31	26,60	26,54
PB	5,47	6,18	6,33	6,22
EE	2,30	1,99	1,71	1,85
FDN	75,30	69,45	75,47	71,54
FDA	48,71	41,89	47,26	42,57
NDT	53,51	55,33	47,15	51,66
Lignina	7,47	4,43	7,50	5,18
Cálcio	0,31	0,51	0,44	0,69
Fósforo	0,17	0,17	0,12	0,22

M S: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido. NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM SILAGEM DE CAPINS TROPICAIS

As silagens de capins tropicais normalmente não são utilizadas para vacas leiteiras de alta produção devido ao seu baixo valor nutritivo (Tabela 27).

Tabela 26 - Desempenho de vacas holandesas com 105 dias em lactação em lactação recebendo silagem de capim elefante como volumoso:

Inoculante	V:C	CMS	PL	PLC	%G
Bacteriano	57:43	13,63	14,34	14,82*	4,22
Enzimo-bacteriano	57:43	13,63	14,82	15,14*	4,15

V:C = relação volumoso:concentrado; CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); PL = produção de leite (kg/dia); PLC = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia); %G = % de gordura no leite. * Produção de leite corrigida para 4% de gordura. Adaptado de Jobim et al. (2006)

Jobim et al. (2006) não observaram diferenças para a produção e composição do leite de vacas de baixa produção, alimentadas com silagem de capim-elefante em comparação à silagem de milho(Tabela 28).

Tabela 27 - Resultados de pesquisas avaliando a silagens de capins tropicais na alimentação de vacas leiteiras.

Autores	Tratamentos	Resultados
Jobim et al. (2006)	Silagem de capim elefante e de milho	N.S: CMS, produção e composição do leite
Bumbieris Jr et al. (2007)	Silagem de grama estrela e de milho	N.S: produção e composição do leite

CMS: Consumo de matéria seca; N.S: Não significativo

Da mesma forma, Bumbieris Jr et al. (2007) avaliaram o desempenho de vacas alimentadas com silagem de grama estrela tratada com inoculantes químicos em comparação com a silagem de milho e observaram que o uso dessa silagem não interferiu na produção e composição do leite.

Em suma, as silagens de capins tropicais não são indicadas como alimento exclusivo e sim como fonte de volumoso que compõe uma dieta balanceada para que as vacas leiteiras maximizem e expressem o seu potencial produtivo.

SILAGEM DE MILHETO

O milheto (*Pennisetum glaucum* (L) R.Br.) (Figura 12) é uma planta pertencente à família Poaceae (Gramineae), é uma gramínea anual de verão e de ciclo curto. É de grande importância no mundo por ser adaptado a regiões semiáridas. Apresenta uma boa composição nutricional e pode ser cultivado com sucesso no período da safrinha ou em regiões sujeitas a veranicos ou secas, onde normalmente culturas como o milho e o sorgo não se desenvolvem bem (Ribeiro Jr et al., 2009). Adapta-se bem a vários tipos de solos, apresentando boa persistência em solo de baixa fertilidade e déficit hídrico, embora responda com ótimas produtividades em solo de média a boa fertilidade e adubação. Não resiste a geadas e solos encharcados (Kichel e Miranda, 2000).



Figura 12 - Plantação de milheto.

Fonte: Arquivo pessoal.

É uma excelente alternativa para produção de silagem. Pode ser utilizada ainda para o plantio tardio ou de safrinha, após a colheita da cultura principal em regiões nas quais não ocorrem geadas e que possuem precipitações até o mês de maio. Nessas condições, o milheto pode alcançar produção superior ao sorgo, com melhor qualidade e também proporcionar uma boa cobertura do solo (Kichel e Miranda, 2000). Uma vantagem do milheto dentre os outros materiais é que a sua rebrota pode ser usada para o pastejo.

RENDIMENTO FORRAGEIRO

A produtividade do milho varia a época de semeadura, intervalo entre cortes, estágio de desenvolvimento e cultivar utilizado. Os valores podem chegar até 60 t/ha de massa verde (Kichel e Miranda, 2000).

MOMENTO DE COLHEITA PARA A ENSILAGEM

O momento adequado de colheita do milho para confecção de silagem se dá quando seus grãos se encontram em estágio pastoso-farináceo que é entre 8 e 12 semanas pós semeadura (Guimarães Jr et al., 2009).

QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHETO

O milho apresenta baixo teor de MS no momento da ensilagem; para tentar solucionar esse problema é comum a utilização de substâncias que absorvam umidade dentro do silo e também o emurchecimento do material.

Para silagens de milho foram relatados valores de pH variando de 3,53 a 3,78 e de nitrogênio amoniacal em percentagem do nitrogênio total de 1,83 a 2,46 (Guimarães Jr et al., 2009), valores adequados para uma boa fermentação.

Guimarães Jr et al. (2007) avaliaram três genótipos de milho e observaram valores de ácido butírico variando de 0,01 a 0,03 e ácido acético variando de 0,67 a 1,22. Com relação ao ácido láctico, esses autores observaram valores entre 5,12 e 7,95. Os valores médios obtidos para as silagens de milho permitem classificá-las como silagens de muito boa qualidade (Paiva, 1976).

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE MILHETO

A Qualidade (valor nutritivo + consumo) da silagem de milho é variável, exercendo grande influência a época de corte e a cultivar utilizada. O teor energético da silagem de milho (Tabela 29) geralmente é inferior aos observados para as silagens de milho e sorgo, no entanto o maior teor proteico, associado a qualidade desse nutriente, tem sido um diferencial (Guimarães Jr et al., 2009).

Tabela 28 - Composição química da silagem de milho expressa em percentagem da matéria seca.

MS	PB	EE	FDN	FDA	NDT	Lignina	Cálcio	Fósforo
26,28	8,04	3,28	74,04	38,25	60,23	4,26	0,56	0,21

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

De acordo com Guimarães Jr et al. (2007), a fração proteica de silagens de milho apresenta alta solubilidade, demonstrando que grande parte desse nutriente é rapidamente disponibilizado para o animal.

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM SILAGEM DE MILHETO

Os trabalhos de pesquisa (Tabela 30) avaliando o uso da silagem de milho na alimentação de vacas leiteiras são escassos, embora essa forragem possa ser fornecida para todas as categorias.

Tabela 29 - Resultados de pesquisa avaliando a silagem de milheto na alimentação de vacas leiteiras.

Autores	Tratamentos	Resultados
Messman et al. (1992)	Silagem de milheto, alfafa e milho	N.S: CM S, produção e composição do leite
Rêgo et al. (2011)	Silagem de milheto e de milho	Menor CM S para silagem de milheto

CM S: Consumo de matéria seca; N.S: Não significativo.

Messman et al. (1992) compararam a silagem de milho e alfafa com a silagem de milheto em dietas de vacas Holandesas no meio da lactação e não observaram diferenças para o consumo de MS em percentagem do peso corporal, produção de leite e leite corrigido para 4% de gordura. Já Rêgo et al. (2011) observaram que as vacas alimentadas com silagem de milheto tiveram menores consumos de MS comparadas às vacas alimentadas com silagem de milho.

SILAGEM DE GIRASSOL

O girassol (*Helianthus annuus* L.) (Figura 13) é uma dicotiledônea anual adaptada aos climas temperado, tropical e subtropical (Pereira et al., 2009). Devido a características como menor ciclo de produção, boa capacidade em utilizar a água disponível no solo e tolerância à ampla faixa de temperaturas, tem sido utilizada na produção de silagem (Evangelista e Lima, 2001). A cultura é normalmente indicada para o período de safrinha ou em regiões com deficiência hídrica. A silagem de girassol contém alto teor proteico e, devido ao elevado teor de óleo, também possui alto valor energético (Pereira et al., 2009) porém a fração fibrosa é de baixa digestibilidade.



Figura 13 - Plantação de girassol.

Fonte: Arquivo pessoal.

O fornecimento de dietas contendo silagem de girassol pode ser uma alternativa para a produção de leite com características funcionais relacionadas aos teores de ácido linoleico conjugado (Pereira et al., 2009). O óleo da silagem de girassol é rico em ácidos graxos insaturados, em que o ácido linoleico (C18:2) corresponde a 69,4% do seu total (Kelly et al., 1998). A silagem de girassol pode ser utilizada para alimentação de rebanhos leiteiros desde que as dietas sejam balanceadas. O fornecimento de dietas contendo silagem de girassol aumenta os teores de C18:1Trans 11 e C18:2 Cis-9 trans-11 no leite que fazem bem à saúde humana.

RENDIMENTO FORRAGEIRO

O rendimento forrageiro do girassol pode alcançar valores de 70 t MV/ha, no entanto, para a maioria das situações, as produções médias no período de safrinha ficam em torno de 30 t/ha. Entre os fatores capazes de influenciar a produtividade da forragem de girassol destacam-

se a fertilidade do solo, a época de plantio, a disponibilidade de água e a densidade de semeadura (Tomich et al., 2004a).

MOMENTO DE COLHEITA PARA A ENSILAGEM

Recomenda-se que a colheita do girassol seja realizada no período de maturação fisiológica dos aquênios (fase R9), quando as plantas apresentam teor de MS apropriado a propiciar fermentação que possibilite boa conservação do material estocado. A ensilagem nesse estágio tem produzido silagens com teor de MS próximo a 25%, cerca de 10% de PB e coeficiente de digestibilidade da MS de 50%. Em R9, as plantas do girassol apresentam a parte posterior dos capítulos amarelada, as brácteas estão com coloração amarelo-castanha e a maior parte das folhas presas ao caule já estão secas (Pereira et al., 2009).

QUALIDADE DA SILAGEM DE GIRASSOL

O baixo teor de MS é considerado um problema para a produção da silagem de girassol. No entanto, de acordo com Pereira et al. (2009), esse fato está relacionado, principalmente, à ensilagem em períodos precoces de desenvolvimento da planta.

As silagens de girassol, geralmente, apresentam valores altos de pH, como o valor de 5,14 observado por Possenti et al., (2005). Esses valores elevados podem ser atribuídos ao baixo teor de MS e ao alto teor proteico, que resultam em um maior poder tampão e redução da taxa açúcar/proteína, influenciando o pH da silagem (Oliveira et al., 2010).

A maior parte dos estudos mostram teores de nitrogênio amoniacal abaixo de 10% em silagens de girassol (Valdez et al., 1988a, b; Tomich et al., 2004b; Oliveira et al., 2010), indicando que a planta é adequada para a ensilagem quanto à conservação da qualidade da fração proteica.

Embora a silagem de girassol apresente altas proporções de ácido láctico (Tosi et al., 1975; Tomich et al., 2004b), a capacidade tampão da planta não permite a redução do pH para

os níveis normalmente encontrados para as silagens de milho e de sorgo. Em relação à concentração de ácido butírico, os estudos mostram valores baixos deste ácido em silagens de girassol (Tosi et al., 1975; Valdez et al., 1988a; Tomich et al., 2004b), mostrando que essa não é uma característica capaz de restringir a adequação da planta para a sua conservação na forma ensilada. Para o ácido acético, poucos trabalhos avaliaram a concentração desse ácido em silagens de girassol e, de maneira geral, foram observadas baixas concentrações (Sneddon et al., 1981; Pereira, 2003; Tomich et al., 2004b; Possenti et al., 2005).

VALOR NUTRITIVO DA SILAGEM DE GIRASSOL

Quando comparadas com as silagens de milho e sorgo, as silagens de girassol apresentam elevados teores de PB, de minerais e de EE (Tabela 30). No entanto, apresenta elevados teores de FDA e lignina.

Tabela 30 - Composição química da silagem de girassol expressa em percentagem da matéria seca.

MS	PB	EE	FDN	FDA	NDT	Lignina	Cálcio	Fósforo
24,77	9,61	12,39	48,08	37,94	74,17	7,79	1,02	0,24

MS: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido. NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

O alto teor EE na silagem de girassol pode representar um fator limitante para o seu uso como volumoso único na dieta de bovinos leiteiros e indica a possível necessidade de associação com outros alimentos volumosos, uma vez que dietas contendo mais de 7% de EE podem estar relacionadas a reduções da fermentação ruminal, digestibilidade da fibra e taxa de passagem (Pereira et al., 2009). Além disso o alto teor de EE apresenta baixa relação de FDN/FDA, que implica em menor digestibilidade de fibra. Por esse motivo, as dietas contendo silagem de girassol devem ser adequadamente balanceadas.

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM SILAGEM DE GIRASSOL

Quando comparado ao consumo de outros volumosos, os dados da literatura não se mostram conclusivos quanto ao consumo de MS de animais alimentados com silagem de girassol (Tabela 31 e Tabela 32).

Tabela 31 - Desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de girassol como volumoso: compilação de dados da literatura.

Autores	Raça	DL	V:C	CMS	PL	PLC	%G
Hubbel et al. (1985)	Jersey	-	-	14,92	15,80	17,28*	4,40
Valdez et al. (1988b)	HOL	70	50:50	23,80	30,00	25,50	3,00
Leite et al. (2006)	HOL	60-82	56:44	17,86	24,00	22,60	3,63

DL = dias de lactação; V:C = relação volumoso:concentrado; CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); PL = produção de leite (kg/dia); PLC = produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg/dia); %G = % de gordura no leite. * Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura.

Em um estudo comparando o consumo de vacas alimentadas com silagem de girassol e milho, McGuffey e Schingoethe (1980) verificaram que as vacas alimentadas com silagem de girassol consumiram menos que as vacas alimentadas com silagem de milho. Em contrapartida, Hubbel et al. (1985), obtiveram um maior consumo de silagem de girassol em relação à silagem de milho e Valdez et al. (1988b) não observaram diferenças significativas no consumo de vacas alimentadas com silagem de girassol ou de milho.

Vandersall e Lanari (1973), McGuffey e Schingoethe (1980) e Silva et al. (2004) observaram produções mais elevadas de leite para vacas alimentadas com silagem de milho, quando comparadas às vacas alimentadas com silagem de girassol. Já Valdez et al. (1988b) observaram que vacas alimentadas com silagem de girassol apresentaram produção de leite similar em relação às vacas que receberam silagem de milho.

Alguns estudos mostram modificações na composição do leite dos animais alimentados com silagem de girassol. Thomas et al. (1982) e Valdez et al. (1988b) observaram uma redução na percentagem de gordura do leite dos animais que consumiram silagem de girassol. Silva et al. (2004) comparando silagens de milho e girassol, não observaram diferenças na percentagem de gordura do leite, porém observaram diminuição no teor de proteína do leite de vacas alimentadas com silagem de girassol. McGuffey e Schingoethe (1980) notaram um aumento na percentagem de gordura e de ácidos graxos poli-insaturados e uma redução na percentagem de proteína e de sólidos totais no leite de vacas alimentadas com silagem de girassol.

Tabela 32 - Resultados de pesquisas avaliando a silagem de girassol na alimentação de vacas leiteiras.

Autores	Tratamento	Resultado
McGuffey e Schingoethe (1980)	Silagem de girassol e de milho	Menor CMS e produção de leite para silagem de girassol
Valdez et al. (1988b)	Silagem de girassol e de milho	Menor % de gordura do leite para silagem de girassol N.S: produção de leite
Silva et al. (2004)	Silagem de girassol e de milho	Menor % proteína e produção de leite para silagem de girassol
Leite (2007)	Silagem de girassol e de milho	Maior CLA para silagem de girassol
Martins (2010)	Cana in natura, silagem de girassol, silagem de sorgo e silagem de milho	Maior CLA e menor CMS para silagem de girassol

CM S: Consumo de matéria seca; N.S: Não significativo

De acordo com Leite (2007) e Martins (2010), o fornecimento de dietas contendo silagem de girassol para vacas aumenta os teores de ácido linoleico conjugado (CLA) no leite. Segundo Leite (2007), o ser humano, ao ingerir um litro de leite de vaca alimentada com silagem de girassol, estaria consumindo 365 mg/dia de CLA e 90 mg/dia para a ingestão de leite obtido das vacas alimentadas com silagem de milho, sendo o consumo de 300 mg de CLA/dia tido como referência para os efeitos nutracêuticos do CLA.

Assim, o emprego da silagem de girassol como volumoso único para vacas leiteiras deve ser realizado com cautela, observando-se os efeitos sobre o consumo, produção e composição do leite para o sistema de produção em questão. A silagem de girassol pode ser utilizada substituindo parcialmente a silagem de milho (níveis variando entre 34 e 66%) (Leite et al., 2004) ou na forma de silagem consorciada com outras plantas como milho, sorgo ou capins tropicais (Evangelista e Lima, 2001).

SILAGEM DE LEGUMINOSAS

As leguminosas, até recentemente, eram consideradas inapropriadas para a ensilagem por apresentarem baixos teores de MS e carboidratos solúveis, além de alto poder tampão. Essas características restritivas ao processo fermentativo, aliadas ao seu menor rendimento forrageiro em comparação com as gramíneas tropicais, podem explicar a baixa adoção dessas para a silagem nos países de clima tropical (Pereira et al., 2010).

QUALIDADE DAS SILAGENS DE LEGUMINOSAS

O alto teor de umidade das silagens de leguminosas (Figura 9) implica em riscos de fermentações secundárias indesejáveis, pois a menor pressão osmótica favorece o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* (Wilkinson, 1983). Uma forma de resolver esse problema seria via emurchecimento das plantas, aumentando assim, a MS do material.

Rangrab et al. (2000) conduziram um experimento comparando silagens de alfafa fresca e emurchecida e concluíram que o emurchecimento favoreceu a produção de silagens de melhor qualidade devido à melhor relação entre os ácidos láctico e acético, menor pH, menor proporção de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, maior teor de MS e maior concentração de carboidratos solúveis residuais.



Figura 14 - Silagem de estilosantes campo grande.

Fonte: Arquivo pessoal.

O baixo teor de carboidratos solúveis das leguminosas prejudica o processo fermentativo, pois constituem os substratos prontamente disponíveis para o desenvolvimento das bactérias lácticas e sua falta resulta em níveis inadequados de ácido láctico, importante para a rápida redução do pH. Outro problema das leguminosas é o alto poder tampão, que é promovido por aminoácidos residuais e presença de cátions, que neutralizam os ácidos orgânicos produzidos pela fermentação, dificultando a redução do pH (Lima, 1992). O elevado teor de proteína também é um problema devido à liberação de compostos nitrogenados pela decomposição proteica, neutralizando parte do ácido láctico produzido, com consequente aumento do pH (Pereira et al., 2008).

ADITIVOS UTILIZADOS NA ENSILAGEM DE LEGUMINOSAS

Por se tratar de forrageiras de conservação mais difícil, é interessante que se utilize aditivos que possam ajudar e/ou melhorar o processo fermentativo. No caso de ensilagem de leguminosas, um dos tipos mais interessantes de aditivos são as fontes de carboidratos, que são materiais adicionados à forragem para aumentar o suprimento de energia para o crescimento de bactérias ácido lácticas. As fontes mais comuns são: açúcares, melaço, alguns tipos de cereais e polpa cítrica (Mari e Nussio,2005).

Deve-se tomar muito cuidado na escolha do aditivo, pois o processo de ensilagem gera muitas perdas e dependendo do custo do aditivo utilizado poderá haver perda econômica. Sendo assim, o ideal seria que sequestradores de umidade ou doadores de carboidratos solúveis utilizados fossem resíduos baratos e de fácil aquisição.

O uso de inoculantes bacterianos tem mostrado efeitos inconsistentes, apresentando resultados interessantes para alguns parâmetros, mas contraditórios para outros.

VALOR NUTRITIVO DAS SILAGENS DE LEGUMINOSAS

As leguminosas, de um modo geral, apresentam elevados teores de PB (Tabela 34).

Tabela 33 - Composição química das silagens de alfafa e soja expressa em percentagem da matéria seca.

Itens	Silagem de leguminosas	
	Alfafa	Soja
Matéria seca	25,89	25,83
Proteína bruta	19,89	17,79
Extrato etéreo	-	9,45
FDN	43,22	51,37
FDA	35,60	35,69
Lignina	9,64	8,91

FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

De acordo com Mari e Nussio (2005) as silagens de leguminosas podem ser interessantes do ponto de vista dos elevados teores de PB, mas é necessário estudos do catabolismo proteico dessas forrageiras durante o processo fermentativo. Além disso, considerando-se o custo do nutriente de silagens, nota-se que o custo do quilograma de PB de uma cultura ensilada de leguminosa é maior que o de uma gramínea, seja ela o milho ou capins tropicais.

DESEMPENHO DE VACAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM SILAGEM DE LEGUMINOSAS

Bello-Pérez et al., (2008) comparam o consumo de MS, a produção e a composição do leite de vacas alimentadas com silagem de alfafa ou de soja e concluíram que essas variáveis foram negativamente afetadas pela silagem de soja, atribuindo os resultados à baixa degradabilidade ruminal da FDN da silagem dessa leguminosa (Tabela 34).

Tabela 34 - Desempenho de vacas em lactação recebendo silagem de leguminosas como volumoso: compilação de dados da literatura.

Fonte	Forrageira	Raça	DL	V:C	CMS	PL	PLC	%G
Dhiman & Satter (1997)	Alfafa	HOL	Início	50:50	20,90	31,10	31,00	3,53
Dewhurst et al. (2003)	Trevo vermelho	HOL		foragem ad libitum + 8kg concentrado	20,30	28,10	30,50	4,52
	Trevo branco				19,80	31,50	33,60	4,39
	Alfafa				20,40	27,70	29,30	4,42
Bello-Pérez et al. (2008)	Soja			48:52:00	23,50	35,50	34,30	3,78
	Alfafa			48:52:00	25,10	37,20	34,80	3,58

DL = dias de lactação; V:C = relação volumoso:concentrado; CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); PL = produção de leite (kg/dia); PLC = produção de leite corrigida para 4% de gordura (kg/dia); %G = % de gordura no leite.

ALIMENTOS VOLUMOSOS PICADOS

CAPINS PICADOS

A utilização de capins frescos picados como fonte de volumoso para vacas leiteiras é comum. São utilizadas as mais variadas espécies, no entanto, os resultados em termos de produção de leite são bastante variáveis. Essa variação na produção animal é causada, provavelmente, pela utilização de forragem com diferentes idades, e que apresentam valores nutritivos muito diferentes, afetando, conseqüentemente, o consumo diário dos animais.

O capim elefante (*Pennisetum purpureum*) é a forrageira mais indicada para a formação de capineiras, para corte e fornecimento de forragem verde picada no cocho, pois, além de uma elevada produtividade, apresenta as vantagens de proporcionar um maior aproveitamento da forragem produzida e uma redução de perdas no campo (Deresz et al., 2006). Como desvantagem, apresenta uma rápida perda de qualidade decorrente do aumento da idade da planta (Figura 15), fator observado na maioria das forrageiras tropicais (Andrade e Gomide, 1971), além disso podemos destacar como desvantagem é o corte diário e a propagação por mudas. É considerado uma das mais importantes forrageiras tropicais devido ao seu elevado potencial de produção de biomassa, boa adaptação aos diversos ecossistemas e boa aceitação pelo animal, sendo largamente utilizado na alimentação de rebanhos leiteiros. No entanto, com o avanço da utilização da cana de açúcar enriquecida com ureia, sua utilização vem diminuindo.

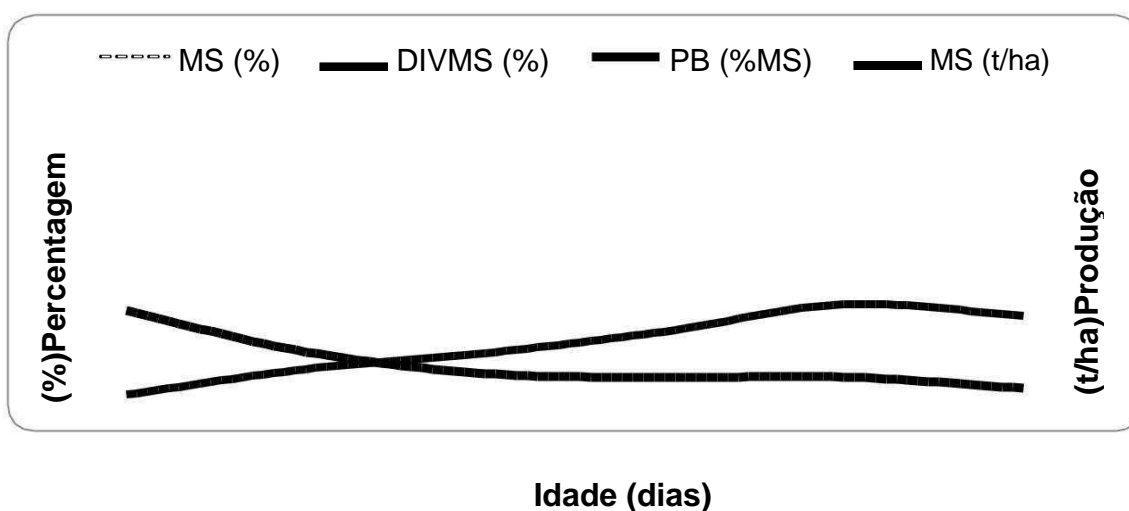


Figura 15 - Produtividade e valor nutricional do capim-elefante de acordo com a sua idade (Adaptado de Andrade e Gomide, 1971).

VALOR NUTRITIVO DO CAPIM ELEFANTE

Recomenda-se que o capim elefante seja utilizado quando a planta estiver com cerca de 100 cm de altura, visto que com o passar do tempo, há um decréscimo em seu valor nutritivo (Tabela 36).

Tabela 35 - Composição química do capim elefante em diferentes idades expressa em percentagem da matéria seca.

Capim elefante 46-60 dias								
M S	PB	EE	FDN	CNF	NDT	Lignina	Cálcio	Fósforo
17,64	10,59	2,70	71,65	17,40	62,94	3,80	0,50	0,54
Capim elefante 151-180 dias								
M S	PB	EE	FDN	CNF	NDT	Lignina	Cálcio	Fósforo
38,84	4,49	1,66	73,90	14,39	47,70	9,04	0,33	0,18

M S: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; CNF: carboidratos não fibrosos FDA: fibra insolúvel em detergente ácido; NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM CAPINS PICADOS

Capins picados como fonte de volumosos são utilizados normalmente por vacas de baixa produção. Ao avaliar o consumo de capim elefante picado e a produção de leite de vacas mestiças Holandês × Zebu, recebendo ou não 3,3 kg/vaca/dia de concentrado, Deresz et al. (1997) obtiveram consumo médio individual de MS de 11,0 kg para os dois tratamentos. Ainda, esses autores verificaram que as produções médias de leite corrigido para 4% de gordura foram de 7,7 e 5,6 kg/vaca/dia, para os tratamentos com e sem concentrado, respectivamente (Tabela 36).

Soares et al. (2004) estudando o consumo de matéria seca de vacas mestiças holandês - zebu em lactação, alimentadas com capim elefante picado em diferentes idades (30, 45 e 60 dias), encontraram os maiores consumos para o capim com 60 dias de idade.

Tabela 36 - Resultados de pesquisa avaliando capins picados na alimentação de vacas leiteiras.

Autores	Tratamento	Resultado
Deresz et al. (1997)	Capim elefante picado com ou sem fornecimento de 3,3 kg de concentrado	N.S: CM S M aior produção de leite para tratamentos com concentrado
Soares et al. (2004)	Capim elefante picado nas idades de 30, 45 e 60 dias	M aior CM S para o capim elefante com 60 dias de idade

CANA DE AÇÚCAR IN NATURA

A cana de açúcar (Figura 16) é utilizada predominantemente na forma fresca, picada e fornecida aos animais, sem nenhum processo de conservação. A produção de cana integra l fresca/ha/corte pode variar entre 60 e 120 toneladas, por um período de até cinco anos (Thiago e Vieira, 2002).

VALOR NUTRITIVO DA CANA DE AÇÚCAR

O valor nutricional da cana de açúcar está diretamente correlacionado com o seu alto teor de açúcar (40%–50% de açúcares na MS), visto que seu teor de proteína é extremamente baixo. De acordo com Rodrigues (2000), existem limitações em termos de consumo desta forrageira em consequência do baixo teor de PB, mas principalmente por causa da baixa digestibilidade da fibra. Quando a cana de açúcar atinge o amadurecimento, menor será o teor de fibra e maior o teor de açúcar e, portanto, melhor o seu valor para a nutrição animal, tendo

em vista que a fibra apresenta baixa digestibilidade e os açúcares podem ser considerados totalmente digestíveis (Borges et al., 2012).



Figura 16 - Plantação de cana de açúcar.
Fonte: Arquivo pessoal.

Trata-se de um alimento nutricionalmente desbalanceado (Tabela 37) e que, quando oferecido como único componente da dieta, o consumo é baixo e não é capaz de atender nem mesmo as necessidades de manutenção do animal (Thiago e Vieira, 2002). No entanto, o uso de ureia e sulfato de amônio para melhoria no valor nutritivo da cana é uma prática comum entre os produtores.

Tabela 37 - Composição química da cana de açúcar expressa em percentagem da matéria seca.

MS	PB	EE	FDN	FDA	NDT	Lignina	Cálcio	Fósforo
29,60	2,65	1,49	54,47	33,60	61,35	5,98	0,22	0,07

M S: matéria seca; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido. NDT: nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

CANA COM UREIA

A cana pode suportar diferentes níveis de desempenho animal, dependendo da forma que será utilizada. O primeiro nutriente a ser corrigido é o nitrogênio, por ser um elemento essencial para o uso do alto potencial energético da cana. A forma mais simples e barata de atender essa exigência é com a ureia acrescida de uma fonte de enxofre.

O uso da ureia, visando suprir nitrogênio aos microrganismos do rúmen, capazes de converter nitrogênio não proteico (NNP) em proteína microbiana, é favorecido pelo alto conteúdo de sacarose, prontamente fermentável, da cana de açúcar. Com adição de 1 kg de ureia para cada 100 kg de cana de açúcar (peso fresco), o teor de PB na forragem será aumentado de 2-3 % para 10-12 % na MS (Rodrigues, 2000).

A aplicação da tecnologia cana + ureia é simples, envolvendo os seguintes passos:

- 1) Preparação da mistura ureia + fonte de enxofre (U + S): a mistura recomendada é 9 partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônio. Essa mistura pode ser previamente preparada em quantidade suficiente para alimentar o rebanho por vários dias. Uma vez preparada, a mistura U + S deve ser guardada em saco plástico em local seco e fora de alcance dos animais.
- 2) Colheita da cana: pode ser efetuada a cada dois ou três dias e armazenadas na sombra.
- 3) Picagem da cana: é feita no momento do fornecimento aos animais, para evitar fermentações indesejáveis.
- 4) Dosagem de ureia e fornecimento da mistura cana + ureia:
 - Primeira semana (período de adaptação): usar 0,5 % de ureia na cana de açúcar
Ex: 100 kg de cana picada + 0,5 kg da mistura (U + S) + 4 litros de água
 - Segunda semana em diante (período de rotina): usar 1% de ureia na cana de açúcar
Ex: 100 kg de cana picada + 1 kg da mistura (U + S) + 4 litros de água

A diluição da ureia em água é indicada para facilitar e assegurar a incorporação uniforme de ureia à cana de açúcar. Essa solução é distribuída sobre a cana picada e, em seguida (antes de fornecer aos animais), incorporada de forma a assegurar uma mistura homogênea, evitando, assim, riscos de intoxicação pela concentração de ureia em alguma parte do cocho. Animais em jejum ou debilitados não devem receber a mistura.

Além do enxofre, dietas com cana de açúcar e ureia normalmente apresentam deficiências de vários minerais e esses devem ser fornecidos aos animais na forma de mistura mineral completa (Rodrigues, 2000).

Se todas as recomendações forem seguidas, dificilmente ocorrerá problema de intoxicação por ureia, mas caso ocorra, os seguintes sintomas serão notados: desconforto, tremores musculares e de pele, salivação excessiva, dejeções (fezes e urina) frequentes, respiração rápida, falta de coordenação, paralisia das patas dianteiras, prostração, tetania seguida de morte. Em caso de intoxicação, deve-se forçar o animal a ingerir de 3 a 4 litros de vinagre imediatamente e chamar o Médico Veterinário para avaliar o animal.

DESEMPENHO DE VACAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM CANA DE AÇÚCAR

Em alguns casos, o consumo de matéria seca da cana de açúcar in natura pode ser baixo, exigindo que se utilize uma relação volumoso:concentrado menor para se atingir adequado consumo e produção de leite satisfatória (Tabela 39).

Quando comparada com a silagem de milho, a cana de açúcar apresenta resultados inferiores para o desempenho de vacas leiteiras (Tabela 40). Costa et al. (2005) e Santos et al. (2011) observaram um menor consumo de MS e menor produção de leite para as vacas alimentadas com cana de açúcar em comparação com a silagem de milho. No entanto, de acordo com Costa et al. (2005), essas diferenças não foram observadas quando a relação volumoso:concentrado das dietas com cana de açúcar foi de 40:60 e as dietas com silagem de milho foi de 60:40.

Tabela 38 - Desempenho de vacas em lactação recebendo cana de açúcar como volumoso: compilação de dados da literatura.

Autores	Raça	DL	V:C	CMS	PL	PLC	%G
Magalhães et al. (2004)	HOL	60	60:40	17,26	20,36	21,41	3,85
Costa et al. (2005)	HOL	120	60:40	15,77	16,90	16,76	3,45
			50:50	17,53	18,82	17,52	3,25
			40:60	19,81	19,78	19,79	3,47
Mendonça et al. (2005)	HOL	57	60:40	14,40	18,60	19,40	3,80
			50:50	15,80	20,10	21,30	3,90
Marcondes et al. (2011)	HOL	-	40:60	19,30	22,40	23,00*	3,69
Santos et al. (2011)	1/2HOL×GIR	-	80:20	10,38	-	11,13*	4,11

DL = dias de lactação; V:C = relação volumoso:concentrado; CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); PL = produção de leite (kg/dia); PLC = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia); %G = % de gordura no leite. * Produção de leite corrigida para 4% de gordura.

Tabela 39 - Resultados de pesquisas avaliando a cana de açúcar picada na alimentação de vacas leiteiras.

Autores	Tratamento	Resultado
Costa et al. (2005)	Cana in natura em diferentes proporções e silagem de milho	Menor CMS e menor produção de leite para cana Exceto quando a cana foi 40% da dieta
Pedroso et al. (2010)	Silagem de cana aditivadas e cana in natura	Maior CMS e produção de leite para cana in natura
Nussio et al. (2010)	Silagem de cana aditivadas e cana in natura	Maior CMS e produção de leite para cana in natura
Santos et al. (2011)	Silagem de milho, sorgo e cana e cana in natura	Menor CMS e produção de leite para cana in natura

CM S: Consumo de matéria seca; N.S: Não significativo

Nussio et al. (2010) e Pedroso et al. (2010) comparando a cana de açúcar in natura picada com a silagem de cana de açúcar observaram maiores consumos de MS e maiores produções de leite para as vacas alimentadas com cana de açúcar in natura picada.

FENOS

Feno é o produto obtido pela secagem de uma planta forrageira pela ação da radiação solar, temperatura, vento e umidade relativa do ar (Pereira, 1998), e que atingiu o teor de umidade em torno de 12-15% e no máximo 20%, que lhe permite se manter estável nas condições ambientais. A produção de feno, apesar de ser simples, é pouco utilizada no Brasil.

Os fenos de gramíneas e de leguminosas podem ser utilizados na alimentação de vacas leiteiras e o valor nutritivo varia em função da espécie escolhida para ser fenada. Em relação ao ponto de corte o que se busca, na maioria das vezes, é um ponto intermediário que propicie boa qualidade (mínimo de 12% PB e máximo de 75% FDN) para o feno produzido, mas que alie boa produtividade e viabilidade econômica. Para espécies do gênero *Cynodon* em geral a colheita é feita a cada 28 dias.

As gramíneas são as forrageiras mais adotadas para essa finalidade pela facilidade operacional na fenação a também tem folha com bainha invaginante proporcionando menor perda de folhas, no manejo dos campos e pelo grande potencial de produção de massa. Dentre elas, há uma preferência pelas gramíneas do gênero *Cynodon* (coast-cross, tifton-85, estrelas e outras), devido a sua produtividade, vigor de rebrota e qualidade do material produzido. Também são utilizadas as *Brachiarias* (*decumbens*, *brizantha* e *humidicula*) e em uma menor escala capins como *andropogon*, *rhodes*, *buffel*, *transvala*, *pangola*, *tanzânia* e outros.

No caso das leguminosas, destaca-se o feno de alfafa que, em geral, tem elevada qualidade, alta procura e grande aceitação por parte dos animais (Gonçalves, 2010). Entretanto, há possibilidade de adotar diversas outras leguminosas para fenação com sucesso, tais como: *estilosantes*, *guandu*, *macrotiloma*, *galactia*, *soja perene*, *cunhã*, *cornichão*, *calopogônio*, *kudzu tropical*, *leucena* e outras. Embora pouco comum, ainda é possível utilizar outras plantas no processo, sendo, geralmente, aproveitados resíduos de lavouras e afins. Um bom exemplo é o feno de ramas de mandioca feito em algumas regiões do Nordeste.

Deve-se tomar cuidado com o uso de determinadas plantas para fenação, uma vez que elas possuem toxinas ou outros agentes deletérios ao consumo e podem até colocar em risco a saúde dos animais. Como exemplos, podemos citar algumas espécies de *Cynodon*, sorgo, mandioca e trevo que contêm glicosídeos cianogênicos. Entretanto, destaca-se aqui, a

importância de um adequado processo de secagem, visto que as concentrações do composto tóxico tornam-se bastante reduzidas com uma secagem bem-feita (Reis et al., 2001).

Uma planta adequada para a fenação precisa apresentar elevado rendimento de forragem e um bom valor nutritivo, ter colmos finos e alta proporção de folhas, por contribuírem para uma secagem mais rápida e feno de melhor qualidade (Costa e Resende, 2006).

Na escolha das plantas para montagem dos campos de fenação é preciso combinar as características e exigências intrínsecas de cada forrageira, as condições de solo, clima e manejo disponíveis. O produtor deve compreender que as plantas que apresentam alta produção de massa com alto valor nutritivo normalmente são mais exigentes em fertilidade de solos e requerem um manejo mais primoroso, não sendo indicadas para solos pobres e sistemas onde não há adubação.

Os fenos são pouco utilizados, principalmente, ao seu elevado custo, sendo preferidos apenas em algumas situações como torneios leiteiros pela facilidade de transporte e elevado valor nutritivo ou para vacas de alta produção como fonte de fibra efetiva. Por outro lado, a fenação apresenta várias características positivas: pode ser armazenado por longos períodos, várias espécies podem ser utilizadas no processo, pode ser produzido e utilizado em pequena ou larga escala, dependendo das necessidades de cada produtor, pode ser manejado de forma manual ou mecânica e é capaz de atender o requerimento nutricional de várias categorias animais (Reis et al., 2010).

De acordo com Campos e Lizieire (2005), os custos da MS de forrageiras conservadas na forma de feno são cerca de 20 a 25% superior em relação ao processo de ensilagem. Esses maiores custos se devem as diversas atividades que precisam ser empregadas como corte, enleiramento, reviragem e fenação para confecção do feno, além do maquinário necessário.

O princípio básico da fenação pode ser resumido na conservação do valor nutritivo da forragem através da rápida desidratação, uma vez que a atividade respiratória das plantas, bem como a dos microrganismos é paralisada (Reis et al., 2001). O processo de fenação envolve algumas etapas: corte da planta forrageira, secagem e armazenamento. Em cada etapa deve-se adotar o procedimento correto, em função do tipo de maquinário utilizado, da espécie forrageira e das condições climáticas, para que o feno produzido apresente qualidade satisfatória.

CORTE DA PLANTA FORRAGEIRA

Os cortes devem ser feitos em dias ensolarados, com pouca nebulosidade, baixa umidade relativa do ar, ocorrência de ventos e temperaturas elevadas. Pode ser manual ou mecânico e, deve ser feito nas primeiras horas da manhã, possibilitando, assim, maior desidratação da planta ao final do dia. De acordo com Pereira (1998), no corte, as plantas apresentam um teor de umidade de 80-85%, que deverá ser reduzido a níveis de 12-15% para permitir uma preservação estável da forragem fenada.

SECAGEM

Após o corte, a perda inicial de umidade nas plantas cortadas é tão elevada quanto nas plantas vivas e, como o caule e as folhas foram separados das raízes, a umidade perdida não é restituída, iniciando-se assim, o murchamento (Sullivan, 1973). O período de secagem da forrageira pode ser dividido em três fases:

Na primeira fase ocorre uma rápida secagem do material, é quando a umidade na forrageira é alta, os estômatos estão abertos e o déficit de pressão de vapor entre a planta e o ar é alto (Pereira, 1998). Embora o fechamento dos estômatos ocorra por volta de duas horas após o corte, cerca de 20 a 30% da água é perdida nessa fase (MacDonald e Clarck, 1987).

Na segunda fase, o processo de secagem é mais demorado e envolve a evaporação da água via cutícula (Moser, 1995), já que os estômatos se encontram fechados. Nessa fase o teor de umidade cai para uma faixa de 45% e de acordo com Pereira (1998), a perda da água remanescente torna-se mais difícil.

Na terceira fase a forragem torna-se mais susceptível aos danos causados pelo ambiente, tais como o reumedescimento e a queda de folhas (Moser, 1995). Nessa fase, a perda de permeabilidade da membrana celular, em decorrência da plasmólise, pode promover uma rápida desidratação do material (Sullivan, 1973). Essa fase prolonga-se até a forragem atingir umidade adequada para ser armazenada como feno.

A secagem do material é favorecida pela presença de maior proporção de folhas e de caules finos. O correto processamento da forragem, espalhamento, viragem e enleiramento, contribuem para acelerar e uniformizar a desidratação da planta. Com as condições climáticas favoráveis, dois ou três dias serão suficientes para se produzir um feno de boa qualidade mais a melhor condição é em um dia. (Cândido et al., 2008).

Quando o material permanecer no campo por mais de um dia, esse deverá ser enleirado à tarde e espalhado ou revirado no dia seguinte, evitando o efeito do orvalho e melhorando a homogeneidade da desidratação (Gonçalves, 2010). O enleiramento durante a noite evita o reumedecimento. Se ocorrer chuva durante o dia, o material também deverá estar enleirado, o que previne perdas por chuvas menos intensas, que possam ocorrer durante a secagem do material no campo (Pereira, 1998). O maior número de viragens no dia acelera o processo de desidratação, fazendo com que a forragem passe um menor tempo no campo secando.

De acordo com Pereira (1998), a determinação da umidade final pode ser feita diretamente no campo, por meio de medidores portáteis de umidade ou por conhecimento prático. Dentre as maneiras práticas de verificação podemos citar o processo de torcer um feixe de forragem e observar: se surgir umidade e, ao soltar, o material voltar à posição inicial rapidamente, ainda não está no ponto; se houver rompimento das hastes, passou do ponto e, se não eliminar umidade e, ao soltar o material voltar lentamente à posição inicial, sem rompimento de hastes, está no ponto. Outra maneira é examinar a umidade do caule, ao espremer os nós, os mesmos deverão estar secos. Além desses modos apresentados Souza et al. (2002) desenvolveram um método mais prático para ser feito a campo, o método é conhecido como método do micro-ondas.

No caso de plantas que precisam ser picadas antes de ser desidratadas, o ponto de feno é dado esfregando-se um pouco do material entre as mãos e caso esse se desprenda facilmente da palma da mão, então, estará no ponto (Cândido et al., 2008).

A umidade ao final da desidratação é responsável pelo êxito ou fracasso da fenação. Fenos com menos de 15% de umidade são relativamente estáveis e ocorre pouca respiração, no entanto, se o material for enfardado com umidade maior que 20%, a atividade biológica não se encerra (Pereira, 1998). Em fenos com teor de umidade elevados, a respiração microbiana causa aquecimento dos mesmos nas 3 a 5 primeiras semanas de armazenamento (Rotz e Muck, 1994).

A intensa atividade de microrganismos promove aumentos na temperatura, podendo inclusive provocar combustão espontânea em fenos armazenados em galpões.

ARMAZENAMENTO

O feno pode ser armazenado em galpões ou a campo, nas formas de fardos, medas ou a granel. O armazenamento em galpões propicia a obtenção de fenos com qualidade superior, uma vez que há redução nas perdas (Pereira, 1998) (Figura 17).



Figura 17 - Fardos de feno de estilosantes Campo Grande armazenados em galpão. Fonte: Arquivo pessoal

No armazenamento em medas, montes de feno são organizados no próprio campo de produção, indicado para criações extensivas ou semi-extensivas. Na forma de fardos, o armazenamento pode ser feito em galpões especiais ou a campo, cobertos com sapé. O material enfardado ocupa menor espaço, tem melhor conservação, facilita o transporte e possibilita o controle da disponibilidade de feno (Cândido et al., 2008).

VALOR NUTRITIVO DO FENO

O valor nutritivo do feno é dado, basicamente, pela qualidade da forrageira utilizada no processo de fenação, além das condições climáticas durante a secagem no campo e ao tipo de armazenamento (Reis et al., 2010).

Um feno de boa qualidade apresenta altos teores de energia digestíveis e PB, assim como, baixos teores de fibra, o que, em geral, proporciona alto consumo e aceitabilidade (Reis et al., 2010) (Tabela 40). Por outro lado, fatores como a alta umidade e condições precárias de armazenamento podem afetar negativamente a qualidade do feno, podendo ser observados mofos e bolores (Reis et al., 2010).

Tabela 40 - Composição química dos fenos de capim coast-cross e tifton 85 expressa em percentagem da matéria seca.

Itens	Feno	
	Coast-cross	Tifton 85
M atéria seca	88,94	89,13
Proteína bruta	8,53	9,74
Extrato etéreo	1,49	1,45
FDN	78,79	78,25
FDA	40,64	39,17
Lignina	6,17	6,30

FDN: fibra insolúvel em detergente neutro; FDA: fibra insolúvel em detergente ácido.

Fonte: Valadares Filho et al. (2010).

DESEMPENHO DE VACAS EM LACTAÇÃO ALIMENTADAS COM FENO

Os fenos podem ser utilizados tanto para bezerros, por proporcionar um adequado desenvolvimento ruminal, quanto para vacas em lactação, com resultados satisfatórios em termos de produção de leite (Tabela 41).

Tabela 41 - Desempenho de vacas em lactação recebendo feno como volumoso: compilação de dados da literatura.

Autores	Raça	DL	FORAGEIRA	V:C	CMS	PL	PLC	%G
	1/2HZ ^a							
M oreira et al. (2001)	15/16 HZ	55	Coast-cross	60:40	17,04	20,30	19,11*	3,61
Oliveira et al. (2007)	HOL	110	Tifton	67:33	20,93	20,34	19,85	3,83
Cavalcanti et al. (2008)	HOL	60	Tifton	70:30	15,87	15,82	16,04	3,56

DL = dias de lactação; V:C = relação volumoso:concentrado; CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); PL = produção de leite (kg/dia); PLC = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia); %G = % de gordura no leite. * Produção de leite corrigida para 4% de gordura.

FENO PARA VACAS LEITEIRAS DE ALTA PRODUÇÃO

De acordo com Ribeiro (2011), a avaliação da fibra efetiva em dietas de vacas leiteiras de alta produção é fundamental quando o assunto é ambiente ruminal saudável. A efetividade e de fibra é calculada multiplicando-se o teor de FDN pelo percentual de MS retida em peneira de 1,2 mm. Se compararmos, por exemplo, feno de gramínea e casca de soja, pode-se observar que esses alimentos apresentam teores de FDN próximos a 65%. No entanto, 0,98% do feno permanece retido na peneira, contra apenas 0,03% da casca de soja. Conclui-se que apesar do mesmo teor de FDN, a efetividade do feno (63%) é muito superior à da casca de soja (2%).

Para manter o pH ruminal acima de 6,2 e, com isso, maximizar a digestão de fibra e/ou síntese de proteína microbiana, é necessário que o teor de fibra efetiva seja superior a 20% MS (Ribeiro, 2011). Em dietas desafio, para obtenção deste valor, em muitos casos a presença do feno de gramíneas se faz necessária, pois apresenta alta efetividade, seguido pelo feno de leguminosa.

Para um maior aproveitamento do feno, esse deverá ser picado com tamanho médio de partículas (TMP) de 4 cm. Não é recomendado maior TMP, pois resultaria em dificuldade de ingestão e/ou um bocado nutricionalmente desuniforme. Se for muito picado, reduzirá sensivelmente a atividade total de mastigação, onde reduzirá a produção de saliva e por consequência diminui o poder tampão do rúmen. A quantidade de feno fornecida para vacas de alta produção irá variar de 2,0 a 3,0 kg/dia (Ribeiro, 2011), mais essa não pode ser padronizada, o correto é calcular a fração de MS do volumoso que deve ser ofertada ao animal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem de milho é o volumoso mais utilizado na alimentação de vacas leiteiras e, devido a suas características, geralmente é considerada uma referência para a comparação de valores nutricionais com outras silagens devido a sua boa relação de custo/benefício por unidade de energia. Existem muitas opções de volumosos para vacas leiteiras, tanto na forma fresca, como na forma conservada. Cabe, então, ao produtor fazer a sua escolha, levando em consideração as limitações e as potencialidades de cada forrageira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R.C.; BERNARDES, T.F. Custo de produção de silagem de cana-de-açúcar com diversos aditivos e seu impacto na formulação de rações: Parte. 2009. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br>. Acesso em 30/04/2012.
- ANDRADE, I. F.; GOMIDE, J. A. Curva de crescimento e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetumpurpureum*Schum.) Taiwan A-146. Revista Ceres, v.18, p.431-437, 1971.
- AOAC - Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 13th. ed. Washington, 1980.
- ARAÚJO, V.L; RODRIGUEZ, N.M; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.1, p.168-174, 2007.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. NOGUEIRA, J. R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BELLO-PÉREZ, E.V.; MUSTAFA, A.F.; SEGUIN, P. Effects of feeding forage soybean silage on milk production, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, v.91. p.229-235, 2008.
- BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. Silagem de capim: mitos e verdades. 2009. Disponível em: <http://www.milkpoint.com.br>. Acesso em 30/04/2012.
- BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação de gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. Anais...Piracicaba: FEALQ , 1993. p.107-126.
- BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; ZAGO, C.P.; SAMPAIO, I.B.M. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.49, n.4, p.441-452, 1997.

- BORGES, A.L.C.C; Silva, R. R.; LAGE, H. F.; BORLINI, D. C.; CAMPOS, M. M. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. *Revista V e Z em Minas - Jul./Ago./Set. 2012* - Ano XXII - 114 - ISSN: 2179-9482. p.36-43.
- BRITO, A.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES J.A.S.; ROCHA JR, V.R.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). II. Padrão de fermentação. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, n.6, p.491-497, 2000.
- BRODERICK, G. A. Alfalfa silage or hay versus corn silage as the sole forage for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.68, p.3262-3271, 1985.
- BUCHANAN-SMITH, J.G. Preservation and feeding value for yearling steers of whole plant corn ensiled at 28 and 42% dry matter with and without cold flow ammonia treatment. *Canadian Journal of Animal Science*, v.62, p.173, 1982.
- BUMBIERIS JR, V.H.; JOBIM, C.C.; ZAMBOM, M.A, et al. Produção e qualidade do leite de vacas da raça Holandesa alimentadas com silagem de grama estrela (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst.). *Acta Scientiarum Animal Sciences*, v.29, n.1, p.71-78, 2007.
- CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S. Planos de alimentação. In: CAMPOS, O.F.; LIZIEIRE, R.S. *Criação de bezerras em rebanho leiteiros*. 1 ed. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2005, p.29-32.
- CÂNDIDO, M.J.D.; JÚNIOR, A.J.A.C.; SILVA, R.G.; AQUINO, R.M.S. Técnicas de fenação para a produção de leite. In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA-PECNORDESTE, Fortaleza, CE. *Anais...* Fortaleza: FAEC, 2008. p.261-298.
- CARDOSO, E.G.; SILVA, J.M. *Silos, Silagem e Ensilagem*. Campo Grande: EMBRAPA – CPCG, 1995. (Informe Técnico, 2).
- CAVALCANTI, C. V. A.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, M. C., et al. Palma forrageira enriquecida com ureia em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.4, p.689-693, 2008.

- COSTA, J.L.; RESENDE, H. Produção de feno de gramíneas. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA - CNPGL, 2006. 2p. (EMBRAPA-CNPGL. Instrução Técnica para o Produtor de Leite, 19).
- COSTA, M. G.; CAMPOS, J. M. D. S.; VALADARES FILHO, S. C., et al. Desempenho Produtivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Diferentes Proporções de Cana-de-Açúcar e Concentrado ou Silagem de Milho na Dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.
- DANIEL, J.L.P.; ZOPOLLATTO, M.; NUSSIO, L.G. A escolha do volumoso suplementar na dieta de ruminantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.261-269, 2011.
- DEMARCHI, J.J.A.A.; BOIN, C.; BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) para a produção de silagens de alta qualidade. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, p.111-136, 1995.
- DERESZ, F.; SILVA e OLIVEIRA, J.; CAMPOS, O.F. Produção de leite e consumo de vacas Holandês x Zebu recebendo capim-elefante picado, com ou sem concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Juiz de Fora, 1997. Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.246-248, 1997.
- DEWHURST, R.J.; FISHER, W.J.;TWEED, J.K.S.; WILKINS,R.J. Comparison of Grass and Legume Silages for Milk Production.1. Production Responses with Different Levels of Concentrate. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.2598–2611, 1997.
- DHIMAN, T. R.; SATTER, L. D. Yield Response of Dairy Cows Fed Different Proportions of Alfalfa Silage and Corn Silage. *Journal of Dairy Science*, v.80, p.2069-2082, 1997.
- DIAS, A.M.A.; BATISTA, A.M.V.; FERREIRA, M.A.; LIRA, M.A.; SAMPAIO, I.B.M. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*sorghum bicolor*, (l.) moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)). *Revevista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.6, p.2086-2092, 2001.
- ESSIG, H.W. Urea-limestone-treated silage for beef cattle. *Journal of Animal Science*, v.27, n.3, p.730-738, 1968.

- EVANGELISTA, A. R. & Lima, J. A. Utilização de silagem de girassol na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, PR. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá. 2001. p. 177-217.
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; PEREIRA, R.C. Perdas na conservação de forragens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, PR. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2004. p.75-112.
- FARIA JR, W.G.; GONÇALVES, L.C.; PIRES, D.A.A.; RODRIGUES, J.A.S.; RAMIREZ, M.A. Silagem de sorgo para gado de leite. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte, MG: FEPMVZ, 2009. p.43-64.
- GOMIDE, J.A., ZAGO, C.P., CRUZ, M.E. Milho e sorgo em cultivos ou consorciados com soja, para produção de silagens. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.16, n.4, p.308-317, 1987.
- GONÇALVES, A.C. Feno: gramíneas x leguminosas. AG - A Revista do Criador. Porto Alegre, ed. 140, 9, 2010. < <http://www.edcentaurus.com.br/materias/ag.php?id=3065> > Acesso em: 30 de junho de 2013.
- GONTIJO NETO, M.M.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; CÂNDIDO, M.J.D.; MIRANDA, J.F. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Características agronômicas, carboidratos solúveis e estruturais da planta. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.4 supl.2, p.1975-1984, 2004.
- GUIMARÃES JÚNIOR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; JAYME, D.G.; PIRES, D.A.A.; BORGES, A.L.C.C.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; BORGES, I. Matéria seca, proteína bruta, nitrogênio amoniacal e pH das silagens de três genótipos de milheto [*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.] em diferentes períodos de fermentação. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v.4, n.2, p.251-258, 2005.

- GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, T R.; JAYME, D.G.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRÍGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S. Degradabilidade in situ da proteína bruta das silagens de três genótipos de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. Anais... Jaboticabal: Unesp: SBZ, 2007. 1 CD-ROM
- GUIMARÃES JR, R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. Utilização do milho para produção de silagem. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 30p. (Documentos,259).
- HARRIS JR, B.; VAN HORN, H.H.; MANOOKIAN, K.E.; MARSHALL, S.P.; TAYLOR, M.J. Sugarcane silage, sodium hydroxide- and steam pressure treated sugarcane bagasse, corn silage, cottonseed hulls, sodium bicarbonate, and Aspergillus product in complete rations for lactating cows. Journal of Dairy Science, v.66, p.1474-1485, 1983.
- HENRIQUE, W.; ANDRADE, J.B.; SAMPAIO, A.A.M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. II. Composição bromatológica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p.379-381.
- HUBBEL, D.S.; HARRISON, K.F.; DANIELS, L.B.; STALLCUP, O.T. Comparison of corn silage and sunflower silage for lactating Jersey cows. Arkansas Farm Research, v.34, n.1, p.7, 1985.
- IBRAHIM, G.H.F. Perfil fermentativo das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). 2007. 41f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia, Nutrição Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.
- IGARASI, M.S. Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum Maximum* Jacq. cv Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano. Piracicaba, 2002. 132p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"; Universidade de São Paulo.
- JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F.; GAI, V.F. Qualidade de forragens conservadas versus produção e qualidade do leite de vacas. 2002. Disponível em: http://www.nupel.uem.br/po_sppz/forragens-08-03.pdf. Acesso em 30/05/2012.

JOBIM, C.C.; FERREIRA, G.A.; SANTOS, G.T.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C.

Produção e composição do leite de vacas da raça Holandesa alimentadas com fenos de alfafa e de tifton-85 e silagem de milho. *Acta Scientiarum*, v.24, n.4, p.1039-1043, 2002.

JOBIM, C.C.; SARTI, L.L.; SANTOS, G.T. et al. Desempenho animal e viabilidade econômica do uso da silagem de capim-elefante em substituição a silagem de milho para vacas em lactação. *Acta Scientiarum Animal Science*, p.127-135, 2006.

KELLY, M.L. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. *Journal of Nutrition*, v.128, p.881-885, 1998.

KICHEL, A.N.; MIRANDA, C.H.B. Uso do milheto como planta forrageira. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2000. (Gado de corte divulga, 46).

KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; LEHMAN, H. A. The effect of corn silage particle size on eating behavior, chewing activities, and rumen fermentation in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.86, n.10, p.3343-3353, 2003.

KUNG, L; SHAVER, R. Interpretation and Use of Silage Fermentation Analysis Reports. *Focus on Forage*. v. 3, n.13, p. 1-5, 2001.

KUNG JR., L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J. Silage additives. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). *Silage science and technology*. Wisconsin: ASA; CSSA, SSSA, 2003. P.305-360.

LEITE, L. A.; SILVA, B. O.; REIS, R. B., et al. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: consumo e digestibilidade aparente *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.58, n.6, p.1192-1198, 2006.

SILVA, B.O.; LEITE, L.A.; FERREIRA, M.I.C., et al. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: produção e composição do leite. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.6, p.750-756, 2004.

- LEITE, L.A. Silagem de girassol e associações para vacas leiteiras em lactação. 2007. 105f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte, MG.
- LIMA, J.A. Sorgo: Silagem com bom valor nutritivo. 2008. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/SilagemSorgo/index.htm>. Acesso em: 30/4/2012.
- LOPES, H.C. Silagem de milho. 2009. Disponível em: <http://www.cnpqi.embrapa.br/nova/sala/artigos>. Acesso em 30/04/2012.
- LUSK, J.W.; KARAU, P.K., BALOGU, D.O.; GOURLEY, L.M. Brown mibrid sorghum or corn silage for milk production. *Journal of Dairy Science*, v.67, n.8, p1739-1744, 1984.
- MACDONALD, A.D.; CLARCK, E.A. Water and quality loss during fiels drying of hay. *Advances in Agronomy*, v.41, p.407-437, 1987.
- MAGALHÃES, A. L. R.; CAMPOS, J. M. D. S.; VALADARES FILHO, S. C., et al. Cana-de-Açúcar em Substituição à Silagem de Milho em Dietas para Vacas em Lactação: Desempenho e Viabilidade Econômica. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.
- MAGALHÃES, P.C.; DURAES, F.O.M.; SCHAFFERT, R.E. Fisiologia da planta de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 46p. (Circular Técnica, 3).
- MAHANNA, B. Troubleshooting silage problems. In: STATEAPPLIED NUTRITION CONFERENCE, 4., 1993, Wisconsin. Proceedings... Wisconsin: 1993. p.1-21.
- MARCONDES, M.I.; GIONBELLI, M.P.; ANDRADE, F.L.; VERGARA, R.A.V.; SILVA, T.E.; BURGOS, E.M.G. Utilização da silagem de cana-de-açúcar para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO DE BOVINOCULTURA LEITEIRA, 3, Viçosa, Anais... Viçosa:UFV, p.243-300, 2011.
- MARI, L.J.; NUSSIO, L.G. O porque da utilização tímida da silagem de leguminosas. 2005. Disponível em <<http://www.milkpoint.com.br>>. Acesso em: 07/06/2013.

- MARTINS, S.C.S.G. Avaliação de dietas com diferentes volumosos para vacas mestiças em lactação. 2010. 140f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba.
- MASCARENHAS FERREIRA, A.; KERSTEN, J.; GAST, C.H. The study of several modifications of neutral detergent fibre procedure. *Animal Feed Science and Technology*, v.9 n.19, 1983.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. The biochemistry of silage. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. *Feedstuffs*, 1977. p. 49-52.
- McGUFFEY, R.K.; SCHINGOETHE, D.J. Feeding value of high oil variety of sunflowers as silage to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.63, p.1109-1113, 1980.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.D. S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, Digestibilidade Aparente, Produção e Composição do Leite e Variáveis Ruminais em Vacas Leiteiras Alimentadas com Dietas à Base de Cana-de-Açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: *Anais do Simpósio Internacional de Ruminantes*, Lavras, MG: SBZ, 1992.
- MESSMAN, M.; WEISS, W.P.; HENDERLONG, P.R.; SHOCKEY, W.L. Evaluation of pearl millet and field peas plus triticale silages for midlactation dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.75. n.10, p.2759-2775, 1992.
- MIRANDA, J.E.C.; RESENDE, H.; VALENTE, J.O. Silagem de milho. 2008. Disponível em: <<http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/sala/artigos>>. Acesso em: 30/4/2012.
- MIRANDA, J.E.C.; PEREIRA, J.R. Tipos de sorgo para silagem. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL, 2006. 2p. (EMBRAPA-CNPGL. Instrução Técnica para o Produtor de Leite, 51).

- MOISIO, T.; HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Animal Feed Science and Technology*, v.47, n.1, p.107-124, 1994.
- MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S.; FERREIRA, J.J.; FERREIRA, V.C.P. Avaliação agrônômica de seis híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*) (L.) Moench. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, n.4, p.385-390, 2000.
- MOREIRA, A. L.; PEREIRA, O. G.; GARCIA, R., et al. Produção de Leite, Consumo e Digestibilidade Aparente dos Nutrientes, pH e Concentração de Amônia Ruminal em Vacas Lactantes Recebendo Rações Contendo Silagem de Milho e Fenos de Alfafa e de Capim-Coastcross. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p.1089-1098, 2001
- MOSER, L.E. Post-harvest physiological and preservation of forages. In: MOORE, K.J.; KRAL, D.M.; VINEY, M.K. Post-harvest physiology and preservation of forages. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, 1995. p.1-19.
- MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *Journal of Dairy Science*, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.
- MUCK, R.E.; BOLSEN, K.K. Silage preservation and additive products. *Field Guide and Silage Management in North America*, p.105-126, 1991.
- MUCK, R.E.; KUNG JR, L. Effects of silage additives on ensiling. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Proceedings of the silage: Field to Feedbunk North American Conference, Hershey, Pennsylvania. NRAES-99. P.187-199, 1997.
- NASCIMENTO, W.G.; PRADO, I.N.; JOBIM, C.C.; EMILE, J.C.; SURALT, F. HUYGHE, C. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influência no desempenho de vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.5, p.896-904, 2008.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C., et al. Avaliação de Diferentes Híbridos de Sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) quanto aos Componentes da Planta e Silagens Produzidas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.302-312, 2002.

- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; NÖRNBERG, J.L.; MELLO, R.O.; SOUZA, A.N.M.; PELLEGRINI, L.G. Efeito do tamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo da silagem de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench). *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.4, n.2, p.224-242, 2005.
- NICHOLS, S.W.; FROETSCHER, M.A.; AMOS, H.E.; LO, E. Effects of fiber from tropical corn and forage shorgum silages on intake, digestion, and performance of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.81, n.9, p.2383-2393, 1998.
- NUSSIO, L.G. Produção de silagem de milho de alta qualidade para animais de alta produção. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba : FEALQ, 1991. CD-ROM.
- NUSSIO, L.G.; SIMAS, J.M.C.; LIMA, M.M. Determinação do ponto de maturidade do milho para silagem. In: 2º WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, Piracicaba, SP. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p.11-26.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; Da SILVA, S.C.; De FARIA, V.P. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2003, p.187-205.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia e produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: JOBIM, C. C.; CECATO, U.; CANTO, M. W. (Ed.). II Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas. Maringá: UEM/CCA/DZO, 2004. p.1-33.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Silagens de cana-de-açúcar para bovinos leiteiros: aspectos agronômicos e nutricionais. In: VISÃO TÉCNICA E ECONÔMICA DA PRODUÇÃO LEITEIRA, 2005, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2005. p.193-218.
- OBEID, J. A.; GOMIDE, J. A.; COMASTRI FILHO, J. A. Efeito da adubação sobre a produtividade e valor nutritivo do capim-elefante Mineiro cultivado em solo sob vegetação de cerrado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Viçosa, v.13, p.488-500, 1984.

- OLIVEIRA, A. C.; PIRES, A. J. V.; OLIVEIRA, H. C., et al. Composição nitrogenada de silagens de gramíneas tropicais tratadas com ureia. Arch. Zootec., v.56, n.213, p.15-21, 2007.
- OLIVEIRA, J.S. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 34p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 47).
- OLIVEIRA, J. Híbridos de milho para silagem: as diferenças que fazem a diferença. 2007. Disponível em: < <http://www.centraldapecuaria.com.br>>. Acesso em 30/04/2012.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.1, p.61-67, 2010.
- OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A., et al. Substituição total do milho e parcial do feno do capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.4, p.928-935, 2007.
- PAIVA, J.A.J. Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais. 1976. 85 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- PEDREIRA, M.S.; REIS, R.A.; BERCHIELLI, T.T. et al. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n. p.1083-1092, 2003.
- PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S., et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.3, p.558-564, 2007.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; RODRIGUES, A.A. SANTOS, F.A.P.; MOURÃO, G.B.; BARIONI JR, W. Performance of dairy cows fed rations produced with sugarcane silages

treated with additives of fresh sugarcane. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, n.9, p. 1889-1893, 2010.

- PEREIRA, J.R.; REIS, R.A. Produção de sialgem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2001, Maringá, PR. Anais... Maringá, PR: UEM/CCA/DZO, 2001. p.64-86.
- PEREIRA, L.G.R. Potencial forrageiro da cultura do girassol (*Helianthus annuus*) para produção de silagem. 2003. 160f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, T.R.; ARAGÃO, A.S.L. Silagem de girassol para bovinos leiteiros. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte, MG: FEPMVZ, 2009. p.26-42.
- PEREIRA, O.G. Produção e utilização de feno. In: CONGRESSO NACIONAL DO S ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, 1998. p.63-91.
- PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, D.H. Produção e utilização de forragens conservadas. In: Semana de Zootecnia, 2, Diamantina. Anais... Diamantina. MG. p. 75-118, 2004.
- PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; OLIVEIRA, A.S. Produção de silagem de capim no Brasil. In: IV SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM E II SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: IV SIMFOR, 2006. p.249-275.
- PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, A.S.; RIBEIRO, K.G.; RIGUEIRA, J.P.S.; MELO FILHO, O.L.; SOUZA, W.F. Otimização de dietas à base de silagens de soja. In: VI SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE E II SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: VI SIMCORTE, 2008. p. 213-243.
- PEREIRA, O.G.; RIBEIRO, K.G.; OLIVEIRA, A.S. Forragens para novilhas leiteiras. In: PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; QUEIROZ, A.C.; MIZUBUTI, I.Y. Novilhas leiteiras. Fortaleza: Graphiti Gráfica e Editora, 2010. p.411-459.

- PONTES, M.E.; MARINHO, A. Caracterização das bactérias lácticas presentes em produtos alimentares. *Veterinária Técnica*, v.7, n.3, p.42-45, 1997.
- POSSENTI, R. A.; FERRARI JUNIOR, E.; BUENO, M. S., et al. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. *Ciência Rural*, v.35, n.5, p.1185-1189, 2005.
- PRESTON, T.R.; HINOJOSA, C.; MARTINEZ, L. Ensiling of sugar cane with ammonia molasses and mineral acids. *Tropical Animal Production*, v.1, p.120-126, 1976.
- QUEIROZ, O.C.M.; NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, M.C.; ZOPOLLATTO, M. Silagem de cana-de-açúcar comparada a fontes tradicionais de volumosos suplementares no desempenho de vacas de alta produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.2, p.358-365, 2008.
- RANGRAB, L. H.; MÜHLBACH, P. R. F.; BERTO, J. L. Silagem de Alfafa Colhida no Início do Florescimento e Submetida ao Emurchecimento e à Ação de Aditivos Biológicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.2349-356, 2000.
- RÊGO, A.C.; OLIVEIRA, M.D.S.; SIGNORETTI, R.D.; DIB, VANESSA.; ALMEIDA, G.B.S. Eficiência de alimentação e ruminação de vacas leiteiras alimentadas com silagens de milheto e milho. In: 63ª Reunião Anual da SBPC – CERRADO: ÁGUA, ALIMENTO, ENERGIA. Anais... Goiânia, GO, 2011.
- REIS, R.A.; GARCIA, R.; SILVA, D.J. Efeito da aplicação de amônia anidra sobre a composição química e digestibilidade in vitro de fenos de três gramíneas tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.19, n.3, p.219-224, 1990.
- REIS, R.A.; MOREIRA, A.L.; PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. Anais... Maringá : UEM/CCA/DZO, 2001. 319p.
- REIS, R.A.; EVANGELISTA, A.R.; BASSO, F.C. É possível produzir feno de qualidade em clima tropical? In: V SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM

E III SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, MG. Anais... Viçosa: V SIMFOR, 2010. p.463-512.

- RIBEIRO, C.G.M.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I.; BORGES, A.L.C.C.; SALIBA, E.O.S.; CASTRO, G.H.F.; RIBEIRO JR, G.O. Padrão de fermentação da silagem de cinco genótipos de sorgo. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.6, p.1531-1537, 2007.
- RIBEIRO, A.F. Influência da Época de Plantio e Colheita na Qualidade da Silagem de Milho. 2008. Disponível em: <<http://rehagro.com.br/>>. Acesso em 08/10/2012.
- RIBEIRO JR, G.O.; GONÇALVES, L.C.; GUIMARÃES JR, R.; PÔSSAS, F.P.; MAURÍCIO, R.M. O milheto como opção para gado de leite. In: GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte, MG: FEPMVZ, 2009. p.65-87.
- RIBEIRO, J.L. Alimentação para vacas leiteiras de alta produção. 2011. Disponível em: <http://www.fazendasreunidashd.com.br/>>. Acesso em: 15/10/2012.
- ROCHA JR, V.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. II. Padrão de fermentação. Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.52, p.512-520, 2000.
- RODRIGUES, A.A. Potencial e limitações de dietas a base de cana-de-açúcar e ureia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: II SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 1999, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte, 1999. p.65-75.
- RODRIGUES, A.A. Cana-de-açúcar e ureia para a alimentação de bovinos na época da seca. São Carlos, SP: EMBRAPA- Pecuária Sudeste, 2000. 4p. (EMBRAPA- Pecuária Sudeste. Recomendação Técnica, 47).
- RODRIGUES, P.H.M.; SENATORE, A.L.; ANDRADE, S.J.T.; RUZANTE, J.M.; LUCCHI, C.S.; LIMA, F.R. Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.6, p.2373-2379, 2002.

- ROTZ, A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY, G.C. Forage quality, evaluation and utilization. Madison. American Society of Agronomy, 1994. p.828-868.
- RUPPEL, K.A., PITT, R.E., CHASE, L.E. et al. 1995. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. *J. Dairy Sci.*, 78(1):141-153
- SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M. SILAGEM DE GRAMÍNEAS TROPICAIS. *Colloquium Agrariae*, v.2, n.1, p.32-45, 2006.
- SANTOS, M.C.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; RIBEIRO, J.L. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, n.9, p.1555-1563, 2008.
- SANTOS, S.A.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. VALADARES, R.F.D.; RUAS, J.R.M.; AMARAL, P.M. Different forage sources for F1 Holstein x Gir dairy cows. *Livestock Science*, (on-line), 2011.
- SCHROEDER, J.W. Silage Fermentation and Preservation. In Edition South Dakota: North Dakota State University, p. 1-9, 2004.
- SILVA, B.O.; LEITE, L.A.; FERREIRA, M.I.C.; FONSECA, L.M.; REIS, R.B. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: produção e composição do leite. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.6, p.750-756, 2004.
- SILVA, S.C.A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.). *Volumosos para bovinos*. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1993. p.59-74.
- SILVA, S.M. Silagem de forrageiras tropicais. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2001. (Gado de corte divulga, 51).

- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNADES, T.F.; AMARAL, R.C. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.36, n.6, p.2000-2009, 2007.
- SNEDDON, D.M.; THOMAS, V.M.; ROFFER, R.E.; MURRAY, G.A. Laboratory investigations of hidroxide-treatment sunflower or alfafa-grass silage. *Journal of Animal Science*, v.53, p.1623-1628, 1981.
- SOARES, J.P.G.; BERCHIELLI, T.T.; AROEIRA, L.J.M.; DERESZ, F.; VERNEQUE, R.S. Estimativas de Consumo do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum), Fornecido Picado para Vacas Lactantes Utilizando a Técnica do óxido crômico. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.3, p.811-820, 2004.
- SULLIVAN, J.T. Drying and storage as hay. In: BUTTLER, G.W.; BAILEY, R.W. *Chemistry and biochemistry of herbage*. London: Academic Press, 1973. P.1-32.
- THIAGO, L.R.L.; VIEIRA, J.M. Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca. Comunicado Técnico nº 73: Embrapa Gado de Corte, 2002.
- THOMAS, V.M.; MURRAY, G.A.; THACKER, D.L.; SNEDDON, D.N. Sunflower silage in rations for lactating Holsteins cows. *Journal of Dairy Science*, v.65, p.267-270, 1982.
- TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P.; BORGES, I. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2003. 20p. (Documentos, 57).
- TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. Alimentos Volumosos para o Período Seco - I Silagem de Girassol. Corumbá, MS: Embrapa Pantanal, 2004a. 30p. (Documentos,72).
- TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P.; RODRIGUES, J.A.S.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N.M. Características químicas e digestibilidade in vitro de silagens de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, supl.1, p.1672-1682, 2004b.

- TOSI, H.; SILVEIRA, A.C.; FARIA, V.P.; PEREIRA, R.L. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a ensilagem. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.4, p.39-48, 1975.
- VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTI, M.L., AMARAL, H.F., MAGALHÃES, K.A., ROCHA JUNIOR, V.R., CAPPELE, E.R., 2010. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos – CQBAL 3.0. Viçosa, Minas Gerais.
- VALDEZ, F.R.; HARRISON, J.H.; DEETZ, D.A.; FRANSEN, S.C. In vivo digestibility of corn and sunflower intercropped as a silage crop. *Journal of Dairy Science*, v.71, p.1860-1867, 1988a.
- VALDEZ, F.R.; HARRISON, J.H.; FRASEN, S.C. Effect of feeding sunflower silage on milk production, milk composition, and rumen fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.71, p.2462-2469, 1988b.
- VALERIANO, A.R.; MEDEIROS, L.T.; CARVALHO, R.C.R.; ATHAYDE, A.A.R.; ROCHA, G.P. Ensilagem de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) com ênfase no uso de aditivos. *Boletim Técnico nº 72: Universidade Federal de Lavras*, 2006.
- VALVASORI, E.; LUCCI, C.S.; PIRES, F.L. ARCARO, J.R.P.; ARCARO JR, I. Silagem de cana-de-açúcar em substituição a silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.35, n.3, p.139-142, 1998.
- VANDERSALL, J.H.; LANARI, D. Sunflower versus corn silage at two grain ratios fed to cows. *Journal of Dairy Science*, v.56, p.1384, 1973.
- VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II - a rapid method for determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists*, v.46, p.829-835, 1963.
- VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. *Journal of Animal Science*, v.26, n.1, p.119-120, 1967.

- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV - Determination of plant cell-wall constituents. Journal of the Association of Official Analytical Chemists, v.50, p.50, 1967.
- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. Journal of the Association of Official Analytical Chemists v.51, p.780, 1968.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPOSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1, Botucatu. Anais... Botucatu: XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p.73- 108.
- WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B., et al. Palma Forrageira (Opuntia ficus indica Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.1, 2002.
- WALKER, G.M. Yeast physiology and biotechnology. London: Wiley Editorial Offices, 350p, 1988.
- WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G. Engineering aspects of ensiling. Biochemical Engineering Journal, v.13, p.181-188, 2003.
- WILKINSON, J.M. Silage made from tropical and temperate crops. 1 The ensiling process and its influence on feed value. World Animal Review, n.45, p. 36-42, 1983.
- WILKINSON, J.M. Additives of ensiled temperate forage crops. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998. Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. P.53-72.
- WOOLFORD, M.K. The silage fermentation. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: Manejo cultural do sorgo para forragem. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 1997. p.9-26 (Circular Técnica, 17).

2.3 – ALIMENTOS CONCENTRADOS ENERGÉTICOS PARA VACAS DE

LEITE Jarbas Miguel da Silva Júnior

Thiago Carvalho da Silva

Marcos Inácio Marcondes

Polyana Pizzi Rotta

Maurício Oliveira Ribeiro da Silva

INTRODUÇÃO

A produção de leite pode ser afetada pela sazonalidade da produção das plantas forrageiras influenciando diretamente os custos de produção. Isso ocorre porque a distribuição da produção de gramíneas ao longo do ano ocorre de forma desuniforme em várias regiões do Brasil. No Brasil, a maior parte dos bovinos é mantida a pasto com pouca ou nenhuma suplementação, já que esta é a forma mais econômica de produção (Paulino et al., 2006; Paulino et al., 2008; Paulino et al., 2010).

É importante ressaltar que, em níveis de produção elevados, o requerimento energético será aumentado e o consumo exclusivo de volumoso não será suficiente para atender às exigências nutricionais do animal, principalmente se o animal for de aptidão leiteira, pois esses possuem uma maior exigência de nutrientes para a síntese de leite (NRC, 2001). Dessa forma, para evitar a ocorrência de distúrbios nutricionais e reprodutivos e elevar a produção de leite, a utilização de alimentos concentrados se faz necessária.

Os concentrados são amplamente utilizados na alimentação de vacas leiteiras com o intuito de garantir elevadas produções de leite, por meio do atendimento adequado das exigências nutricionais. A sua utilização está vinculada ao nível de produção, uma vez que vacas alimentadas exclusivamente com volumosos podem manter uma baixa produção de leite sem apresentar distúrbios reprodutivos (Berchielli et al., 2011)

Há uma grande variedade de alimentos concentrados energéticos. No entanto, a tomada de decisão de qual fonte utilizar deve considerar fatores como a disponibilidade, custo

por quilograma de matéria natural (MN), custo por quilograma de matéria seca (MS) custo por quilograma de energia (NDT) e as possíveis limitações, tais como taninos no sorgo, glicosídeos cianogênicos na mandioca, entre outros. De acordo com Barros e Fernandes (2013) fatores como a proximidade do local de produção, características nutricionais, custos com transporte, condicionamento e armazenagem e a viabilidade do alimento para ruminantes devem ser levados em consideração no momento da escolha.

A utilização de coprodutos (materiais oriundos do processamento agroindustrial de alimentos destinados à alimentação humana que possuem valor nutricional para os bovinos, dando origem aos alimentos concentrados) na alimentação animal vem sendo estudada de diferentes formas e combinações, permitindo assim, a obtenção de seus resultados de forma econômica e produtiva (Jobim et al., 2006).

Nesse capítulo será feita uma abordagem sobre a definição de concentrado energético, considerando as características nutricionais dos alimentos, citando os principais alimentos utilizados na alimentação de vacas de leite. Será considerado a sua composição química, o valor nutritivo, as limitações e os efeitos sobre o consumo de nutrientes e a produção de leite (PL). Ainda, serão discutidas as consequências do uso excessivo de concentrados energéticos na formulação de dietas para gado de leite.

DEFINIÇÃO DE CONCENTRADO ENERGÉTICO

Os alimentos concentrados são diferenciados dos alimentos volumosos pela diferença no teor de fibra. A definição utilizada pela maioria dos pesquisadores e técnicos é de que alimentos com teores abaixo de 18% de fibra bruta (FB) na MS são classificados como alimentos concentrados (Vieira, 2011). Essa classificação permite separar os alimentos de elevada e de baixa concentração em nutrientes que serão produtores de energia. Dessa forma, os alimentos produzidos a partir de plantas, tais como feno, palha, silagem e pastos são classificados como alimentos volumosos. Agrupando-se assim, todos os outros sob a designação de alimentos concentrados, podendo ser, energéticos ou proteicos. Os concentrados energéticos diferem dos concentrados proteicos devido a sua composição química, já que

possuem menos de 20% de PB na sua composição, diferindo dos concentrados proteicos que possuem teores de PB superiores a 20% (Barbosa, 2004).

As definições foram descritas no capítulo 1 e são importantes para a padronização da classificação dos alimentos, mas não devem ser consideradas como verdades absolutas, pois podem gerar erros de interpretação. Por exemplo, a casca de soja apresenta 35% de FB, 62% de FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}) e 69% de NDT (CQBAL 3.0, 2013). Ao utilizar a casca de soja, o técnico deve considerar que ela apresenta tanto características de alimentos volumosos quanto de alimentos concentrados. Assim, esse alimento pode fazer parte da dieta substituindo parte do volumoso ou parte do concentrado. Em suma, o que caracteriza os alimentos concentrados é o baixo teor de fibra e o elevado teor energético.

PRINCIPAIS CONCENTRADOS ENERGÉTICOS

Os concentrados energéticos são primariamente uma fonte de energia, com baixa contribuição de proteína na dieta. Os principais concentrados energéticos estão listados na

Tabela 1. No entanto, seu uso varia de acordo com cada região devido à disponibilidade, em que alguns são mais utilizados em determinadas regiões do país do que outros e também podem apresentar algumas características nutricionais específicas. Por isso, alguns alimentos serão apresentados de forma mais detalhada para melhor compreensão.

Tabela 1. Principais concentrados energéticos.

Concentrados energéticos	
Grãos de cereais	milho, sorgo, milheto, trigo, triticale, aveia
Coprodutos industriais e do processamento de alimentos	Polpa cítrica, melaço, farelo de trigo, farelo de arroz, casca de soja, casca de café, coprodutos da mandioca, polpa de beterraba
Raízes e tubérculos	Mandioca, batata-doce
Coprodutos de frutas	Abacaxi, acerola, caju, maracujá, manga

MILHO

O crescimento expressivo da safra nacional de grãos nas últimas décadas (saindo de 57.900 para 200.000 mil toneladas entre os anos de 1990 a 2014) (Conab, 2014) e as perspectivas positivas para a pecuária para os próximos anos devem aumentar o interesse e a viabilidade de inclusão de níveis mais elevados de grãos nas dietas de vacas leiteiras no Brasil.

A produção brasileira de milho esperada para a safra 2014/2015 é de aproximadamente 200.000 mil toneladas (Conab, 2015). Do total produzido, a participação nacional por região produtora está representada na Figura 1.

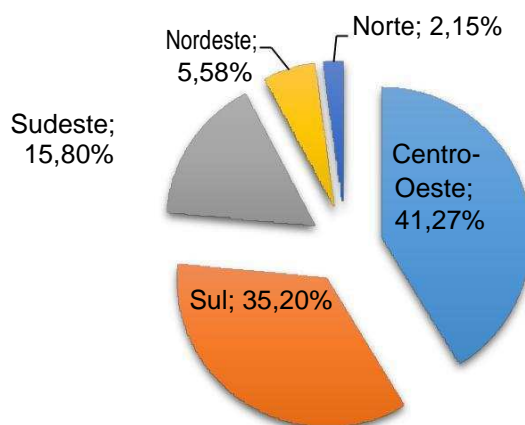


Figura 1 – Participação nacional da produção total de milho grão, de acordo com as regiões brasileiras. (Fonte: Conab, 2015).

O milho é utilizado na alimentação de vacas leiteiras como fonte de carboidrato não fibroso, principalmente o amido. Os carboidratos não fibrosos são rapidamente degradados no rúmen pela ação microbiana gerando energia na forma de ácidos graxos de cadeia curta possibilitando um maior desenvolvimento dos microrganismos ruminais e uma melhor eficiência de utilização dos carboidratos fibrosos (Zeoula et al., 2001; Santos et al., 2002; Schoroeder, 2003; Santos et al., 2007; Solórzano et al., 2012).

O milho é o principal concentrado energético utilizado nos sistemas de criação de vacas leiteiras no Brasil, principalmente nos sistemas mais intensivos, onde a utilização de

concentrado pode garantir a maximização da produção, a melhoria dos índices reprodutivos e, conseqüentemente, melhorar a lucratividade da atividade (Pereira et al., 2009).

COMPOSIÇÃO E VALOR NUTRICIONAL

O grão de milho é envolvido por um tecido de proteção, denominado película ou tegumento e um tecido envoltório mais grosseiro, a casca; o germe também é envolvido por um tecido de proteção. Esses tecidos de proteção são ricos em fibra. A maior parte da semente é o endosperma, que embora muito rico em carboidratos, principalmente o amido, ainda contém proteínas. O germe tem alta concentração de proteínas, óleos, minerais e vitaminas, embora seja relativamente fibroso devido a seus envoltórios (Bose, 1990).

O endosperma representa aproximadamente 83% do peso seco do grão, consistindo principalmente de amido (88%) (Paes, 2006), organizado na forma de grânulos (Tabela 2). No endosperma também estão presentes as proteínas de reserva (8%) do tipo prolamina s, denominadas zeínas. Essas proteínas formam os corpos proteicos que compõem a matriz que envolve os grânulos de amido dentro das células no endosperma. Com base na distribuição dos grânulos de amido e da matriz de proteína, o endosperma é classificado em dois tipos: farináceo e vítreo (Paes, 2006).

Tabela 2. Percentual dos constituintes nas estruturas físicas específicas do grão de milho.

Fração	% Grão	Amido	Lipídeos	Proteínas	Minerais	Açúcares	Fibras
Endosperma	82	98	15,4	74	17,9	28,9	-
Gérmen	11	1,3	82,6	26	78,4	69,3	12
Pericarpo	5	0,6	1,3	2,6	2,9	1,2	54
Ponta	2	0,1	0,8	0,9	1	0,8	7

Fonte: Paes (2006).

O grão de milho tem aproximadamente 61% de amido e possui também, o mais elevado teor de gordura dos cereais variando de 3 a 6%. A gordura do milho é rica em ácidos graxos insaturados (Paes, 2006). Segundo Valadares Filho (2010), o milho possui um teor médio de NDT de 88% e teor de PB de 9,05%, o que o caracteriza como um alimento energético. As demais características químico-bromatológicas podem ser observadas na Tabela 3.

Tabela 3. Composição químico-bromatológica do milho.

S	B	NP	IDN	IDA	E	HO	DN	DT	a	
7,64	,05	8,34	,29	,25	,01	5,08	1,61	8,0	,03	,25

Fonte: CQBAL 3.0. M S = matéria seca, PB = proteína bruta, NNP = nitrogênio não proteico, NIDN = nitrogênio indigestível em detergente neutro, NIDA = nitrogênio indigestível em detergente ácido, EE = extrato etéreo, CHO = carboidratos totais, FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, NDT = nutrientes digestíveis totais, Ca = cálcio, P = fósforo.

O milho é pobre em Ca (valor médio 0,03%) e possui teor intermediário de P (0,25%) embora apresente uma menor quantidade deste elemento quando comparado a outros grãos. O milho amarelo é rico em caroteno, porém tanto ele como o milho branco são pobres em vitaminas D e E, além de ser pobre em riboflavina e ácido pantotênico (Mouro et al., 2002; Pedroso et al., 2007; Abrahão et al., 2006).

O milho é um alimento deficiente em lisina e triptofano. Tanto o milho, como os seus derivados são desbalanceados em lisina e metionina quando se compara com as proteínas do tecido muscular animal, proteína bacteriana e também com o leite (Klopfenstein, 1985; Rogers et al., 1989) (Tabela 4).

Tabela 4. Perfil de lisina e metionina no tecido muscular, leite, bactérias, milho e derivados.

Item	Lisina	Metionina
Tecido Muscular	16,3	5,1
Leite	16,0	5,5
Bactérias	16,6	5,1
Milho	7,0	5,0
Silagem de milho	7,5	4,8
Glúten de milho	3,8	5,5

Segundo Zeuola e Caldas Neto (2001) a utilização de fontes de amido é fundamental na criação de animais de alta produção, os quais exigem níveis elevados de energia na dieta para que possam atingir todo o seu potencial genético. Além disso, segundo os mesmos autores, fontes de amido podem ser utilizadas para melhorar as características de fermentação ruminal, principalmente na utilização de fontes de nitrogênio não proteico, possibilitando assim uma melhor utilização dos carboidratos estruturais e maior fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado. O milho é considerado o concentrado energético padrão ou referência na alimentação animal, por suas características nutricionais, por isso os estudos avaliando outros alimentos são sempre realizados comparando-os com o milho.

PROCESSAMENTO DO MILHO E PRODUÇÃO DE GLÚTEN E FARELO DE GLÚTEN DE MILHO

Existem diversos tipos de processamentos de grãos que podem ser utilizados na alimentação animal, tais como trituração, tostagem, floculagem, moagem, laminação, cozimento, ensilagem, etc. Existem mais de 18 métodos de processamento para grãos que ainda são classificados em métodos a seco ou úmido. Dentre os grãos que sofrem um maior número de processamentos são o milho, soja, sorgo, trigo e cevada por serem os mais utilizados na alimentação animal.

De acordo com Alcade e Andrade (1997) os trabalhos sobre a eficiência de utilização dos grãos de milho na nutrição de bovinos tem se mostrado contraditórios devido à falta de padronização na forma de fornecimento, ou seja, inteiro seco ou processado.

O processamento dos grãos pode aumentar a eficiência alimentar entre 10 e 15% (Ensminger et al., 1990). A utilização de métodos como moagem fina e, principalmente, o método conhecido como floculação, proporcionam um significativo aumento da degradação do amido, tanto no rúmen quanto no trato digestivo total em comparação à moagem grosseira ou laminação (Nussio et al., 2002).

Na revisão de Theurer et al. (1999) foi mostrado que o processamento do milho e sorgo pelo método da floculação pode resultar em maior eficiência na utilização do alimento (8%), aumentos na produção de leite e leite corrigido para gordura (6 a 10%, respectivamente) e aumentos na proteína do leite (13%). Knowlton et al. (1996) observaram um aumento na produção de leite e diminuição de perda de peso no início da lactação em vacas alimentadas com milho moído fino comparado com milho moído grosso, devido ao aumento da digestibilidade do amido (92 e 85%, respectivamente).

FARELO DE GLÚTEN DE MILHO (NOMES COMERCIAIS: REFINASIL, PROMIL)

O farelo de glúten de milho (FGM) é um coproduto da indústria processadora de milho, cujos produtos principais são o amido purificado e o óleo de milho. Tecnicamente, esse produto é a 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 (Blasi et al., 2001).

Pedroso e Carvalho (2004) demonstram o processo de industrialização para obtenção do FGM que tem início com a chegada do milho na indústria de beneficiamento, limpeza para retirada de impurezas (palhas, areia e outras sujidades) que é realizada com auxílio de peneiras, ciclones ou separadores pneumáticos, além de separadores magnéticos. Em seguida, os grãos são transferidos para tanques de aço inoxidável (maceradores), sendo lavados com água sulfitada a 45-50°C de forma corrente contínua promovendo assim a assepsia do grão,

impedindo também a germinação e promovendo o amolecimento do grão. Por último, o milho deve absorver água até atingir 50% de umidade; todo o processo dura cerca de 42 horas.

Uma das características mais favoráveis do FGM é o seu teor de proteína, que é acima de 20% da MS, associado a um bom teor energético. Quando esse alimento substitui os grãos de cereais em dietas de bovinos, espera-se uma economia em outros alimentos, especialmente os de fontes proteicas. O FGM é um produto que pode ser utilizado tanto como fonte de energia como de proteína, sendo sua fração proteica altamente degradável no rúmen, porém apresenta deficiência em lisina. Nos EUA e Europa o FGM é comercializado na forma úmida, apresentando cerca de 42% de MS, ou na forma seca com 90 a 92% de MS. No Brasil, comercializa-se principalmente o FGM na forma seca, com no mínimo 21% de PB.

O FGM apresenta valores mais altos de FDN do que os alimentos concentrados tradicionais. Porém, a FDN do FGM-21 é caracterizada pela rápida e alta digestão *in vitro* (Green et al., 1987) e degradabilidade *in situ* (Firkins et al., 1985). A taxa de desaparecimento é de $5.13\% \text{ h}^{-1}$ (*in vitro*) e 5.1% e $4.7\% \text{ h}^{-1}$ (*in situ*) para FGM-21 úmido e FGM-21 seco, respectivamente. A digestibilidade da FDN é em torno de 61 a 68%, o que caracteriza a fração fibrosa deste produto como de alta qualidade (Green et al., 1987).

Embora a inclusão de grandes proporções de FGM possa reduzir a concentração de energia líquida para lactação em dietas altamente energéticas, seus efeitos benéficos na fermentação ruminal podem anular essa redução (Pedroso, 2006). Isso pode ocorrer pelo fato de que os baixos níveis de amido e os altos níveis de fibra digestível possivelmente mantenham o pH ruminal em níveis mais elevados, favorecendo a digestibilidade da fibra (Fellner e Belyea, 1991). É o que se denomina efeito associativo do alimento no trato digestivo, em outras palavras, suas características melhoram o aproveitamento da ração como um todo, especialmente para animais de alto desempenho, submetidos a rações ricas em grãos.

De acordo com Schroeder (2003), o FGM é um subproduto relativamente rico em fibra e com concentrações medianas de proteína e energia. Ele apresenta em torno de 92 a 95% do valor energético do milho, 18 a 22% de amido, altas concentrações de FDN (42%) e fração proteica de alta degradabilidade ruminal (65%; Firkins et al., 1984). Em função dos baixos teores de lignina e grande proporção de fibra potencialmente digestível, este alimento fornece energia necessária para a manutenção da lactação sem os efeitos negativos causados por

concentrados ricos em fontes de amido rapidamente fermentáveis no rúmen, sendo chamados de fontes de fibra não forrageira (Allen e Grant, 2000).

Alimentos como o FGM possuem partículas pequenas, e assim, alta gravidade específica, o que possibilita o aumento de sua taxa de passagem pelo trato gastrointestinal do animal, principalmente na saída rúmen-retículo para o omaso. Assim, a sua inclusão em dietas de bovinos leiteiros deve ser criteriosa, tendo em vista que os mesmos não são tão eficazes em estimular a atividade de ruminação como as forragens. Allen e Grant (2000) avaliando a efetividade da fração FDN do FGM úmido quando comparado à silagem de alfafa como alimento padrão obtiveram valores de 74 e 11% para a efetividade da FDN e FDN fisicamente efetivo, respectivamente.

Com relação à sua composição mineral, atenção deve ser dada às altas concentrações de fósforo neste alimento, o que pode gerar um desbalanço na sua relação com o Ca quando os níveis de inclusão na dieta são elevados (40 – 60%).

Tabela 5. Composição bromatológica da farinha de glúten de milho, farelo de glúten de milho seco (FGM seco) e farelo de glúten de milho úmido (FGM úmido).

Item (%)	Glúten de milho	FGM-21	FGM-21 úmido
M atéria seca	91,22	88,75	37,30
Proteína bruta	64,33	23,17	22,00
NDT	84,67	73,70	80,05
FDN	6,17	39,34	45,80
CNF	23,80	30,30	-
Extrato etéreo	3,78	2,35	1,56
DM S	91,8 (DIVM S)	79,81	-
Ca	0,05	0,15	-
P	0,44	1,07	-
M M	2,19	6,81	5,55
Lisina	1,00	0,60	-
Metionina	1,44	0,33	-

Fonte: Adaptado de Alves (2006) e CQBAL 3.0. NDT = nutrientes digestíveis totais, FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, CNF = carboidrato não fibroso, DM S = digestibilidade da matéria seca, DIVM S = digestibilidade in vitro da matéria seca, Ca = cálcio, P = fósforo, M M = matéria mineral.

Em trabalho conduzido por Pedroso et al. (2009), foram avaliados os efeitos dos níveis de substituição do milho pelo FGM sobre o consumo e a produção de vacas Holandesas com produção média de 24,5 kg/dia (o do milho).

Tabela 7). Esses autores concluíram que a substituição **do milho por farelo de milho glúten não causa alterações na PL e resulta em poucas variações na composição do leite.**

Souza (2007) ao avaliar diferentes níveis de substituição da ração concentrada por FGM (0, 33, 67 e 100% de substituição) não encontrou diferença para o CMS. No entanto, foi observado um efeito para o consumo de PB, EE e CNF, sendo explicado pelo baixo consumo de matéria orgânica (MO) (Tabela 6).

Tabela 6: Consumo de MS, MO, PB, EE, CHO totais, FDN, CNF e NDT de vacas leiteiras alimentadas com níveis crescentes de substituição de ração concentrada por FGM.

Itens	Níveis de substituição			
	0	33	67	100
MS	18,43	17,69	18,3	16,89
MO	17,45	16,73	17,26	15,90*
PB	2,5	2,38	2,37	2,15*
EE	0,54	0,54	0,54	0,49*
CHO	14,64	14,13	14,66	13,61
FDN	6,72	6,86	7,37	7,25
CNF	7,92	7,27	7,29	6,36*
NDT	12,45	12,04	12,35	10,90*

Médias seguidas de * apresentam efeito pelo teste de Williams ($P < 0,01$) (Adaptado de Souza, 2007). MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, CHO = carboidratos totais, FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, CNF = carboidratos não fibrosos, NDT = nutrientes digestíveis totais.

O uso desse coproduto como substituto do milho em rações para vacas leiteiras produzindo em torno de 25 kg de leite ao dia pode ser viável, desde que seu preço seja menor que o preço do milho.

Tabela 7. Consumo de matéria seca, produção e composição do leite de vacas consumindo dietas com três níveis de FGM.

Variável	Nível de glúten de milho			EPM	Valor P	
	(% da ração total)				L	Q
	0	10	20			
Leite (kg/dia)	25,17	24,91	24,55	0,030	-	-
LCG 3,5 (kg/dia)	25,23	25,31	25,47	0,410	-	-
CM S (kg/dia)	21,03	22,32	20,22	0,820	-	-
Gordura (%)	3,52	3,60	3,74	0,076	-	-
Gordura (kg/dia)	0,88	0,88	0,91	0,022	-	-
Proteína (%)	3,05	2,99	3,00	0,012	0,004	0,017
Proteína (kg/dia)	0,76	0,73	0,73	0,008	0,026	-
Relação G/T	1,16	1,20	1,26	0,025	0,009	-
Lactose (%)	4,40	4,34	4,35	0,011	0,002	0,019
Lactose (kg/dia)	1,11	1,09	1,08	0,014	-	-
Sólidos totais (%)	11,85	11,82	11,92	0,075	-	-
Sólidos totais (kg/dia)	2,98	2,94	2,92	0,040	-	-

LCG 3,5 = produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, FGM 0 = sem FGM -21 e 20% de milho na matéria seca da ração completa, FGM 10 = 10% de FGM -21 e 10% de milho moído na matéria seca da ração completa; FGM 20 = 20% de FGM-21 na matéria seca da ração completa e sem milho moído, EPM = erro-padrão da média. Probabilidade dos contrastes para (L) efeito linear e (Q) efeito quadrático (desvio da linearidade) para os teores de FGM - 21 testados, NS = não-significativo.

Kononoff et al. (2006) demonstraram uma redução no teor de gordura do leite quando o FGM substituiu parte do volumoso e parte do concentrado. No entanto, houve aumento na PL.

FARELO DE GLÚTEN DE MILHO ÚMIDO

Os custos da secagem do material podem, em determinadas circunstâncias, inviabilizar o uso do produto seco, o que tem levado os produtores de bovinos leiteiros a fazer uso deste produto na forma úmida. Diferentemente do produto seco, o farelo de glúten de milho úmido é comercializado diretamente aos produtores rurais localizados nas regiões circunvizinhas das indústrias de moagem de milho (Demarchi et al., 1998).

De acordo com Demarchi et al. (1998), o produto pode ser utilizado na forma úmida, sem sofrer a secagem após a separação da fibra e adição da água de maceração concentrada. Neste caso, apresentará teor mínimo de 40% de MS e 9,5% de PB (base comercial).

A utilização de FGM na forma úmida implica em resultados semelhantes ao produto seco, porém com redução de custo em virtude da economia no processo de secagem, possibilidade de maior inclusão devido à maior palatabilidade do farelo úmido, sendo mais vantajoso que outros ingredientes usados em dietas que requerem certa umidade, como a cevada úmida ou o resíduo de cervejaria, já que apresenta composição constante e disponibilidade o ano todo (Staples et al., 1984; Bernar et al., 1991; Demarchi et al., 1998, Schroeder, 2003; Kononoff et al., 2006).

SORGO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) foi introduzido no Brasil no início do século XX, mas desde então nunca se firmou como uma cultura com características comerciais marcantes (Duarte, 2010). É o quinto cereal mais importante do mundo, já que os primeiros são trigo, arroz, milho e cevada (Andriazzi, 2007). A competitividade com as outras culturas faz com que o plantio do sorgo não seja amplamente difundido no país.

Entretanto, a cultura vem se consolidando como opção de plantio no período da “safrinha”, principalmente nos estados da região Centro-Oeste e em regiões do estado de São Paulo e Minas Gerais. Os plantios efetuados nesta época têm sido responsáveis pelo crescimento recente da produção de sorgo no Brasil (Andriazzi, 2007). A região Centro-Oeste

tem a maior produção nacional deste cereal, seguido pelas regiões Sudeste, Nordeste, Sul e Norte (Figura 2).

O sorgo tem atraído a atenção dos produtores de grãos devido a sua resistência a veranicos, maior produção por área quando comparado ao milho (25 toneladas de matéria verde/hectare/ano (sorgo) contra 10 toneladas do milho) (Conab, 2011) e menores exigências em relação às características ligadas a qualidade do solo, ocorrendo muito em regiões de clima semiárido (Dias et al., 2001), além de ter um custo de produção menor que o milho proporcionando uma produção com menores custos e com valor nutritivo próximo ao do milho (Wanderley et al., 2002).

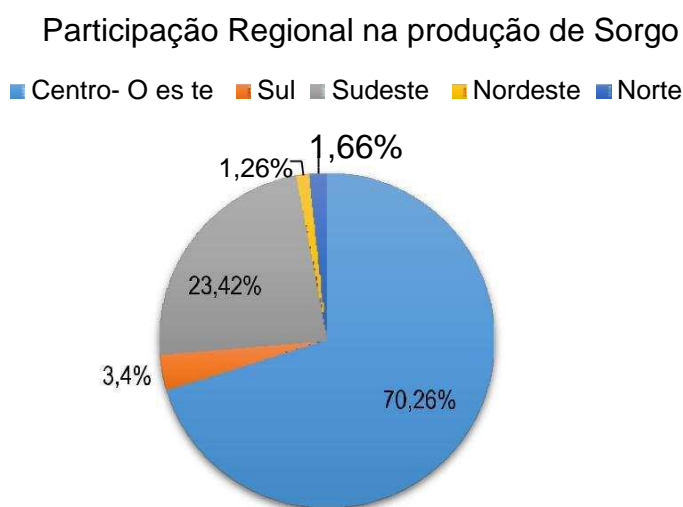


Figura 2 – Participação das Regiões na Produção Nacional de Sorgo Grão na safra 2010/2011. (Fonte: Conab, 2013).

O grão de sorgo moído é muito utilizado no sul do país na dieta de ruminantes, principalmente em confinamentos (Restle et al., 2004). A produção nacional de sorgo grão para safra de 2013/2014 foi de aproximadamente 2.298 mil toneladas com área plantada de 803,6 mil hectares (Conab, 2014).

O grão de sorgo é uma importante fonte de energia para rações e responsável pela redução dos custos dos alimentos, visto que seu preço está sempre abaixo do preço do milho.

O grão de sorgo é equivalente a 90 - 95% do valor nutritivo do milho, já que contém teor um pouco mais elevado de PB e menor de energia (Esteves, 2000).

Ao armazenar grãos de milho e sorgo úmidos, através da ensilagem, há alterações físico-químicas nas moléculas do amido (fonte de energia do grão a ser utilizada pela flora microbiana e animal), facilitando a ação das enzimas amilolíticas microbianas e das enzimas pancreáticas na sua digestão, que ocorre no intestino delgado (Owens et al., 1997). Rooney e Pflugfelder (1986), constataram que o sorgo precisa ser mais intensamente processado que o milho para atingir uma digestibilidade ótima para o grão.

PRINCÍPIOS TÓXICOS

Por não apresentar uma proteção para as sementes, como ocorre com a palha do milho ou as glumas do trigo e da cevada, a planta de sorgo produz vários compostos fenólicos, os quais servem como uma defesa química contra pássaros, patógenos e outros predadores (Ahmad e Allen, 1995; Magalhães, 1997).

Os taninos encontram-se principalmente na testa e no pericarpo (camadas mais externas do grão). Grãos com testa têm cor predominante marrom-escura, significando presença de tanino, e grãos sem testa têm cor branca ou amarela, que seriam aquelas sem tanino no grão. Os taninos apresentam duas classes: hidrolisáveis e condensados. Estes, por sua vez, causam problemas na digestão de nutrientes pelo fato de formarem complexos com as proteínas e diminuir sua palatabilidade e digestibilidade (Magalhães et al., 1997). Percentuais abaixo de 0,7% de fenóis nos grãos não são prejudiciais e considera-se ausente em tanino condensado, por outro lado, teores acima de 0,7% de fenóis totais, considera-se a presença de tanino (Magalhães et al., 2009).

No caso dos animais ruminantes, o efeito antinutricional dos taninos é amenizado pelos microrganismos do rúmen, que em muitos casos, conseguem hidrolisar as moléculas de tanino (Cabral Filho, 2004). Entretanto, as moléculas de taninos condensados são mais difíceis de serem degradadas, podendo ser prejudiciais a alguns microrganismos ruminais ou então podem

diminuir a degradação da matéria orgânica (Bhat et al., 1998). Esse fato pode ser prevenido com a utilização de variedades com menores concentrações de taninos condensados.

Por outro lado, os taninos condensados apresentam alguns benefícios, tais como, a proteção das proteínas da degradação ruminal, o aumento da tolerância dos animais às helmintoses e a prevenção do timpanismo.

SORGO: GRÃOS

O sorgo tem sido utilizado em dietas de bovinos de leite em substituição ao milho, como a base energética dos concentrados, devido à sua similaridade na composição química (Tabela 8).

Tabela 8. Composição químico-bromatológica do grão de sorgo.

MS	PB	NNP	NID N	NID A	EE	CNF	FDN	ND T	Ca	P
88,11	9,89	39,90	21,92	18,22	2,98	53,01	14,75	78,80	0,04	0,28

Fonte: CQBAL 3.0. M S = matéria seca, PB = proteína bruta, NNP = nitrogênio não proteico, NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido, EE = extrato etéreo, CNF = carboidratos não fibrosos, FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, FDA = fibra insolúvel em detergente ácido, NDT = nutrientes digestíveis totais, Ca = cálcio, P = fósforo.

Os mesmos processamentos utilizados para o milho são aplicados ao grão de sorgo. Pesquisas têm comparado o efeito do processamento de grãos de sorgo sobre o desempenho de vacas em lactação. Nikkhah et al. (2004) avaliando o efeito do processamento de grãos de sorgo em dietas para vacas não observaram diferenças no CMS. Entretanto, a PL foi maior para o sorgo floculado em combinação com a cevada (Tabela 9).

Tabela 9. Efeito do processamento de grãos sobre o consumo, produção e composição do leite.

	Tratamento					EPM	P
	C	C + S	S	C + SF	SF		
CM S (kg/d)	19,10	19,70	19,10	19,60	19,40	0,25	NS
PL (kg/d)	22,6ab	21,4c	21,20	23,4 ^a	22,6ab	0,50	*
PLCG (kg/d)	24,1a	22,2b	22,1b	24,9 ^a	24,4a	0,40	***
Proteína (%)	3,04a	2,94b	2,95b	2,99ab	3,02a	0,01	*
Gordura (%)	3,55ab	3,37b	3,44b	3,59 ^a	3,63a	0,04	**
Lactose (%)	4,69	4,72	4,59	4,65	4,64	0,1	NS

C = cevada, C + S = cevada + sorgo, S = sorgo, C + SF = cevada + sorgo floculado, SF = sorgo floculado, EPM = erro padrão da média, PLCG = produção de leite corrigida para 3,2% de gordura, EPM = erro-padrão da média, NS= não significativo (P<0,05). Adaptado de Nikkhah et al. (2004).

Segundo Chen et al. (1994), o sorgo laminado ou floculado pode substituir totalmente o milho com o mesmo processamento, sem alteração no CMS, resultando em produções e composições de leite semelhantes entre vacas suplementadas com milho ou sorgo (Tabela 10). Neste estudo, foram utilizadas vacas em lactação com produção de leite média de 37 kg/dia, suplementadas com sorgo floculado ou milho floculado ou laminado, associados a uma fonte de proteína não degradável no rúmen. O CMS, a produção de leite e produção de leite corrigida para 3,2% de gordura, a eficiência produtiva e os teores de proteína e gordura do leite não diferiram entre os animais suplementados com sorgo ou milho. Vacas alimentadas com sorgo ou milho floculado em combinação com PNDR produziram mais leite e proteína do leite em comparação àquelas suplementadas com milho laminado ou com farelo de soja.

Tabela 10. Efeito do processamento e da fonte de grãos sobre o desempenho de vacas leiteiras.

	Dieta				EPM	Efeito		
	MF	S F	MLV	S LS		P	F	P x F
CM S (kg/d)	25,2 ^a	25,5a	23,5 ^a	24,5a	0,80	0,10	0,43	0,62
PL (kg/d)	34,6 ^a	35,0a	32,1b	31,1b	0,80	0,01	0,70	0,41
PLCG 3,2% (kg/d)	31,8ab	32,7a	29,8b	29,1b	0,90	0,05	0,92	0,39
Proteína (%)	3,01a	315a	3,06 ^a	3,11a	0,10	0,93	0,37	0,12
Gordura (%)	2,93ab	3,01a	2,89ab	2,80b	0,05	0,01	0,86	0,10

MF = milho floculado, SF = sorgo floculado, MLV = milho laminado a vapor, SLS = sorgo laminado seco, EPM = erro padrão da média, P = processamento; F = fonte de grão; P x F = interação processamento x fonte de grão. Adaptado de Chen et al. (1994).

SORGO: GRÃOS ÚMIDOS

O sorgo, bem como o milho, apresenta uma matriz proteica ao redor do grânulo de amido bastante complexa que aumenta a resistência ao ataque microbiano ruminal. Quando os grãos úmidos de sorgo são ensilados, eles passam a apresentar uma maior solubilidade do amido. Além disso, a silagem de grão úmido é uma maneira prática e econômica de armazenar os grãos para serem utilizados como concentrado durante o período de escassez de alimentos energéticos. A conservação de grãos na forma úmida é eficiente por conservar as características quantitativas e qualitativas do concentrado energético empregados na alimentação (Rooney e Pflugfelder, 1986; Owens et al., 1997).

Na produção da silagem de grão úmido de sorgo, os grãos são colhidos na fase de maturação fisiológica, com teor de MS em torno de 70% (Tabela 11). Pompeu et al. (2005) avaliando características fermentativas e composição químico-bromatológica da silagem de grãos úmidos de sorgo, recomendaram a colheita do grão úmido com até 93 dias de idade e a moagem antes da ensilagem, a fim de se obter uma silagem com fermentação adequada.

Tabela 11. Composição química da silagem de grãos úmidos de sorgo.

Item	Silagem de Grãos Úmidos de Sorgo
M atéria seca (%)	67,73
FDN (%)	29,63
FDA (%)	4,94
Proteína bruta (%)	8,19
Extrato etéreo (%)	2,9
M atéria mineral	1,66

Fonte: CQBAL 3.0. FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, FDA = fibra insolúvel em detergente ácido.

Nascimento et al. (2008) trabalhando com silagem de grãos de dois diferentes híbridos de sorgo (sorgo granífero Arakan e sacarino Top Silo) e silagem de milho na alimentação de vacas de leite com produção média de 30 kg/dia e peso corporal médio de 635 kg, observaram maior CMS para os animais que receberam silagem de sorgo granífero em relação às outras duas dietas experimentais, levando também a um consumo maior de PB. Já na avaliação da produtividade, observou-se que mesmo com menor CMS, a dieta contendo silagem de milho apresentou maior produção de leite corrigida para 4% de gordura, com média de 30,65 kg/d enquanto que a silagem de sorgo granífero e sorgo sacarino resultaram em produções de 25,63 e 26,10 kg/d, respectivamente. Os dados experimentais estão sumarizados na Tabela 12.

Tabela 12. Dados experimentais utilizando sorgo como componentes da dieta para vacas leiteiras.

Estudo	Tratamento	Categoria experimental	Resultado
Dias et al. (2001)	Silagem de sorgo vs. silagem de milho	Vacas de leite	Não alterou produção de leite, teores de gordura e proteína, embora influenciou o CM S
Almeida Junior et al. (2008)	Avaliação de grãos de sorgo com ou sem tanino (0,95% e 0,37% de tanino respectivamente)	Bezerros holandeses	Conferem resultados similares obtidos com milho, não interferindo no desempenho animal
Pizzuti et al. (2009)	Silagem de grão úmido vs. grão seco de sorgo	Bezerras 5/8 Nelore + 3/8 Charolês	Não apresentou efeito significativo sobre o desempenho
Passini et al. (2003)	Parâmetros ruminais com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo	Bovinos adultos	Dietas com 100% de milho e 100% de sorgo apresentaram produção de ácidos graxos e pH ruminal semelhantes

A utilização de sorgo na dieta de ruminantes leiteiros pode ser realizada sem maiores problemas, pois de acordo dados experimentais, o sorgo apresenta resultados semelhantes aos encontrados quando se utiliza o milho, não interferindo no desempenho animal, no ganho de peso, crescimento, produção de leite, e nos teores de proteína e gordura do leite.

MANDIOCA

A mandioca é uma planta nativa do Brasil que possui boas características nutritivas, uma ampla variedade de utilização (amido, farinhas, raspas, álcool, silagens e fenos) e que pode

ser utilizada na nutrição de vacas leiteiras. A maior parte das raízes da mandioca é destinada à indústria ou ao consumo humano. No entanto, parte da produção, inadequada a estes fins, pode ser utilizada na alimentação de vacas leiteiras. A parte aérea da mandioca também tem potencial para ser utilizada na dieta de ruminantes, principalmente, ensilada ou na forma de feno (Almeida e Ferreira Filho, 2005).

Segundo o IBGE (2014), o Brasil é o segundo maior produtor mundial de mandioca, sendo a quarta cultura mais produzida no país, com produção de 22,7 milhões de toneladas.

A figura 3 apresenta distribuição da produção de mandioca no Brasil por região:

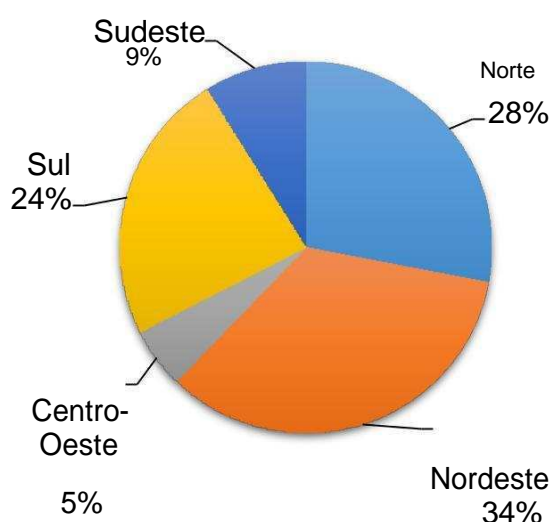


Figura 3 – Distribuição da produção de mandioca no Brasil por região. Fonte: Conab (2010).

A mandioca apresenta um bom valor nutritivo e é bem aceita pelos animais, principalmente ruminantes, o seu cultivo pode ser direcionado para maximizar a produção das raízes e a parte aérea (Cavalcanti e Araújo, 2000).

COMPONENTE TÓXICO

A mandioca apresenta dois compostos químicos que podem ser tóxicos aos animais, os glicosídeos cianogênicos linamarina e lotaustralina. Esses componentes ao serem

hidrolisados pela enzima linamarinase geram o ácido cianídrico (HCN), cujos efeitos tóxicos podem resultar em danos neurológicos crônicos, ou até mesmo levar à morte (Almeida e Ferreira Filho, 2005). O HCN afeta os animais pela afinidade com o ferro, desta forma interage com a hemoglobina para formar a ciano-hemoglobina, impedindo assim o transporte de oxigênio para os tecidos, levando o animal a asfixia (Almeida e Ferreira Filho, 2005).

A raiz da mandioca é comumente classificada como brava ou mansa (> 100 mg HCN/kg raiz fresca = brava e < 100 mg de HCN/kg raiz fresca = mansa), e ainda pode-se citar as mandiocas doces que quase não apresentam os precursores da linamarina (Demarchi, 2002), componente que ao sofrer choque, quando a raiz é quebrada ou triturada é convertida pela linamarase em ácido cianídrico (Tabela 13).

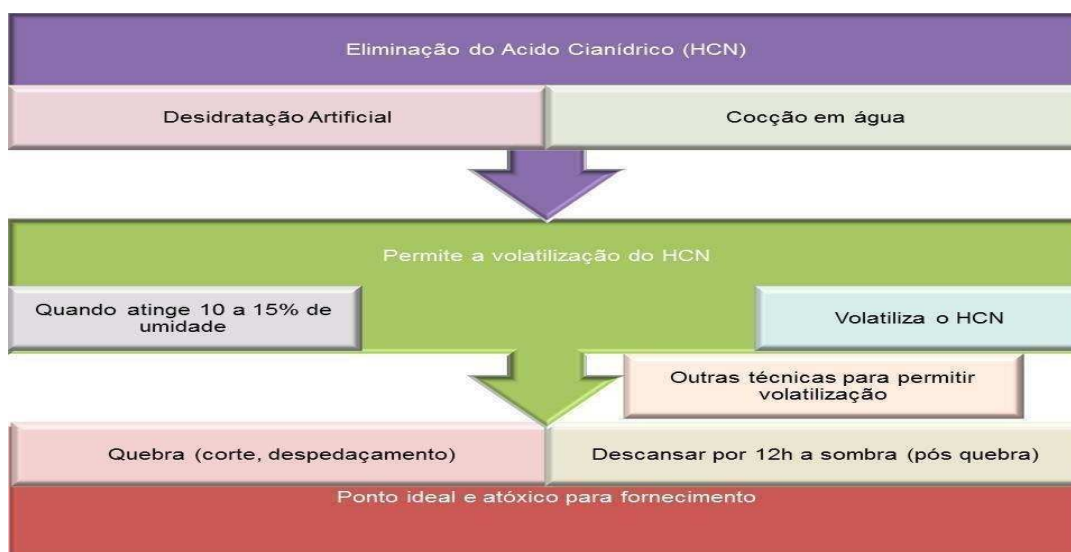
Tabela 13. Classificação da mandioca quanto a sua toxicidade.

Classificação	Concentração de HCN (mg/kg raiz fresca)
Não Tóxica	< 50
Pouco Tóxica	50 – 80
Tóxica	80 – 100
Muito Tóxica	> 100

Fonte: Demarchi (2002).

Os compostos cianogênicos estão distribuídos de forma não uniforme em toda a planta, tanto na parte aérea como na raiz. As folhas apresentam as maiores concentrações, enquanto que nas raízes, o córtex ou a casca grossa, encerra maiores concentrações que a polpa (Demarci, 2002). Fatores como idade da planta (jovens possuem maior concentração de HCN), solo, clima e ambiente interferem na concentração do ácido. Na figura 4 podemos visualizar os métodos utilizados para volatilizar ácido cianídrico da mandioca.

Figura 4. Métodos utilizados para volatilizar ácido cianídrico da mandioca.



Fonte: Adaptado de Demarchi (2002).

RASPA DA RAIZ DA MANDIOCA

A raspa da mandioca, que é constituída da raiz da mandioca integral (casca e polpa) deve ser seca ao sol ou em estufa antes de ser incorporada à ração, de forma a eliminar problemas relacionados à toxidez e também à conservação. Na desidratação, as raízes passam de um teor de umidade de 60-70% para 10-14% nas raspas (Tabela 14).

Tabela 14. Composição química da raspa de mandioca.

Item	Raspa de Mandioca
M atéria seca (%)	87,73
Proteína bruta	3,42
FDN _{CP}	19,47
FDA	8,39
Extrato etéreo	0,6
M atéria mineral	3,25

Itens expressos em %M S Fonte: CQBAL 3.0. FDN_{CP} = fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, FDA = fibra insolúvel em detergente ácido.

Ramalho (2006) avaliou a raspa de mandioca em substituição ao farelo de soja para vacas mestiças em lactação e verificou que a raspa de mandioca com ureia não substituem o farelo de soja, pois, influenciam negativamente no CMS e no desempenho animal, sem, contudo, afetar a digestibilidade dos nutrientes. Esse mesmo autor, quando avaliou a substituição do milho pela raspa de mandioca para vacas primíparas em lactação, verificou que houve uma diminuição linear da produção de leite em função do aumento dos níveis de substituição do milho pela raspa de mandioca.

A inclusão crescente de raspa de mandioca no concentrado (0, 11, 23, 33,5 e 41,5) em substituição ao milho moído reduziu em até 5,6% a PL. No entanto, nesse estudo o lucro foi maior, o que possibilitou o uso da raspa de mandioca com vantagem econômica sobre o milho (Abrahão, 2000). Em um outro estudo realizado por Scoton (2003), a substituição do milho pela combinação de polpa cítrica mais raspa de mandioca (na proporção 50:50) não alterou a PL e a porcentagem de gordura no leite (Tabela 15).

O amido da mandioca apresenta uma maior degradabilidade efetiva em relação ao do milho e sorgo. Isso ocorre devido à inexistência de pericarpo, endosperma córneo e periférico, matriz proteica e, possivelmente, devido a uma menor proporção de amilose e lipídios nos grânulos de amido, diminuindo a quantidade de pontes de hidrogênio na molécula de amido e aumentando a capacidade de expansão do amido da mandioca em meio aquoso (Rangel et al., 2008).

Tabela 15. Resultados de pesquisa com fécula de mandioca.

	Tratamento	Categoria experimental	Resultado
Scoton (2003)	Polpa cítrica + raspa de mandioca (50:50) substituindo o milho	Vacas de leite	Não alterou produção de leite e gordura
Ramalho et al. (2006)	Raspa de mandioca substituindo milho	Vacas primíparas	Menor produção de leite, consumo e digestibilidade dos nutrientes
Zeoula et al. (1999)	Raspa de mandioca comparada com milho e sorgo	Estudo in vitro	Maior degradabilidade do amido
Marques et al. (2000)	Raspa de mandioca em substituição total ao milho	Novilhas mestiças (Nelore × Simental)	Diminuição no CMS em 20,8%, não afetando o desempenho animal
Pires et al. (2008)	Cana de açúcar associada com diferentes fontes de amido (milho moído grosseiramente e raspa de mandioca)	Vacas de leite	Sem efeito no CMS, teores de gordura e proteína no leite, mas com tendência à diminuição no CMS e alterações na composição do leite utilizando a raspa de mandioca

A utilização de mandioca na dieta de vacas leiteiras deve ser realizada com cuidados de manejo do material para fornecimento, evitando a intoxicação com ácido cianídrico pela quebra, secagem e trituração do produto. Outro ponto importante é que este material apresenta uma grande quantidade de carboidratos solúveis, o que pode interferir na ingestão e em processos fermentativos, devendo ser utilizado como componente da dieta, porém não como fonte única de energia.

FÉCULA DE MANDIOCA

Entre todos os resíduos resultantes da industrialização da mandioca, o resíduo úmido, também conhecido como fécula de mandioca, é um alimento promissor para a alimentação de bovinos. Isso se deve à abundância do produto nas regiões produtoras, da composição bromatológica e do baixo custo. Esse alimento é resultante da extração do amido da mandioca por via úmida, com peso igual ou maior ao de raízes processadas pela indústria (Fernandes et al., 2011). Assim, a massa de fecularia ou como também é conhecida, bagaço ou resíduo da extração da fécula de mandioca é um produto proveniente da prensagem para extração da fécula ou amido da mandioca na indústria por via úmida (Gonçalves, 2011).

A massa de fecularia apresenta alta umidade (85%) e pode ser caracterizada como um material fibroso da raiz, contendo parte da fécula (amido) que não foi possível extrair no processamento (Gonçalves, 2011). A secagem deste coproduto é uma forma de permitir sua adequada conservação e transporte, o que otimiza sua utilização. A massa de fecularia seca, apesar de ter um custo mais elevado que a úmida devido aos custos envolvidos com a secagem do material fresco é de fácil utilização, pois permite seu uso em misturas concentradas.

Este coproduto é utilizado para a alimentação de bovinos em confinamento, por apresentar elevado teor de carboidratos de fácil e rápida fermentação ruminal (Tabela 16).

Tabela 16. Composição química e bromatológica dos subprodutos industriais da mandioca.

Itens	Massa de Fecularia úmida ¹	Massa de fecularia seca ²
M atéria seca (%)	23,0	89,0
Proteína bruta	1,92	1,59
FDN	30,5	28,8
FDA	22,6	22,9
Extrato etéreo	0,29	0,19
Amido	65,5	75,0

Itens expressos em %M S. Fonte: ¹ABRAHÃO et al. (2005); ²ABRAHÃO et al. (2006). FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, FDA = fibra insolúvel em detergente ácido.

Com a finalidade de evitar a redução do CMS, Ramos et al. (2000b) sugeriram que a massa de fecularia úmida pode substituir no máximo 45% do milho presente na ração.

Tabela 17. Dados de pesquisa com raspa de mandioca.

Pesquisas	Tratamento	Categoria experimental	Resultado
Fernandes et al. (2011)	Substituição de milho por silagem de resíduo de fécula	Vacas de leite	Efeito linear negativo para a produção de leite
Ramalho et al. (2006)	Substituição de milho por raspa de mandioca	Vacas primíparas	Efeito linear negativo para a produção de leite
Gonçalves et al. (2011)	Substituição de milho por silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca	Vacas de leite	Efeito significativo para CMS sem diferença na digestibilidade da MS, MO, EE, PB, FDN, FDA e carboidratos totais

Embora pareça uma boa fonte de energia a ser utilizada na dieta de vacas leiteiras, a utilização de fécula de mandioca não apresenta efeitos positivos na PL, interferindo no CMS, bem como nos teores de proteína e gordura do leite.

FARINHA DE VARREDURA

A farinha de varredura da mandioca é obtida através da limpeza de todo material perdido no chão (imprópria para o consumo humano), durante o processamento da mandioca para a produção de farinha para o consumo humano. Este coproduto apresenta altos teores de amido (80%) e MS (90%), sendo importante na alimentação animal como fonte energética (Jorge et al., 2002a).

A composição deste resíduo parece ser semelhante à farinha de mandioca. No entanto, sua composição e rendimento variam de acordo com o tipo de farinha produzida (fina a grossa) e do processo de fabricação (Jorge et al., 2002b), a composição desse subproduto pode ser observada na Tabela 18.

Não existem dados de rendimento deste coproduto na literatura, no entanto Jorge et al. (2002b) estimaram que haja até 4% de perdas da mandioca total utilizada perdida na forma de farinha de varredura.

Tabela 18. Composição bromatológica dos subprodutos da mandioca.

	MS	PB	FDN	CNF	Amido	NDT
Raspa de mandioca	86,96	3,27	10,38	81,09	79,57	80,00
Farinha de varredura	90,95	1,61	9,17	85,02	84,43	78,00
Fécula de mandioca	86,50	1,77	73,09			75,26

Fonte: CQBAL 3.0. MS = matéria seca, PB = proteína bruta, FDN = fibra insolúvel em detergente neutro, CNF = carboidratos não fibrosos, NDT = nutrientes digestíveis totais.

Ao avaliar a substituição do milho por farinha de varredura nas proporções de 0, 25, 50, 75 e 100%, Jorge et al. (2002a, b) não observaram diferença entre o CMS expresso em peso corporal ou peso corporal metabólico. Ainda, esses autores observaram um aumento linear crescente para o coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) da MS, da PB e do amido à medida que se aumentou o nível de substituição de farinha de varredura. O CDA da FDN não diferiu entre os tratamentos, à medida que se aumentava o nível de substituição, mas não encontraram diferenças para o coeficiente de digestibilidade da fibra. Em relação ao desempenho, houve uma diminuição no ganho de peso com o aumento da substituição, embora a conversão alimentar não tenha sido afetada.

Na avaliação de desempenho de novilhas mestiças confinadas, Marques et al. (2000) substituíram totalmente o milho (1,7 kg/dia) por farinha de varredura (1,5 kg/dia) e não observaram diferenças no desempenho das mesmas. Os animais que receberam farinha de

varredura apresentaram CMS 27,8% inferior aos animais que receberam milho. Isso ocorre devido à farinha de varredura ser muito pulverulenta e seca, prejudicando a deglutição.

Mouro et al. (2002) não encontraram variação na produção e composição do leite ao avaliar a substituição do milho por farinha de varredura. Ainda, uma maior eficiência microbiana e menores concentrações de N-NH₃ foram observados ao se avaliar o fornecimento de diferentes fontes energéticas para novilhos Holandeses (Zeoula et al., 2002).

FARELO DE TRIGO

No processamento industrial do trigo, somente 70 a 75% da massa dos grãos é aproveitada como farinha, sendo que os 25 a 30% restantes são os coprodutos, normalmente comercializados como farelo de trigo (Pedroso, 2006). Devido o foco da indústria ser o endosperma dos grãos, rico em amido, o farelo é composto basicamente pela fibra, células da aleurona e parte do germe, resultando num coproduto com teor energético elevado (73% de NDT) e bom teor proteico (17% de PB) (Andrighetto et al., 1986).

Tabela 19. Composição química-bromatológica do farelo de trigo.

MS	MO	NDT	PB	EE	MM	FDN	FDA	AMIDO	Ca	P
88,0	92,9	71,54	17,07	3,51	5,6	43,3	12,9	34,2	0,18	0,96

Fonte: CQBAL 3.0. MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, NDT = nutrientes digestíveis totais, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, Ca = cálcio e P = fósforo.

Pedroso et al. (2005) testaram a viabilidade da inclusão do farelo de trigo em dietas contendo polpa cítrica em substituição parcial ao milho, utilizando dietas isonitrogenadas (17% PB). A composição da dieta era: silagem de milho, milho moído fino, polpa cítrica peletizada, farelo de trigo, soja extrusada, farelo de soja, ureia, suplemento mineral e vitamínico e bicarbonato de sódio. Esses autores observaram que a inclusão do farelo de trigo não alterou o CMS dos animais, mas afetou negativamente a maioria dos parâmetros avaliados (

Tabela 20). Houve um efeito quadrático ($P < 0,01$) sobre a PL; mas quando foi feita a correção para 3,5% de gordura, observou-se um efeito linear na redução desse parâmetro à medida que se adicionava o farelo de trigo à dieta ($P < 0,05$). Os autores desse estudo concluíram que a substituição dos grãos de milho pelo farelo de trigo foi desvantajosa em dietas de vacas leiteiras em confinamento, produzindo em torno de 30 kg leite/d, com o nível mais alto de inclusão. No entanto, para o nível intermediário de substituição, observou-se um aumento na PL, sem alteração nos parâmetros de composição do leite.

Tabela 20. Consumo de matéria seca, produção e composição do leite em dietas com níveis de substituição do milho por farelo de trigo.

Item	Nível de substituição			EPM	Efeito Linear
	0	10	20		
CM S (kg/d)	31,88	32,19	30,87	0,217	0,009
PL (kg/d)	27,91	27,89	26,52	0,402	0,019
PLCG 3,5 (kg/d)	21,23	23,03	22,34	0,285	0,110
Proteína (%)	2,70	2,75	2,60	0,041	0,091
Gordura (%)	3,07	3,09	3,06	0,020	0,868

0 = 20% milho moído fino; 10 = 10% milho moído fino + 10% farelo de trigo; 20 = 20% farelo de trigo; CM S= consumo de matéria seca; PL = produção de leite; PLCG 3,5= leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5%. Fonte: Adaptado de Pedroso et al. (2005).

Dhuyvetter et al. (1999) ressaltam que, por conter níveis elevados de fibra e níveis baixos de amido, em relação a outros cereais, o farelo de trigo é uma alternativa interessante para dietas de bovinos, principalmente quando se utiliza altos níveis de concentrado, pois espera-se uma menor incidência de distúrbios digestivos. Esses autores afirmam que o farelo de trigo pode ser um excelente suplemento para vacas a pasto, principalmente quando a forragem é de baixo valor nutritivo. A proteína do farelo de trigo é altamente degradável no rúmen, sendo utilizada com eficiência por ruminantes consumindo forragens de baixa qualidade.

Acedo et al.(1987) formularam concentrados com 0, 20 e 40% e 0, 40 e 60% de farelo de trigo em dois experimentos. A produção de leite das vacas que receberam 20 ou 40% de farelo de trigo foi semelhante à das vacas recebendo a dieta controle, mas a produção de leite das vacas que receberam 60% de farelo de trigo no concentrado diminuiu. O teor de gordura no leite foi semelhante para todos os tratamentos.

Soares et al. (2004) trabalharam com níveis crescentes de farelo de trigo no concentrado (0, 33, 67 e 100%) em substituição ao milho e observaram médias para PL (kg/dia), PLG (kg/dia), % gordura, %PB, %EST e %ESD de 20,63; 21,64; 3,82; 3,06; 12,7 e 8,87, respectivamente, não sendo observado efeito dos níveis de farelo de trigo sobre os mesmos. Apesar da queda na digestibilidade das dietas, esta não interferiu nos níveis de produção e na qualidade do leite. Esses autores concluíram que o fubá de milho pode ser substituído em até 100% pelo farelo de trigo em rações concentradas em dietas à base de silagem de milho, para vacas produzindo em média 20 kg de leite ao dia. Ao contrário dos resultados obtidos nesta pesquisa, Moraes et al. (1982), estudando a produção de leite de vacas mantidas em pastagens de braquiária, com acesso a um banco de proteína, e recebendo níveis crescentes de farelo de trigo, verificaram que, para cada 1 kg de farelo de trigo consumido ocorreu um aumento de 324 g de leite/dia.

Soares et al. (2005) não observaram diferença para as concentrações de ureia, N-ureico no leite e ureia e N-ureico no plasma, ao avaliar diferentes níveis de substituição (0, 33, 67 e 100%) do fubá de milho pelo farelo de trigo. No entanto, observou-se um efeito significativo para o nível de 33% de substituição na avaliação da excreção de alantoína. Os autores concluíram que o farelo de trigo pode substituir parcial ou totalmente o fubá de milho para vacas com produção média de 20 kg/dia, recebendo a silagem de milho como volumoso.

Eifert et al. (2006) utilizou polpa cítrica e farelo de trigo em substituição ao milho. As produções de leite e de leite corrigida para proteína e gordura, foram de 23,5 e 22,6 kg/dia, respectivamente, não apresentando resposta para a fonte de carboidrato. Entretanto, em virtude das menores taxas de digestão, da síntese microbiana e da proporção de lactose, o farelo de trigo deve ser recomendado com cautela para a inclusão em dietas de vacas de alta produção de leite, caso esse seja o principal ingrediente do concentrado.

FARELO DE ARROZ

A produção de arroz ocorre em dois principais sistemas de produção: irrigado e sequeiro, sendo o sistema irrigado, o predominante na região Sul, já o sequeiro é encontrado nas demais regiões produtoras.

A industrialização do arroz produz uma série de subprodutos, como o brunido, a quirela e o farelo de arroz integral (FAI). Após a extração do óleo do FAI, é obtido o farelo de arroz desengordurado (FAD), tendo como principal vantagem a não rancificação, permitindo que o produto seja armazenado por um período de tempo maior (Pimentel e Peixoto, 1983).

Para animais ruminantes suplementados a pasto ou confinados, o FAD é uma importante alternativa, principalmente nas regiões produtoras de arroz (Paulino et al. 1993; Restle et al. 1995). Dos coprodutos do beneficiamento do arroz, o FAI contém a maior parte dos nutrientes (aproximadamente 13% de PB e 15% de gordura) e tem sido utilizado eficientemente em dieta para bovinos.

Tabela 21. Composição do farelo de arroz integral.

Matéria orgânica	Proteína bruta	Extrato etéreo	Fibra em neutro	detergente	Fibra em detergente ácido
80,9	6,7	15	55		39

Fonte: Bratzle e Coffey (1990).

Gonçalves (2001) descreve que o farelo de arroz é um coproduto do beneficiamento do arroz descascado, compreendendo o pericarpo, a testa, a capa de aleurona e parte do endosperma do grão de arroz, podendo apresentar quantidades variáveis de cascas e impurezas; o polimento do grão de arroz provoca intensa atividade das lipases, com consequente produção de glicerol e ácidos graxos livres, que contribuem para a rápida deterioração do produto, manifestada pelo processo de rancificação. A composição bromatológica e o valor energético do farelo de arroz integral apresentaram amplas variações, devido a diversos fatores, como a região de obtenção, condições físicas e químicas do solo, condições climáticas, variedades de

arroz, tipo e grau de beneficiamento, nível de adição de casca, entre outros. Segundo o mesmo autor, o alto conteúdo de gordura (15 a 23%) faz deste produto uma fonte reconhecida de óleo, com uma concentração de ácidos graxos saturados de 19% e de ácidos graxos insaturados de 81%.

O farelo de arroz integral é um coproduto rico em lipídios de reserva, principalmente triglicerídeos, podendo apresentar concentração total de ácidos graxos saturados de 14,7% e de ácidos graxos insaturados de 74,3% (Kazama et al., 2008). Nörnberg et al. (2004) relatam que essas fontes disponíveis para suplementação de ruminantes são de baixo custo e que possibilitam aumentar a margem bruta do produtor. Ainda, eles indicam que o farelo de arroz integral apresenta características potenciais para ser empregado como fonte de gordura na dieta de ruminantes. No entanto, este coproduto pode interferir no desempenho animal, muitas vezes não trazendo os benefícios esperados, por apresentar uma ampla variação na sua composição bromatológica, incluindo a fração lipídica. Pelo fato de sua fração lipídica ser predominantemente constituída de ácidos graxos insaturados (Nörnberg, 2004), estes podem alterar a proporção de saturados:insaturados no tecido adiposo e no leite, gerando a característica de “off flavors”, instabilidade do leite e tecido adiposo de textura mole.

É importante ressaltar que existem muitas variações na composição bromatológica dos coprodutos das indústrias de beneficiamento de grãos (Rankins, 2002). O fator limitante para a utilização de FAI é o seu conteúdo em gordura, que é aproximadamente 15% (NRC, 1996). Ainda, o tamanho pequeno de partículas, o alto teor de amido e de gordura são aditivos ao risco de problemas digestivos e desbalanços nutricionais. Em geral, a utilização do FAI se limita a 6% da gordura dietética com base na MS (Lalman, 1996). A utilização de FAI na suplementação de novilhos e vacas demonstrou que quando esse coproduto é suplementado a 0,4% do PC, possui aproximadamente o mesmo valor energético que o grão de milho quando utilizado no mesmo nível de suplementação (Lalman, 1996). Algumas pesquisas foram conduzidas com a casca de arroz e o FAI como alimentos alternativos. A casca do arroz demonstrou ser menos digestível que algumas forrageiras quando incluída como fonte de volumoso em concentração acima de 15% da dieta (White e Hembry, 1982; Stacey e Rankins, 2004).

Wilks et al. (1991) compararam os efeitos do uso de sementes de algodão e FAI em dietas com diferentes níveis de amido, em comparação a uma dieta controle, sem suplementação lipídica para vacas da raça Holandesa. A dieta controle foi constituída por 30% de silagem de

milho, 10% de feno de alfafa e 60% de concentrado, totalizando 3,8% de EE. O nível de farelo de arroz foi de 15% (25% no concentrado) totalizando 5,9% de EE na dieta. O CMS não diferiu entre os tratamentos (21,0, 22,5 e 22,0 kg/dia para a dieta controle, com semente de algodão e FAI, respectivamente), mas a PL corrigida para 3,5% de gordura tendeu a ser maior ($P < 0,10$) nos animais alimentados com as dietas contendo FAI (28,6 kg/dia) e semente de algodão (28,0 kg/dia) em relação ao tratamento controle (27,8 kg/dia).

Nörnberg et al. (2006) trabalhando com suplementação de diferentes fontes lipídica s observaram que o FAI associado ao óleo de arroz ou ao sebo bovino, totalizando 6% de EE na MS de dietas não afetam o CMS e promovem uma maior PL. Durante o período seco e chuvoso, Jelantik et al. (2001) estudaram a suplementação de vacas e bezerros com FAI e não relataram efeito do uso de FAI na PL durante a estação seca.

No trabalho de Kajikawa (1995) foi indicado que o FAD possui cerca de 64,3% de NDT, 20,4% de PB e 2,2% de EE. Já Sahoo et al. (1999) relataram que o FAD possui 14,62% de PB, 52,43% de FDN, 26,03% de FDA, 0,81% de EE, 84,49% de MO e 15,51% de cinzas. A composição com base no banco de dados do CQBAL 3.0 encontra-se na Tabela 22.

Tabela 22. Composição bromatológica do farelo de arroz desengordurado.

MS	MO	NDT	PB	EE	MM	FDN	FDA	AMIDO	Ca	P
89,02	87,89	87,91	17,48	2,18	10,16	25,08	14,37	26	0,09	1,87

Fonte: CQBAL 3.0. MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, NDT = nutrientes digestíveis totais, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, FDN = fibra solúvel em detergente neutro, FDA = fibra solúvel em ácido, Ca = cálcio, P = fosforo.

Segundo Costa e França (1993), o FAD pode estar na forma de pellets, os quais resultam do processo de extrusão com alta estabilidade. Por possuir um tamanho de partícula s pequeno, a peletização se torna uma alternativa que acrescenta vantagens às características do alimento (Bernard e Amos, 1985). Temperatura e pressão associadas com o processo de extração de óleo e posterior peletização do FAD produzem materiais menos suscetíveis à degradação pelas bactérias ruminais, aumentando o escape de nutrientes ao intestino (Zinn et al., 1988).

O farelo de arroz pode ser utilizado na dieta de vacas leiteiras sem maiores problemas, a depender da disponibilidade e custo, pois não apresenta interferências no CMS, assim como não interfere na PL e nos teores de proteína e gordura no leite.

POLPA CÍTRICA

A composição bromatológica da polpa cítrica peletizada nacional, evidenciada em vários trabalhos, demonstra que a mesma possui cerca de 85-90% do valor energético do milho (Stern e Ziemer, 1993; NRC, 2001). Quando comparada ao milho, a polpa cítrica peletizada é um material com teor muito baixo de amido em sua composição, com valores entre 0,10 e 0,14% (Deaville et al., 1994). Outra característica importante a ser mencionada é o seu alto teor de carboidratos solúveis: cerca de 25% da MS (Waiman e Dewey, 1988), enquanto valores de até 35% foram relatados por Faria et al. (1972).

A polpa cítrica é um alimento energético que possui características diferenciadas quanto à fermentação ruminal, caracterizando-se como um produto intermediário entre volumoso e concentrado (Fegeros et al., 1995). Além de possuir alto teor de carboidratos solúveis e parede celular altamente digestível, a polpa cítrica apresenta em sua composição um carboidrato denominado pectina (25% da MS). A pectina é constituída por polímeros de ácido galacturônico e que fazem parte da estrutura da parede celular dos vegetais (Tabela 23). A pectina é um carboidrato estrutural quase totalmente (90-100%) degradável no rúmen (Nocek, 1991; Stern e Ziemer, 1993), sendo invariavelmente o carboidrato complexo de mais rápida degradação ruminal (Van Soest et al., 1991). Sniffen (1988) observou taxas de degradação ruminal entre 30 e 50% por hora para a pectina, enquanto que o amido de milho não processado a vapor é digerido a uma taxa que varia de 10 a 20% por hora.

Tabela 23. Composição químico-bromatológica da polpa cítrica.

MS	MO	NDT	PB	EE	MM	FDN	FDA	Pectina	Ca	P
88,41	91,69	73,29	7,07	2,96	6,47	24,27	20,25	21,0	1,68	0,26

Fonte: CQBAL 3.0. MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, NDT = nutrientes digestíveis totais, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, Ca = cálcio, P = fósforo.

A polpa cítrica é rica em Ca. O conteúdo de Ca é aumentado pela adição de sais de cálcio para ajudar no processo de secagem, sugerindo que a polpa cítrica nas formas seca e úmida podem diferir no conteúdo de Ca. Cuidados devem ser tomados para o balanceamento de dietas para a concentração de Ca usando apenas valores médios da literatura. A concentração de P da polpa cítrica é de apenas 0,13% da MS. A suplementação de P pode ser uma consideração importante no equilíbrio de dietas contendo polpa cítrica, especialmente se a polpa cítrica se torna uma parte importante da dieta total.

Uma condição associada à utilização da polpa cítrica em dietas de vacas leiteiras é paraqueratose ruminal. A paraqueratose ruminal é uma desordem digestiva associada ao fornecimento de dietas contendo alto concentrado. Esta condição é descrita como o endurecimento e aumento das papilas ruminais, e tem sido amplamente divulgada em sistemas de alimentação de ruminantes que utilizam rações com baixo volumoso. Como esta condição progride, as papilas ruminais tornam-se queratinizadas e a absorção de compostos sintetizados no rúmen pela microbiota (amônia, ácidos graxos de cadeia curta) é restrita. A adição de polpa cítrica superior a 60% no concentrado para bovinos em confinamento pode resultar em paraqueratose ruminal (Rrec, 2011). Provavelmente, esse distúrbio ocorre devido a uma maior produção de butirato. O estudo de Costa et al. (2008) demonstrou que dentre os AGV estudados, butirato e lactato foram os maiores indutores de alterações patológicas no epitélio ruminal. Os efeitos indiretos e diretos dos AGV sobre a morfologia dos tecidos epiteliais queratinizados não são idênticos.

Chesson e Monro (1982) encontraram valores similares de 30 a 45% por hora de taxa de degradação para a pectina e, tendo quase que sua completa degradação em 12 a 18 horas. Esse polissacarídeo não amídico presente na polpa cítrica peletizada, beterraba, maçã ou na alfafa, é um carboidrato prontamente disponível para que haja máxima produção de proteína microbiana no rúmen, o que é fundamental uma vez que na maior parte das dietas, a proteína microbiana corresponde a aproximadamente 55% da proteína que chega ao intestino delgado da vaca (Clark et al., 1992).

A fermentação da pectina é peculiar, gerando grande quantidade de energia por unidade de tempo, como ocorre com o amido e açúcares. No entanto, a fermentação acética, que caracteriza a celulose e a hemicelulose, reduz os riscos de acidose. Em comparação com o amido, a pectina possui menor propensão em causar queda de pH ruminal, pois sua fermentação

ruminal favorece a produção de acetato e não lactato e propionato como a fermentação amilolítica (Van Soest, 1987 e 1994).

Reinato et al. (2002) concluíram que o pH e N-NH₃ foram superiores nos tratamentos onde houve substituição parcial do milho pela polpa cítrica, indicando que é interessante a inclusão de polpa cítrica à dieta, por essa apresentar características particulares dos alimentos volumosos quanto à fermentação ruminal, podendo melhorar a degradabilidade da fibra do volumoso, principalmente, se esse for de melhor qualidade, devido ao aumento da população de bactérias celulolíticas.

Em geral, a polpa cítrica é caracterizada pela alta digestibilidade da MS, sendo superior até a digestibilidade do milho laminado e por possuir características energéticas de concentrado, e fermentativas ruminais de volumoso (Ezequiel, 2001). O valor de NDT do milho é 14,3% superior ao da polpa cítrica e esse valor sugere que a substituição deste cereal pelo coproduto na ração de bovinos poderia prejudicar o desempenho animal. Por outro lado, alguns trabalhos com substituição do milho pela polpa cítrica apresentaram resultados semelhantes entre os ingredientes no desempenho de bovinos confinados.

Loggins et al. (1964) e Hentges et al. (1966) também observaram que a polpa cítrica contribui para a elevação da produção de ácido acético, aumentando a relação acetato/propionato no rúmen. Ao comparar a polpa cítrica com o milho em dietas para bovinos de corte, Hentges et al. (1966) observaram o aumento da relação acetato/propionato no fluido ruminal com a substituição do milho pela polpa cítrica. A maior disponibilidade de ácido acético (precursor da gordura do leite) e melhor ambiente ruminal propiciam condições para a elevação do teor de gordura do leite quando a polpa cítrica é introduzida na dieta (Menezes Júnio et al., 1999).

Wing (1982) reportou em sua revisão que a inclusão de polpa cítrica seca até 60% do concentrado, bem como sua substituição por milho grão moído em dietas de novilhos não afetou a digestibilidade da MS, PB, energia ou balanço de ácidos graxos voláteis no rúmen. Outros trabalhos avaliando a inclusão de polpa cítrica nas dietas de bovinos estão sumarizados na tabela 24.

Tabela 24. Compilação de dados de experimentos avaliando a inclusão de polpa cítrica na dieta de ruminantes.

	Tratamento	Categoria experimental	Resultado
Rocha Filho (1998)	Substituição de silagem de milho por polpa cítrica peletizada, milho ou combinação de milho + polpa cítrica	Vacas leiteiras	Não houve efeito para os ácidos graxos de cadeia curta, pH ruminal, amônia ruminal e ureia sanguínea. Aumento na proporção molar de acetato em relação a dieta contendo milho
Santos et al. (2002)	Milho moído grosseiramente e floculado com ou sem a adição de polpa cítrica peletizada	Vacas leiteiras	Maior desempenho quando houve aumento da associação de milho floculado com polpa cítrica
Drude et al. (1971)	Silagem de milho + polpa cítrica; alfafa peletizada + polpa cítrica; alfafa peletizada + casca de algodão	Vacas leiteiras	Maior produção de leite e leite corrigido para gordura com a associação destes com silagem de milho. Polpa cítrica proporcionou maior produção de leite e leite corrigido para gordura
Lucci et al. (1975)	Substituição do milho desintegrado com palha e sabugo por polpa cítrica	Vacas leiteiras	Aumento no teor de gordura no leite e maior produção de leite corrigido para gordura
Van Horn (1975)	Inclusão de 8 e 43% de polpa cítrica como ingrediente da ração	Vacas lactantes	O nível mais alto de inclusão proporcionou maior teor de gordura no leite
Wickese Bartsch (1978)	Dieta contendo 67% de aveia e 33% de mistura de cevada grão e polpa cítrica seca	Vacas Holandesas	Animais alimentados com 1,9 e 3,4 kg de polpa cítrica tiveram decréscimo no teor de proteína no leite, com produção de leite maior no tratamento contendo 1,9 kg de polpa cítrica
Sutton et al. (1987)	Comparação concentrados amiláceos (cevada, trigo, mandioca) e concentrados fibrosos (polpa cítrica e polpa de beterraba) nas proporções 60 a 80% da dieta	Vacas lactantes	Ouve aumento na produção de leite em até 22% com os concentrados amiláceos, porém a queda na concentração de gordura foi menor nos concentrados fibrosos com 80% da dieta

Dados demonstram que a polpa cítrica pode substituir totalmente o milho desintegrado com palha e sabugo em dieta de vacas em lactação com baixa produção, sendo a extensão desta substituição apenas em função do preço dos ingredientes (Lucci et al., 1975)

Os parâmetros de fermentação no experimento de Van Horn (1975) não foram mensurados, entretanto, o autor argumenta que ficou evidente o papel da polpa cítrica na manutenção da gordura do leite, provavelmente devido à maior produção de acetato e melhor ambiente ruminal para as bactérias celulolíticas.

Belibasakis et al. (1996) trabalharam com 20 vacas Holandesas fornecendo polpa cítrica e beterraba em substituição ao milho e observaram que o CMS, energia metabolizável e proteína, como também, a PL, % e produção de proteína do leite e lactose do leite não foram afetados pelos tratamentos. Entretanto, o tratamento com a polpa cítrica seca aumentou o percentual e a produção de gordura do leite (4,48% vs. 4,12% e 1,06 vs. 0,95 kg/dia). Nenhum efeito foi observado nas concentrações plasmáticas de glicose ou ureia. Segundo resultados de pesquisas, a utilização da polpa cítrica em substituição ao milho não altera a produção de vacas de até 20 L/dia (Belibasakis, 1996; Nussio 2000; Santos, 2002; Santos, 2006).

Solórzano et al. (2012) estudando o efeito de três diferentes fontes energéticas na dieta de vacas de leiteira sobre a produção de metano não encontraram efeito na quantidade do gás emitido, demonstrando que mesmo sendo uma fibra parcialmente digestível, que proporciona maior produção de acetato, esta mudança comportamental por parte dos microrganismos não possibilita maior síntese de metano.

A polpa cítrica apresenta-se como um alimento favorável à alimentação de vacas lactantes, no entanto seu uso deve ser controlado para não gerar paraqueratose ruminal. Em dietas contendo níveis superiores a 60% da mistura de concentrados, corre-se o risco de surgimento desta enfermidade. Outro fator importante para sua inclusão na dieta é a disponibilidade e custo, já que sua maior produção se encontra na região Sudeste, dificultando o transporte entre as diferentes regiões do país. Respeitado seu limite de uso, a polpa cítrica apresenta resultados positivos à produção leiteira conseguindo manter os teores de gordura e proteína no leite.

CASCA DE SOJA

A casca de soja possui um elevado teor de fibra de alta digestibilidade para animais ruminantes, podendo assim, ser classificada como uma fonte não forrageira de fibra (Ribas e Possas, 2010). Essas características aliadas à crescente disponibilidade do produto no mercado e aos preços competitivos têm resultado uma ascensão na utilização deste alimento em dietas de ruminantes tanto para a substituição de grãos quanto para a utilização como forrageira. A composição químico-bromatológica da casca de soja encontra-se na Tabela 25.

Tabela 25. Composição químico bromatológica da casca de soja.

MS	MO	NDT	PB	EE	MM	FDN	FDA
90,55	93,97	69,13	12,84	2,31	5,2	66,63	49,02

Fonte: CQBAL 3.0. M S = matéria seca, M O = matéria orgânica, NDT = nutrientes digestíveis totais, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, M M = matéria mineral, FDN = fibra em detergente neutro, e FDA = fibra em detergente ácido.

No estudo de Pedroso et al. (2007), as vacas em lactação produziram 25 kg de leite/dia recebendo níveis crescentes de inclusão de casca de soja (0, 50 e 100%) em substituição ao milho e não houve efeito significativo no CMS ou na PL. No entanto, houve aumento na produção de gordura (kg/dia) do leite.

Ipharraguerre e Clark (2003) realizaram análises de regressão múltipla utilizando dados de estudos para avaliar a relação entre o desempenho de vacas leiteiras e a substituição do milho pela casca de soja. Em 13 de 15 estudos, não houve diferença no CMS entre os animais alimentados com dietas controle e aqueles que receberam casca de soja. Em 10 estudos a correlação entre a PL e a percentagem de casca de soja na dieta foi baixa e não significativa. O teor de gordura do leite não foi correlacionado com o teor de casca de soja na ração ou com o teor de FDN da casca de soja (Ipharraguerre e Clark, 2003).

Santos et al. (2007) avaliaram a combinação de diferentes graus de moagem de milho : moído fino (0,98 mm) e moído grosso (2,05 mm) com duas fontes de carboidratos não estruturais não-amiláceos (polpa cítrica peletizada e casca de soja) em dietas para vacas leiteiras

com produção média de 24 kg/dia. O tipo de coproduto utilizado (polpa cítrica ou casca de soja) não afetou o CMS ou a PL. Entretanto, a interação grau de moagem \times fonte de coproduto afetou a PL corrigida para 3,5% de gordura. Os autores explicaram os resultados com base nos efeitos benéficos da casca de soja sobre o ambiente ruminal nos animais alimentados com a dieta contendo amido de maior degradabilidade ruminal, ou seja, com milho moído fino.

Diante do exposto, recomenda-se a inclusão de casca de soja até o nível de 30% da MS da dieta em substituição ao milho de dietas com altos níveis de concentrado (>50% da MS) sem efeitos negativos no desempenho produtivo de vacas de leite. Porém, deve-se ter como fonte volumosa um alimento com elevada efetividade física.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de concentrados energéticos depende da disponibilidade e da forma de utilização para possibilitar a minimização dos custos com alimentos concentrados. Quando a região produtora é acessível, esses alimentos concentrados podem manter ou até melhorar os índices produtivos da pecuária leiteira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A.; et al. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. Rev. Bras. Zootec., v.35, n.2,2006.

ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L. Características de Carcaças e da Carne de Tourinhos Submetidos a Dietas com Diferentes Níveis de Substituição do Milho por Resíduo Úmido da Extração da Fécula de Mandioca. Rev. Bras. Zootec., v.34, n.5, p.1640-1650, 2005.

ABRAHÃO, J.J.S. Diferentes subprodutos da mandioca na alimentação de bovinos visando a produção de carne e leite. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR, 82F, 2000.

ACEDO, C. et al. Responses of dairy cows to different amounts of wheat middlings in the concentrate mixture. Journal of Dairy Science, 70:635, 1987.

ALMEIDA, R.G. Saccharina em dietas para vacas lactantes. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. 52p. dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.

ALMEIDA, J.; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. Bahia Agrícola. v.7, n.1. 2005.

ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I. et al. Nutrição Animal. v.1, 4.ed., São Paulo: Nobel, 1986. 395p.

ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, J.F.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Efeito da degradabilidade da proteína sobre o consumo e digestão de matéria seca, matéria orgânica e carboidratos estruturais, em vacas lactantes. Revista Brasileira de Zootecnia, v.24, n.3, p.371-381, 1995.

ANDRIAZZI, C.V.G. Adequação de metodologia do teste de frio para avaliação do vigor de sementes de sorgo. Dissertação (Mestrado em agronomia/fitotecnia). Universidade federal de Uberlândia/MG 43p, 2007.

BARBOSA, F.A. Alimentos na nutrição de bovinos. Disponível em: http://www.agronomia.com.br/conteudo/artigos/artigos_nutricao_bovinos.htm, Acesso em: 16/05/2013.

BARROS, B.B.; FERNANDESLO. Torta de Dendê: alimento alternativo para nutrição de ruminantes no Pará. Cadernos de Pós Graduação da Faculdade Associadas de Uberabá/MG, 2013.

BERNARD, J.K.; DELOST, R.; MUELLER C.F.J. et al. Effect of wet or dry corn gluten feed on nutrient digestibility and milk yield and composition. Journal of Dairy Science, v.74, n.11, p.3913-3919, 1991.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.P.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de Ruminates 2º Edição. Editora Funep, Jaboticabal/SP, 2011.

BOSE, M. L. V. Resíduos de cultura da produção dos grãos de milho e sorgo para alimentação de bovinos. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, Piracicaba, 1991. Anais... Piracicaba, FEALQ, 1991. p.229-256.

BUTOLO, J.E.; Qualidade de Ingredientes na Alimentação Animal. Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, Campinas, SP. 430p, 2002.

CABRAL FILHO, S.L.S. Efeito do teor de tanino do sorgo sobre a fermentação ruminal e parâmetros nutricionais de ovinos. TESE (Doutorado em Ciências) Piracicaba, 2004.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; MALAFAIA, P.A.M.; LANA, R.P.; SILVA, J.F.C.; VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, E.S. Estimação da digestibilidade intestinal da proteína de alimentos por intermédio da técnica de três estádios. Revista Brasileira de Zootecnia, 30(2):546-552, 2001.

CAMPOS, J.M.S. Balanço dietético cátion-ânion na alimentação de vacas leiteiras, no período do pré-parto. Tese (Doutorado) Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 1998. 103p.

CAVALCANTI, J. & ARAÚJO, G. G. L. Parte aérea da mandioca na alimentação de ruminantes na região semiárida. Embrapa Semiárido, Petrolina/PE, 2000.

CORRÊA, A.M.V. Utilização da soja em diferentes formas na alimentação de vacas leiteiras. Viçosa, MG: UFV, 2007. 149p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa.

CONAB. 8º Levantamento da Safra de Grãos 2011. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>. Acessado em: 25/05/2011.

CONAB 8º Levantamento da Safra de Grãos. Publicação Mensal – Maio, 2013

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab. Indicadores Agropecuários, 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab. Indicadores Agropecuários, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – Conab. Indicadores Agropecuários, 2011.

COSTA, P.M. Consórcio capim-braquiária, milho e leguminosas: produtividade e, qualidade das silagens e desempenho animal Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Diamantina : UFVJM, 2011.

CQBAL 3.0 Disponível em: cqbal.agropecuaria.ws/webcqbal, acesso em: 5 de maio de 2011.

DEMARCHI, J.J.. Mandioca: uma alternativa como recurso forrageiro. Disponível EM: WWW.MILKPOINT.COM.BR, 2002. acessado 01/04/2011

DEMARCHI, J. J. A. A.; POZZI, C. R.; ARCARO JÚNIOR, I.; GERDES, L. e SOUZA, E. F. Análise qualitativa e de conservação do farelo de milho úmido (wet corn gluten feed). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35, Botucatu, 1998. Anais... Botucatu, 1998, p.275-77.

DHUYVETTER, J.; HOPPE, K.; ANDERSON, V. Wheat Middlings - A useful feed for cattle. North Dakota State University. Junho, 1999.

DIAS, A.M.A.; BATISTA, A.M.V.; FERREIRA, M.A.; LIRA, M.A.; SAMPAIO,
I.B.M. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum Bicolor* (L.) Moench) sobre a

composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação a silagem de milho (*Zea Mays* (L.)) *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30 (6S), 2001.

DUARTE, J. O Sistema de Produção, 2
ISSN 1679-012X Versão Eletrônica - 6ª edição EMBRAPA Set./2010.

Acesso em 12/05/2013

EIFERT, E. C.; Lana R. P.; Lanna D. P. D. et al. Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e diferentes fontes de carboidratos na dieta. *Revista Brasileira de Zootecnia*, vol.35, n.1, p. 211-218. 2006.

FERNANDES, T.; ZAMBOM, M.A.; POZZA, M.S.S.; GOLVEIA, J.A. Produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca em substituição ao milho moído da ração. In... XXI ZOOTEC, Anais da XXI ZOOTEC, Maceio/AL, 2011.

FIRKINS, J.L et al. Ruminant nitrogen degradability and escape of wet and dry distiller s grains and wet and dry corn gluten feeds. *Journal of Dairy Science*, v.67, p.1936–1944, 1984.

FIRKINS, J.L et al.. Evaluation of wet and dry distiller's grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. *Journal of Dairy Science*, v.60, p.847–860, 1985.

GONÇALVES, A. L. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 30, n. 6, p. 1886-1892, 2001.

GONÇALVES, J.A.G. Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2011.

IPHARRAGUERRE, I.R.; CLARK, J.H. Soyhulls as an alternative feed for lactating dairy cows: a review. *Journal of Dairy Science*, v.86, p.1052-1073, 2003.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_noticia=1847

&id_pagina=1&titulo=Abate-bovino-fecha-2010-com-alta-de-4,3%-em-elacao-a-2009 (Consultado em 15/05/2011).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: www.ibge.gov.br (Consultado em 15/05/2011).

JOBIM, C.C.; CECATO, U.; BRANCO, A.F.; JUNIOR, V.H.B. Subprodutos da agroindústria na alimentação de bovinos. In: III Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem. Anais III SIMFOR, Viçosa/MG, 2006.

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; GERON, L.J.V. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros holandeses. Digestibilidade e valor energético, *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, 2002 (a)

JORGE, J.R.V.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; GERON, L.J.V. Substituição do milho pela farinha de varredura (*Manihot esculenta*, Crantz) na ração de bezerros holandeses. Desempenho e parâmetros sanguíneos, *Revista Brasileira de Zootecnia* v.31, n.1, 2002 (b)

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. *Current Science*, v.89, n.1, p.124-134, 2005.

KLOPFENSTEIN, T. Animal protein products fed bypass protein for ruminants. *Feedstuffs*. July 20, 1985.

KONONOFF, P.J.; IVAN, S.K.; MATZKE, W.; GRANT, R.J.; STOCK, R.A.; KLOPFENSTEIN, T.J. Milk Production of Dairy Cows Fed Wet Corn Gluten Feed During the Dry Period and Lactation. *J. Dairy Sci.* 89:2608–2617. © American Dairy Science Association, 2006.

MACEDO, L.G.P.; DAMASCENO, J.C.; MARTINS, E.N.; MACEDO, V.P.; SANTOS, G.T.; FALCÃO, A.J.S.; CALDAS NETO, S. Substituição do farelo de soja pela farinha de glúten de milho na alimentação de cabras leiteiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.992-1001, 2003.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F.; SCHAFFERT, R. E. Fisiologia da planta de sorgo. Sete Lagoas (MG): Embrapa, 2000, 46 p. (EMBRAPA - CNPMS Circular Técnica, 3).

MAGALHÃES, P. C.; RODRIGUES, W.A.; DURAES, F.O.M. Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação. Sete Lagoas /MG EMBRAPA, 26p, 1997 (Circular técnica 27).

MALAFIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Sebo bovino em rações para vacas em lactação 1. Consumo dos nutrientes, produção e composição do leite. Revista Brasileira de Zootecnia, v.25, n.1, p.153-163, 1996.

MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.5, 2000. National Research Council, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 7th rev. ed. Natl. Acad. Sci., Washington, DC.

MILLER, T. K.; HOOVER, W. H.; POLAND, JR, W. W.; WOOD, R. W.; THAYNE, W. V. Effects of Low and High Fill Diets on Intake and Milk Production in Dairy Cows. Journal of Dairy Science 73: 2453-2459, 1990.

MORAES, E.; PIENIZ, L.C.; ITALIANO, E.C. Efeito da suplementação com farelo de trigo para vacas mestiças Holandês x Zebu. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 19., 1982, Piracicaba. Anais... Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1982. p.120.

MOREIRA, A.L.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R. Produção de leite, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de amônia ruminal em vacas lactantes recebendo rações contendo silagem de milho e feno de alfafa e de capimcoastcross. Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.3, p.1089-1098, 2001 (suplemento 1).

MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F. et al., Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: produção e composição do leite e digestibilidade dos nutrientes Revista Brasileira de Zootecnia v.31, n.1, 2002 (Suplemento)

NASCIMENTO, W.G.; PRADO, I.N.; JOBIM, C.C.; EMILE, J.C.; SURAUULT, F.; HUYGHE, C. Valor alimentício das silagens de milho e de sorgo e sua influencia no desempenho de vacas leiteiras. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.5; 2008.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of beef cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 290p.

NUSSIO, C.M.B.; SANTOS, F.A.P.; PIRES, A.V.; SIMAS, J.M.C.; ZOPOLLATTO, M. Fontes de amido de diferentes degradabilidades e sua substituição parcial por polpa de citrus em dietas para vacas leiteiras. *Acta Scientiarum*, v.24; n.4; p. 1079-1086, 2002.

OWENS, F.N.; SECRISTI, D.S.; JEFF HILL, W. et al. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *Journal of Animal Science*, v.75, n.3, p.868-879, 1997.

PAES, M.C.D. Aspectos físicos, químicos e tecnológicos do grão de milho. Circular Técnica nº 75 – EMBRAPA, 2006.

PAULINO, M.F.; RUAS, J. R. M; LEITE, R.D. Efeitos de diferentes níveis de feno de guandu sobre o desenvolvimento de novilhas mestiças em pastoreio. *Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia*, 30, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: SBZ, p.536,1993.

PAULINO, M.F. Estratégias de suplemento para bovinos em pastejo. In: I Simpósio de produção de gado de corte. Anais ... Viçosa/MG, 1999.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastejo. In: II Simpósio de produção de gado de corte. Anais ... Viçosa/MG, 2001.

PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. In: III Simpósio de produção de gado de corte. Anais ... Viçosa/MG, 2002.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou proteica?. In: III Simpósio sobre manejo estratégico de pastagem. Anais ... Viçosa/MG, 2006.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L.; BARROS, L.V. Nutrição de bovinos em pastejo. In: IV Simpósio sobre manejo estratégico de pastagem. Anais ... Viçosa/MG, 2008.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Bovinocultura Programada. In: VII Simpósio de produção de gado de corte. Anais ... Viçosa/MG, 2010.

PEDROSO, A.M.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M. et al. Substituição do milho moído por casca de soja na ração de vacas leiteiras em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.5, p.1651-1657, 2007 (supl.)

PEDROSO, A. M. substituição do milho em grão por subprodutos da agroindústria na ração de vacas leiteiras em confinamento. Tese (Doutorado Zootecnia) ESALQ -USP, 2006 119p

PEDROSO, A. M.; SANTOS, F. A. P.; IMAIZUMI, H. Farelo de trigo pode substituir parte do milho no concentrado de vacas em lactação.

<http://www.milkpoint.com.br/artigos-tecnicos/nutricao/farelo-de-trigo-ode-substituir-parte-do-milho-no-concentrado-de-vacas-em-lactacao-24908n.aspx>

PEREIRA, E.M.; SANTOS, F.A.P.; BITTAR, C.M.M.; RAMALHO, T.R.; COSTA, D.F.A.; MARTINEZ, J.C. Substituição do milho por farelo de trigo ou farelo de glúten de milho na ração de bovinos de corte em terminação. Acta Scientiarum Animal Sciences Maringá, v. 29, n. 1, p. 49-55, 2007.

PINTO, A.P.; NASCIMENTO, W.G.; ABRAHÃO, J.J.S. et al., Digestibilidade, consumo, desempenho e características de carcaça de tourinhos mestiços confinados com cana de açúcar ou silagem de sorgo. Revista Brasileira de Zootecnia. v.38, n.11, 2009.

RAMALHO, R.P.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Substituição do farelo de soja pela mistura raspa de mandioca e ureia em dietas para vacas mestiças em lactação. R. Bras. Zootec., v.35, n.3, p.1212-1220, 2006.

RAMOS, P.R., PRATES, E.R., FONTANELLI, R.S. et al. Uso do bagaço da mandioca em substituição ao milho no concentrado para bovinos em crescimento: Consumo de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta. Revista Brasileira de Zootecnia. v.29. n.1. p.295 – 299. 2000.

RESTLE, J.; FATURI, C.; FILHO, A. C. A.; BRONDANI, I. L.; SILVA, J. H. S.; KUSS, F., SANTOS, C. V.M. DOS.; FERREIRA, J. J. 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, ago. 2004.

RIBAS, M.N. & PÔSSAS, F.P. Utilização de casca de soja em dietas de ruminantes. Disponível em: <http://www.cptcursospresenciais.com.br/artigos/bovinos/nutricao-de-bovinos/utilizacao-de-casca-de-soja-em-dietas-de-ruminantes>, publicado em 2010. Acesso em 16/05/2013.

ROGERS, J. A; SANDNER, S. B. P; PAPAS, A. M; POLAN, C. E; SNIFFEN, C. J; MUSCATO, T. V; STAPLES, C. J; CLARK, J. H. Production responses of dairy cows fed various amounts of rumen protected methionine and lysine. Journal of Dairy Science, v.72, p.1800-1817, 1989.

ROONEY, L.W.; PFLUGFELDER, R.L. Factors affecting digestibility with special emphasis on sorghum and corn. Journal of Animal Science, v.63, n.5, p.1607-1623, 1986.

SANTOS, F.A.P.; JÚNIOR, M.P.M.; SIMAS, J.M.C.; PIRES, A.V.; NUSSIO, C.M.B. Processamento do grão de milho e sua substituição parcial por polpa de citros peletizada sobre o desempenho, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos em vacas leiteiras. Acta Scientiarum, v.23, n.4, 2002.

SANTOS, F.A.P.; CARMO, C.A.; BITTAR C.M.M. et al. Milho com diferentes graus de moagem em combinação com polpa cítrica peletizada ou casca de soja para vacas leiteiras no terço médio da lactação. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.4, p.1183-1191, 2007 (supl.)

SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B. et al. Effectus of rúmen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. Journal of Dairy Science, n.81, n.12, p.3182-3213, 1998.

SANTOS, J.W.; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Casca de soja em dietas para ovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.11, p.2049-2055, 2008.

SCHROEDER, J.W. Optimizing the Level of Wet Corn Gluten Feed in the Diet of Lactating Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 86:844–851. © American Dairy Science Association, 2003.

SCOTCONSULTORIA Carta insumos – pecuarista perde 14,3% do poder de compra em relação a polpa cítrica. Disponível em:

<http://www.scotconsultoria.com.br/noticias/cartas/29066/carta-insumos---pecuarista-perde-143-do-poder-de-compra-em-relacao-a-polpa-citrica.htm> Acesso em: 16 de maio de 2013.

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. Piracicaba – SP: ESALQ, 2003. 55p., Dissertação. (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003.

SILVA, J.D.; QUEIROZ, A.C.; *Análises químicas: métodos químicos e biológicos.* 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SOARES, C. A.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Consumo, Digestibilidade Aparente, Produção e Composição do Leite de Vacas Leiteiras Alimentadas com Farelo de Trigo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.2161-2169, 2004 (Supl. 2)

SOARES, C. A.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana e parâmetros ruminais em vacas alimentadas com farelo de trigo *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.1, 2005 (Supl. 2)

SOLÓRZANO, L.A.R.; BERNDT, A.; FRIGHETTO, R.T.S. et al. Efeito de três fontes energéticas sobre a produção de metano em bovinos. In... 49ª Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia Anais Brasília, Anais da 49ª SBZ, 2012.

SOUZA, S.M. Farelo de glúten de milho na alimentação de vacas em lactação *Dissertação (Mestrado em zootecnia), UFV.* 2007

SOUZA, L.C.; ZAMBOM, M.A.; POZZA, M.S.S. et al. Development of microorganisms during storage of wet brewery waste under aerobic and anaerobic conditions *Revista Brasileira de Zootecnia* v.41; n.1; 2012.

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

VALADARES FILHO, S.C. Tabelas Brasileiras de composição de alimentos, UFV, Viçosa/MG, 2006.

VIEIRA, M. Concentrados e volumosos devem estar em quantidades equilibradas na alimentação animal. Disponível em:

<http://www.tecnologiaetreinamento.com.br/pecuaria/alimentacao-pecuaria/alimentacao-gado-de-corte-concentrados-volumosos/>, Acesso em: 16/05/2013.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, D.K.B.; et al. Palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em substituição a silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. Revista Brasileira de Zootecnia v.31, n.1, 2002

ZEOULA, M.L.; CALDAS NETO, S.F. Recentes Avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: Simpósio Internacional em Bovinocultura de Leite: Novos Conceitos em Nutrição. Anais... Lavras: UFLA-FAEPE, 2001.p.249-271.

ZEOULA, L.M.; NETO, S.F.C.; BRANCO, A.F. et al., Mandioca resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbia na. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.3, 2002.

2.4 - CONCENTRADOS PROTEICOS

Lucas Ladeira Cardoso

Marcos Inácio Marcondes

Polyana Pizzi Rotta

Maurício Oliveira Ribeiro da Silva

INTRODUÇÃO

A vaca leiteira exige dietas de maior valor nutricional quando comparada a outros ruminantes. Em produções leiteiras de sucesso, observa-se que as relações de compatibilidade são sempre respeitadas, fazendo com que os custos de produção sejam minimizados sem que haja prejuízos à intensificação do sistema.

Os alimentos Volumosos e Concentrados Energéticos foram definidos nas páginas 39 e 115 nos seus respectivos capítulos. A definição de concentrado proteico, bem como suplementos minerais e vitamínicos pode ser descrita como:

- **Concentrados proteicos:** contêm teores acima de 20% de PB. Exemplos: farelo de soja, farelo de amendoim, farelo de girassol, farelo de algodão, glúten de milho e alguns coprodutos de origem animal, tais como a farinha de peixe.

- **Suplementos minerais:** são fontes de macronutrientes, tais como: cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), cloro (Cl), sódio (Na) e magnésio (Mg), que são expressos em percentagem, e de micronutrientes, como cobalto (Co), cobre (Cu), ferro (Fe), iodo (I) selênio (Se) e zinco (Zn). Esses minerais podem ser encontrados em suplementos muito utilizados na formulação de dietas para ruminantes, tais como: fosfato bicálcico, calcário, sal comum, sulfato de cobre, sulfato de zinco, óxido de magnésio, entre outros. Os micronutrientes são expressos em mg/kg ou ppm.

- **Suplementos vitamínicos:** constituem misturas de vitaminas que são adicionadas às dietas para complementar as deficiências de vitaminas dos alimentos, sendo compostos de

vitaminas lipossolúveis e hidrossolúveis. Em geral, são pouco utilizados nas dietas de ruminantes no Brasil.

- **Aditivos:** são acrescentados em pequenas quantidades nas dietas. Exemplos : antibióticos, hormônios, probióticos, corantes, antioxidantes, fungicidas, palatilizantes, leveduras, tampões e enzimas fibrolíticas.

CONCENTRADOS PROTEICOS

A importância da proteína na formulação de dietas não se limita à sua fonte dietética, uma vez que, a economia da produção animal é altamente dependente da eficiência de utilização do nitrogênio dietético para a produção da proteína do leite, cuja eficiência é de 25 a 30%. Para se obter a produtividade animal desejada, a melhoria na eficiência do uso da PB dietética é fundamental, tornando necessária a avaliação de fontes proteicas que atendam às exigências de nitrogênio dos microrganismos ruminais (Bequette et al., 1998).

Para bovinos, os aminoácidos que chegam ao intestino delgado são oriundos de duas fontes primárias: a proteína microbiana e a proteína dietética (proteína não degradável no rúmen – PNDR). Enquanto que os microrganismos ruminais são responsáveis por fornecer grande parte da exigência, o restante vem da PNDR (Varga e Ishler, 2007).

Proteínas são formadas por aminoácidos (AA), que são os nutrientes efetivamente exigidos pela vaca. A degradação de proteínas no sistema digestivo resulta no aparecimento de um pool de AA no intestino delgado, onde serão absorvidas. Esse pool de AA disponíveis para absorção no intestino delgado é denominado proteína metabolizável (PM). A PB contida nos alimentos dos ruminantes é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e uma fração não degradável no rúmen (PNDR). A degradação das proteínas no rúmen ocorre através da ação de enzimas secretadas pelos microrganismos ruminais. Esses microrganismos degradam a fração PDR e utilizam o nitrogênio dessa fração para a síntese de proteína microbiana, que constitui o principal componente da PM, tanto em quantidade como em qualidade, isso é devido a proteína microbiana ter um excelente perfil de AA.

As proteínas dos alimentos variam quanto às proporções de PDR e PNDR. Quando se formula dietas para vacas leiteiras deve-se levar isso em consideração, e não apenas o teor de PB. Para atender as exigências proteicas de uma vaca leiteira, a dieta deve ser formulada de tal

forma que forneça toda a PM que a vaca necessita. A PM é composta pela proteína microbiana na, PNDR e uma pequena porção de proteína endógena. Para maximizar a síntese de proteína microbiana deve-se fornecer quantidades adequadas de PDR e energia para que os microrganismos ruminais possam utilizá-las com eficiência. Quando a síntese de proteína microbiana é maximizada, não se recomenda o fornecimento de uma maior quantidade de PDR, pois não haverá síntese de proteína microbiana adicional com essa inclusão; nessa situação recomenda-se fornecer PNDR para aumentar a quantidade de PM que chega ao intestino delgado. Qualquer quantidade de PDR fornecida a mais nessas condições será quase que integralmente perdida, com isso, a dieta final terá um teor de PB excessivo (Pedroso, 2006).

Esse conceito apresentado por Pedroso (2006) mostra que nem sempre é preciso trabalhar com teores elevados de PB em dietas de vacas de alta produção. É importante ter isso em mente para se obter uma dieta melhor balanceada e economicamente viável ao sistema produtivo, havendo economia no percentual de PB do concentrado. Na Figura 1 foi feita uma adaptação no trabalho de Teixeira (1992) para ilustrar o metabolismo da proteína nos ruminantes.

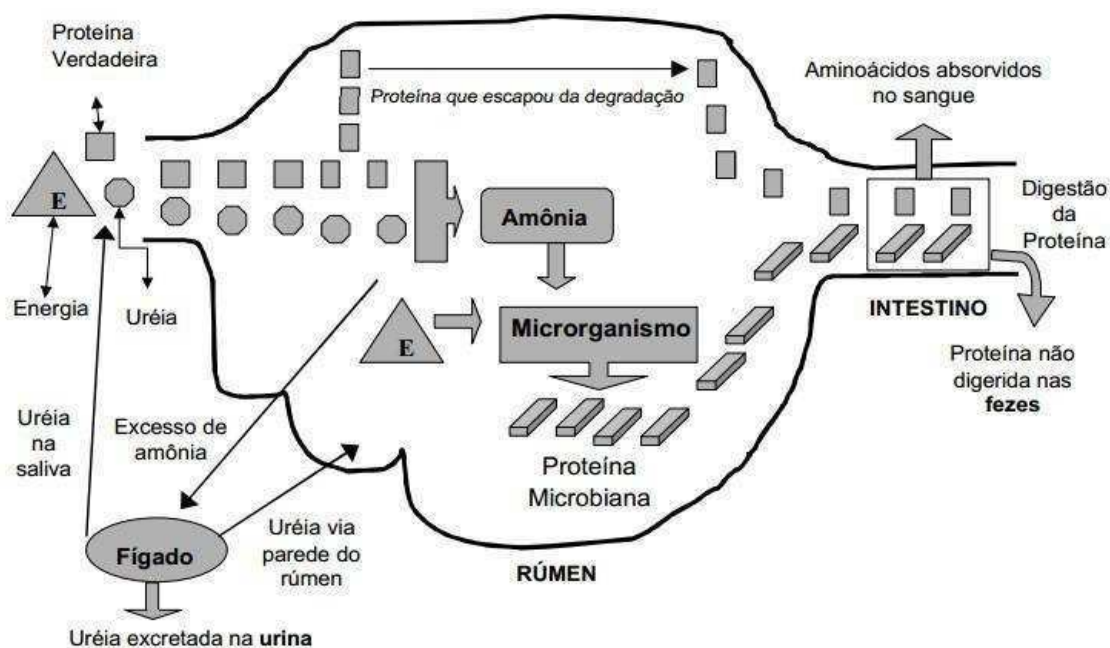


Figura 1. Esquema do metabolismo de proteína nos animais ruminantes. Adaptado de Teixeira (1992).

Os concentrados proteicos apresentam teores acima de 20% de PB em sua composição e podem ser de origem vegetal, como as oleaginosas, que apresentam em sua composição cerca de 30 a 50% de PB (soja, algodão e amendoim), de origem animal,

contendo de 34 a 82% de PB (farinha de carne, sangue e penas), coprodutos (farelos e farinhas de cereais, contendo de 20 a 30% de PB), excretas de aves, cama de animais, produtos biossintéticos, entre outros. Todavia, os produtos de origem animal não podem ser fornecidos a animais ruminantes devido ao aparecimento e disseminação da encefalopatia espongiforme bovina (BSE), mais conhecida como "doença da vaca louca". Essa proibição se deu de acordo com a disposição constante no art. 1º da Instrução Normativa nº 08 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), cujo teor é transcrito a seguir:

“Art. 1º - Proibir em todo o território nacional a produção, a comercialização e a utilização de produtos destinados à alimentação de ruminantes que contenham em sua composição proteínas e gorduras de origem animal”.

Parágrafo único. “Incluem-se nesta proibição a cama de aviário, os resíduos da criação de suínos, como também qualquer produto que contenha proteínas e gorduras de origem animal.”

A BSE é uma doença pertencente ao grupo das Encefalopatias Espongiformes Transmissíveis (TSE), também conhecidas como doenças do príon (i.e. “proteinaceous infectious particles”), um tipo de proteína amilóide que provoca degenerações fatais do cérebro e que ocorrem tanto em humanos como em animais. As TSE são caracterizadas pela presença de vacúolos microscópicos e pela deposição de príon na substância cinzenta do cérebro. A BSE pode ser transmitida através do príon presente na farinha de carne e ossos de animais infectados. Esse material pode estar presente, por exemplo, na cama de frango, visto que restos de ração caem na cama quando as aves se alimentam e, ao ser adicionado na alimentação de bovinos, podem causar infecções.

As proteínas príons são consideradas agentes infecciosos de tamanho menor quando comparadas aos vírus, mas que também podem ser transmitidas de forma hereditária. Resistem à temperatura de congelamento e sobrevivem sob calor seco a 360 °C durante uma hora, porém são inativadas total ou parcialmente com tratamento em autoclave a 134-138 °C, por 18 minutos. Mas é estável sob uma larga escala de pH e radiação. A luz ultravioleta não tem efeito destrutivo sobre ela. Outra característica é que os príons suportam inúmeros produtos utilizados para a desinfecção, com raras exceções, e mantêm-se ativos em tecidos cadavéricos enterrados

no solo por três anos, mas é inativada com a utilização de hipoclorito de sódio a 2% ou hidróxido de sódio 2N, durante uma noite. Ou seja, sua destruição e/ou inibição não é facilmente realizada.

A doença foi descrita pela primeira vez em 1986 na Inglaterra. Os pesquisadores ingleses concluíram que a BSE estava associada ao uso de apenas um produto: a farinha de carne e ossos, seja comprada para produzir rações na propriedade ou como constituinte de rações prontas para uso, adquirida comercialmente. Assim, a utilização desta farinha permitiu o alastramento da epidemia, visto que os animais afetados pela doença eram reciclados para fazer mais farinha de carne e ossos. Os agentes da BSE dos primeiros animais doentes foram levados de volta para o rebanho sadio, através da farinha de carne e ossos em que eram transformados, com o agravante de que esta farinha de carne e ossos estava ainda mais enriquecida com príons, causando um ciclo vicioso onde cada vez mais animais estavam adquirindo e morrendo de BSE. A epidemia de BSE se alastrou trazendo naquela época e ainda hoje muitas preocupações em relação à saúde humana e grandes perdas econômicas para a cadeia da carne mundial.

O período de incubação da BSE (tempo decorrido desde que o animal foi infectado até o aparecimento dos primeiros sinais clínicos) é de 2 a 8 anos (média 5 anos), embora períodos de incubação mais longos tenham sido relatados. Após o aparecimento dos sinais clínicos, a doença evolui invariavelmente para morte num curso de 3 semanas a 6 meses. Bovinos afetados por BSE sofrem de degeneração progressiva do sistema nervoso central e podem apresentar alterações no temperamento, sensibilidade e locomoção.

A doença da vaca louca é, portanto, de origem orgânica e causada pelo excesso ou acúmulo anormal da proteína mencionada, o prion. Ela também ocorre com o ser humano, sob a forma da doença Creutzfeldt-Jacob, e causa a degeneração do sistema nervoso. As pessoas afetadas são, principalmente, as de faixa etária mais alta, pois sua ação está relacionada às taxas hormonais que, nesses indivíduos, são mais baixas e os sujeita a uma maior propensão em adquirir essa doença. A doença de Creutzfeldt-Jacob é muito grave, pois provoca uma infecção generalizada do cérebro e, em consequência, graves distúrbios fisiológicos e mentais. Na Figura 2, adaptada do trabalho de Hernandez et al. (2002) pode-se observar o ciclo da BSE.

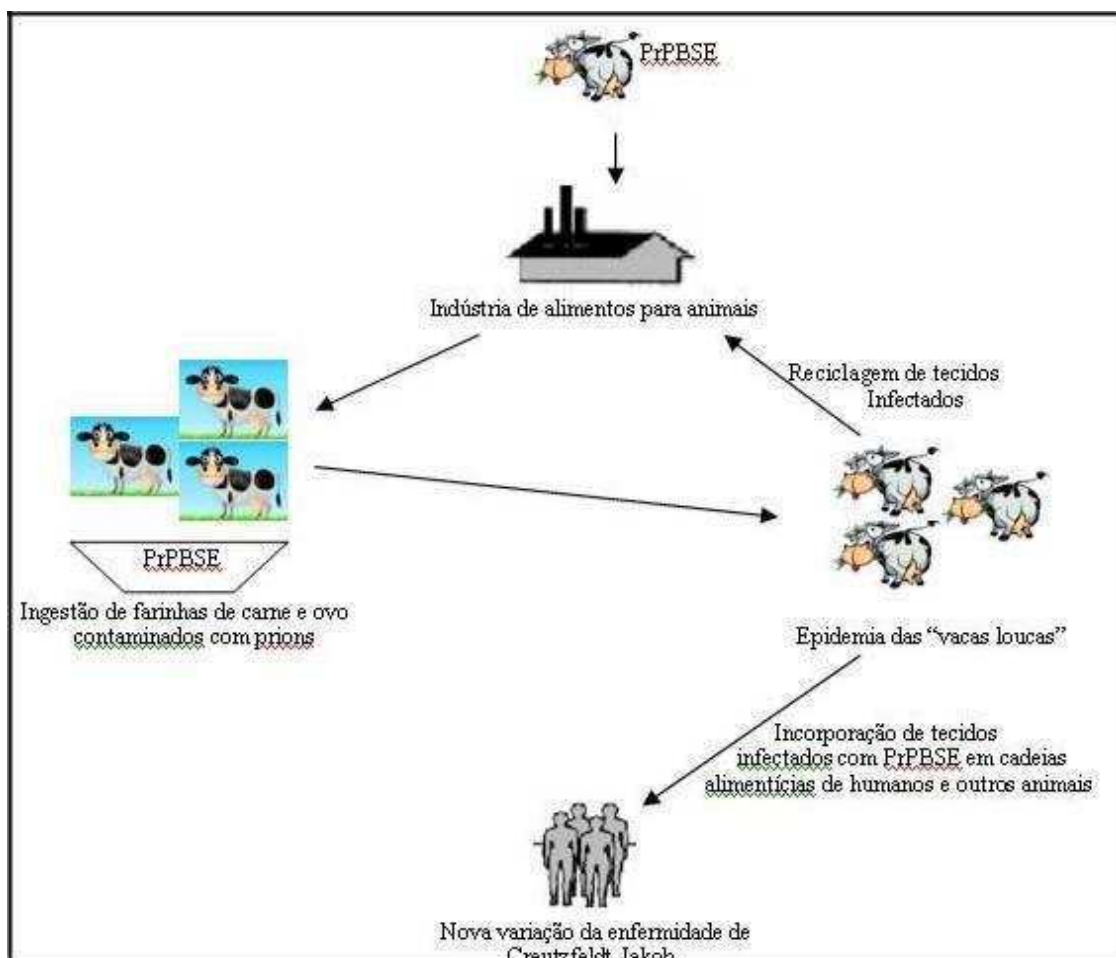


Figura 2. Representação esquemática da origem da epidemia da encefalopatia espongiforme bovina e sua transmissão para os seres humanos. Abreviações: BSE: EEB; PRP: proteína prion; PrPBSE: prion BSE. Adaptado de Hernandez et al. (2002).

Desde o aparecimento da doença no Reino Unido, as autoridades sanitárias brasileira s preocuparam-se em proteger o país da entrada do BSE, visando preservar a produção pecuária e a saúde pública. Foram tomadas medidas sanitárias como a restrição à importação de animais susceptíveis e seus produtos. Quando a importação de animais originários de países de risco era necessária, realizava-se o rastreamento dos animais importados desses países e a imposição de restrições à formulação de alimentos destinados aos animais ruminantes. O governo brasileiro proibiu a importação de farinha de carne e ossos dos países considerados de risco para a BSE, tendo como única e eventual fonte de risco os bovinos importados desses países, nos quais não foram detectados sinais de BSE. Considerando que as importações ocorreram entre 10 e 23 anos

atrás (tempo consideravelmente mais longo do que o período médio de incubação da doença), a possibilidade que esses bovinos venham a desenvolver BSE é mínima. Não obstante, todos os bovinos importados, assim como seus descendentes vêm sendo acompanhados com análises laboratoriais. Os países que mantêm comércio de produtos de origem animal com o Brasil consideraram satisfatórias as garantias fornecidas pelo governo brasileiro sobre os bovinos importados e quanto a estabilidade de nosso sistema de vigilância, classificando o risco da importação desses produtos e bovinos como mínima (MAPA, 2003).

Assim, os concentrados proteicos de origem vegetal são os mais usados para a alimentação de bovinos no Brasil, principalmente após a proibição do uso de alimentos de origem animal. Em geral, são usados os coprodutos das agroindústrias de extração de óleo comestível, como as tortas e farelos de soja, amendoim, girassol, algodão e outros, estes alimentos apresentam teores de PB em torno de 30 a 50%. Abaixo são citados os alimentos concentrados proteicos mais utilizados no Brasil e suas principais características.

SOJA

A soja é uma semente rica em proteínas e de alto valor energético, cultivada como alimento para humanos e/ou para animais. A soja pertence à família Fabaceae (leguminosa), assim como o feijão, a lentilha e a ervilha. O Brasil é um grande produtor mundial de soja. O farelo de soja, resultante da extração do óleo, é a principal fonte de proteína na alimentação animal. Além do farelo, estudos comprovam que os grãos de soja moídos são uma ótima fonte proteica e energética para os animais ruminantes.

A adição de lipídios à dieta animal é uma alternativa para elevar o nível energético da dieta sem aumentar a ingestão de carboidratos não estruturais ou diminuir a ingestão de fibra. Assim, a substituição de cereais por oleaginosas é um modo de incrementar a densidade energética sem comprometer o conteúdo em fibra (Palmquist, 1984). Todavia, para vacas leiteiras de alta produção, a adição de gordura à dieta pode ser, ainda, uma maneira de aumentar a produção de leite (PL) (Chilliard, 1993).

Para vacas de leite não existem muitas restrições relacionadas ao uso do grão de soja. No entanto, recomenda-se que não se utilize ureia em dietas contendo grãos de soja cru. O aquecimento (tostagem) dos grãos destrói a urease e inativa a lipase, o que aumenta o tempo de estocagem dos grãos, além de aumentar consideravelmente seu teor de proteína by pass, o que pode se tornar um diferencial positivo deste produto, especialmente quando se trata de animais de alto potencial de produção. Os fatores antinutricionais da soja pouco comprometem o desempenho dos animais ruminantes, graças à capacidade dos microrganismos em desativar esses fatores deletérios. Todavia, alguns pesquisadores relatam que a digestibilidade intestinal da proteína da soja pode ser comprometida em animais de alta PL ou quando os níveis de suplementação com a soja crua são mais elevados. Isso pode ocorrer porque a capacidade ruminal de inativação dessas substâncias pode ser superada pela alta taxa de passagem ou pela grande quantidade de fatores antinutricionais que chegam ao rúmen. Deste modo, efeitos residuais dos fatores antitripsina não inativados no rúmen e que atingem o intestino delgado podem interferir na atividade enzimática da proteólise (Faria Jr et al., 2009).

A atividade ureática é o procedimento mais utilizado para avaliar a eficiência dos tratamentos térmicos nos produtos da soja. A soja crua possui grande quantidade de enzima urease, que apesar de não ser considerada fator antinutricional, possui resistência térmica semelhante ao inibidor da tripsina, sendo usada largamente como um índice para determinar o tempo de processamento adequado (Wright, 1981). A soja integral é uma excelente fonte de energia e proteína para vacas em lactação (Tabela 1).

Tabela 1. Composição da soja.

Nutriente	Quantidade (%)
M atéria seca	89,89
Proteína bruta (% M S)	65,72
Extrato etéreo (% M S)	0,91
Carboidratos totais (% M S)	27,39
Fibra insolúvel em detergente neutro (% M S)	13,59
Cálcio (% M S)	0,26
Fósforo (% M S)	0,78
Lisina	4,17
Metionina	0,94

Adaptado de Valadares Filho et al. (2013) – CQBAL 3.0.

As formas mais comuns de utilização da soja são na forma de farelo, grãos (cru ou tostados) e ainda, caso o produtor queira maximizar o potencial de utilização do produto, pode-se utilizar a casca da soja, sendo nesse caso, um concentrado energético. A Tabela 2 apresenta a composição químico-bromatológica das diferentes formas de utilização da soja:

Tabela 2. Composição químico-bromatológica dos diferentes tipos de processamento da soja.

Tipo	MS	PB	EE	FDN	Ca	P	LIS	MET
Farelo de soja	88,52	48,69	1,79	15,52	0,33	0,57	2,81	0,61
Grão de soja cru	90,43	38,61	18,59	20,77	0,36	0,54	2,20	0,48
Grão de soja tostado	91,70	39,10	20,97	23,57	0,25	0,49	2,36	0,49
Casca de soja*	90,48	12,81	2,27	66,63*	0,52	0,16	0,83	0,20

M S = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; Ca = Cálcio; P = Fósforo; LIS = Lisina; M ET = M etionina. *Alimento energético. Adaptado de Valadares Filho et al. (2013) –CQBAL 3.0.

GRÃOS DE SOJA

A adição de lipídeos na dieta, por meio de óleos, e especialmente de sementes de oleaginosas, como o grão de soja, pode melhorar o nível energético da dieta, atendendo assim, a alta demanda de PL (Barletta, 2010). Em função do elevado valor energético, tem crescido o uso de grãos de soja nas dietas de vacas de alta produção para elevar a densidade energética das dietas (Palmquist, 1991). O adensamento da dieta com o uso da soja integral se apresenta como alternativa para prevenir a queda no consumo de energia e proteína, que ocorre com a redução natural e fisiológica no consumo de matéria seca (CMS) da dieta durante o período de transição

(periparto e pós-parto) e, em situações de estresse térmico no verão. Assim, objetiva-se reduzir o período de balanço energético negativo das vacas no pós-parto e propiciar condições para que o animal tenha uma menor queda na condição corporal e possa expressar o seu potencial leiteiro

retornando ao cio com rapidez e melhorando sua eficiência reprodutiva. Além disso, o uso da soja integral pode reduzir o incremento calórico dos animais e a produção de metano, de modo a aumentar a eficiência de uso da energia dos alimentos para a PL (Faria Jr et al., 2009).

Com isso, é possível que o grão de soja seja utilizado não somente como fonte de proteína em dietas para vacas leiteiras, substituindo o farelo de soja, mas também como eventual substituto do fubá de milho, utilizando o grão de soja in natura nas dietas. Para tal, deve-se avaliar o melhor nível de inclusão do grão de soja in natura em dietas de vacas leiteiras, bem como quais são as melhores formas de utilização deste alimento frente ao nível de PL e a fase de lactação dos animais. Estudos têm sido realizados com o objetivo de avaliar a inclusão do grão de soja na alimentação de vacas leiteiras como fonte de proteína, avaliando métodos de processamento que modifiquem as taxas de degradação da proteína no rúmen. O uso de grãos de soja crus em dietas de vacas leiteiras não é recomendado em função da alta taxa de degradação da proteína no rúmen, sendo recomendada a utilização de tratamentos térmicos anteriormente a utilização do grão de soja. A alta quantidade de PDR pode ser convertida em PNDR por meio de tratamentos térmicos, sendo comumente utilizada à extrusão ou a tostagem. Assim, a utilização do grão de soja tostado ou extrusado na alimentação de vacas leiteiras tem por objetivo fornecer maior quantidade de PNDR.

O grão de soja pode ser fornecido às vacas de leite após passar por um tratamento térmico, constituindo o tratamento com grãos de soja tostado. Há controvérsias a respeito dos benefícios da tostagem da soja no desempenho de vacas leiteiras, com relação à soja crua. De acordo com o estudo de Tice et al. (1993), quando o consumo for baixo (< 10 % soja na MS da dieta), o grão de soja tostado pode não influenciar no desempenho de vacas lactantes, não sendo necessário assim, seu processamento, exceto no início da lactação, quando o fluxo de aminoácidos essenciais para o duodeno pode ser um fator necessário para a produção de leite. Nesse caso, a tostagem ou a extrusão da soja poderá ser vantajosa, pois proporcionará um aumento na quantidade de PNDR. Quando o consumo de soja for alto (> 10 e < 25 % na MS da dieta), ela apresentará grande influência sobre a ingestão de PNDR, então o tratamento térmico torna-se necessário (Faria Jr et al., 2009). Alguns estudos recomendam o uso da soja crua devido ao menor custo e manejo menos complexo. A Tabela 3 sumariza alguns trabalhos que avaliaram a inclusão do grão de soja nas dietas de vacas leiteiras, avaliando principalmente os parâmetros de produtividade, proteína e gordura do leite.

Tabela 3. Trabalhos sobre o uso do grão de soja na alimentação de vacas leiteiras.

Estudo	% de inclusão de grãos de soja	Processamento de grão	do CMS (kg/dia)	Produção de leite (kg/dia)	de Proteína (%)	Gordura (%)
Barletta et al. (2012)	0; 8; 16 e 25	Cru	25,30; 24,93; 24,75 e 23,84	32,20; 31,58; 31,05 e 30,01	0,96; 0,92; 0,95; 0,96; 0,83 e 0,84	0,95; 0,96; 1,04 e 0,94
Deresz et al. (1996)	0; 20 e 40	Cru	-	28,60; 28,90 e 28,70	2,99; 2,97 e 2,84	3,51; 3,16 e 3,60
Mourthe et al. (2012)	0; 1,3; 2,6 e 3,9 ¹	Tostado	-	19,9; 20,4; 20,2 e 20,4	2,90; 2,87; 2,88 e 2,86	3,56; 3,74; 3,84 e 3,81
Duarte et al. (2005)	0 e 15	Cru	17,07 e 17,01	21,4 e 21,2	3,36 e 3,36	4,69 e 4,79

Adaptado de Barletta et al. (2012); Deresz et al. (1996); Mourthe et al. (2012); Duarte et al. (2005).

O processamento físico (grão inteiro ou moído) da soja crua ou tostada (Pires et al., 1996) não altera o teor de proteína ou gordura do leite, mas o processamento térmico (tostagem) pode reduzir os teores de proteína do leite, sem alterar o teor de gordura do leite quando comparado à soja crua (Scott et al., 1991). Isso pode ocorrer quando há um superprocessamento da soja, comprometendo assim a digestibilidade dos aminoácidos da PNDR, devido à reação de Maillard. O processamento com calor não afeta o total de aminoácidos da soja, contudo as contribuições da lisina, arginina e alanina são menores que na soja crua; por outro lado, os valores relativos de metionina e treonina podem aumentar devido ao efeito de concentração (Fathi-Nasri et al., 2008).

Com o objetivo de comparar o desempenho produtivo de animais alimentados com grão de soja tostado em relação ao farelo de soja e ao grão de soja moído grosseiramente, Faldet e Satter (1991) avaliaram vacas em início de lactação, com média de produção de leite de 35 kg/dia. Esses autores observaram que houve um aumento na PL e uma redução dos teores de gordura e proteína do leite quando comparado com o desempenho de vacas alimentadas com grão de soja tostado em relação à dieta com farelo de soja ou grão de soja cru moído. No entanto,

não foi encontrada diferença entre as dietas com farelo de soja ou grão de soja cru moído sobre a produção e composição do leite e no consumo.

Santos et al. (2001) avaliaram a inclusão de grão de soja moído na proporção de 23,5% da MS em dietas de vacas 7/8 Holândes-Zebu com 30 dias de lactação e com produção média de 20 kg de leite/dia utilizando a silagem de sorgo como volumoso. Além da dieta com grão de soja moído, foi utilizada a dieta controle e com óleo de soja degomado. Esses autores concluíram que não houve efeito do grão de soja e do óleo em relação à dieta controle na produção e composição do leite.

FARELO DE SOJA

O farelo de soja é o alimento proteico padrão na formulação de dietas para animais ruminantes e não ruminantes. Normalmente, o farelo de soja possui 45% de PB, teor inferior a 7% de FB e é rico em aminoácidos essenciais, principalmente lisina e metionina, não apresentando restrições de uso. Por isso, tornou-se a fonte proteica mais utilizada no mundo. O acréscimo de proteína verdadeira degradável no rúmen decorrente da inclusão de farelo de soja na dieta tende a aumentar a deaminação de aminoácidos e conseqüentemente, a produção de ácidos graxos de cadeia ramificada (Sannes et al., 2002), o que pode, por sua vez, melhorar a degradação da fibra. Dependendo da composição e da qualidade, os farelos de soja comercializados podem sofrer variações, principalmente da qualidade inicial do grão e do processamento utilizado, bem como do nível de inclusão de casca. A Associação Nacional dos Fabricantes de Rações (1985) especifica três tipos de farelo de soja, com base em seus conteúdos de PB, e os classifica como:

- **Farelo de soja tostado tipo 48 ou tipo 1:** mínimo de 48% de PB, isento de cascas, com teor máximo de 5% de FB e 0,3% de sílica;

- **Farelo de soja tostado tipo 46 ou tipo 2:** mínimo de 46% de PB, com casca nas proporções naturalmente encontradas nos grãos, resultando em um teor máximo de 6% de FB e 0,5% de sílica;

• **Farelo de soja tostado tipo 44 ou tipo 3:** mínimo de 44% de PB, com adição de cascas em quantidade superior àquela naturalmente encontrada nos grãos, não podendo superar 7% de FB e 0,5% de sílica.

No Brasil, a grande maioria dos farelos comercializados é do tipo 46. A inclusão de casca de soja ocorre com o intuito de reduzir os custos de produção e pode resultar na diminuição do teor de PB e elevação dos teores de fibra, dessa forma, podendo causar comprometimento na qualidade nutricional dos farelos. O processamento térmico do farelo de soja pode ser utilizado para aumentar os teores de PNDR, resultando em um maior aporte de aminoácidos ao intestino. Tratamentos químicos com formaldeído ou lignossulfato têm sido avaliados quanto ao potencial de proteção da proteína do farelo de soja da degradação ruminal. Contudo, a disponibilidade intestinal dessa proteína que escapa da degradação ruminal tem sido variável e pode não refletir em maior desempenho animal.

Estudando a influência do número de partos e da suplementação de PDR e PNDR sobre as características produtivas, Flis e Wattiaux (2005) verificaram que o CMS e a PL aumentaram com a inclusão de farelo de soja tratado nas dietas devido ao aumento da fração PNDR das mesmas. Em contrapartida, esses autores afirmaram que essas variáveis respondem negativamente a suplementação do farelo de soja tradicional como forma de aumentar a PDR acima das exigências previstas pelo NRC (2001). Ainda, esses autores verificaram que a composição do leite não é alterada pelos níveis de PNDR e PDR ou pela ordem de parição, não havendo interação entre os fatores estudados. No trabalho de Correa (2007) avaliou-se o efeito de dietas contendo soja em diferentes formas de processamento, sobre o desempenho lactacional de vacas, conforme mostrado da Tabela 4.

Tabela 4. Desempenho lactacional de vacas alimentadas com dietas contendo soja em diferentes formas.

Variáveis	Dietas			
	Farelo de soja	Grão de soja c ru	Grão de soja tostado	Farelo de soja + 5% de ureia
Produção de leite (kg/d)	29,14	26,67	26,77	27,52
Gordura (%)	3,15	3,36	3,07	3,22
Proteína (%)	3,34	3,33	3,37	3,34

Adaptado de Correa (2007).

Diante do trabalho comparativo realizado por Correa (2007), podemos observar que o farelo de soja é o produto resultante do processamento da soja mais promissor para otimizar a PL, assim como para manter os níveis de proteína e gordura do leite.

ALGODÃO

O algodão é uma fibra branca ou esbranquiçada obtida dos frutos de algumas espécies do gênero *Gossypium*, família Malvaceae. Há muitas espécies nativas das áreas tropicais da África, Ásia e América, e desde o final da última Era glacial, tecidos já eram confeccionados com algodão. Esse produto é comumente ofertado aos animais na forma de caroço e de farelo de algodão.

CAROÇO DE ALGODÃO

O caroço de algodão é comumente usado em rações de vacas leiteiras como fonte de fibra, energia e proteína. O alto teor de óleo do caroço de algodão é um atrativo a esse produto, tendo em vista os requerimentos em alimentos com alta densidade energética para vacas de alto desempenho produtivo. A alta concentração de fibra no caroço é desejável para manter os níveis de fibra efetiva na dieta. É um alimento com características peculiares, pois contém alto teor energético, assemelhando-se aos alimentos concentrados, além de ser rico em fibra efetiva, característica comum para os alimentos volumosos (NRC, 2001).

O aumento da demanda por energia, observado em vacas de alta PL, tem realçado a importância do caroço de algodão como fonte lipídica. Devido ao alto teor de gordura, o caroço de algodão é considerado um alimento energético, e com potencial de uso na alimentação de vacas leiteiras no início de lactação, quando as vacas estão em balanço energético negativo; tendo assim, um aumento na PL e no teor de gordura do leite. Por outro lado, quando a fibra da ração é de qualidade inferior ou em quantidade insuficiente, pode ocorrer uma queda no teor de PL de vacas recebendo caroço de algodão. A preocupação com a interação do caroço de algodão

com o tipo de ração tem levado ao aumento nas pesquisas visando definir o comportamento deste suplemento para cada tipo de volumoso (Cooke et al., 2007).

Teixeira et al. (2002) avaliaram a influência do processamento do caroço de algodão na degradabilidade ruminal da MS, PB e FDN e encontraram valores baixos para o caroço de algodão inteiro quando comparado ao caroço moído. No entanto, esses autores consideraram que o fornecimento do caroço de algodão inteiro é uma maneira de aumentar a fração de PNDR, o que, em alguns casos, pode ser fundamental no balanceamento de rações. A Tabela 5 apresenta a composição química do caroço de algodão expresso em percentagem da MS em dois trabalhos distintos.

Tabela 5. Composição química do caroço de algodão expresso em % da MS.

Constituintes	Caroço de algodão	
	Valadares Filho et al. (2006)	Melo et al. (2006)
Matéria seca (M S)	90,64	92,60
Matéria orgânica (% M S)	96,32	96,40
Proteína bruta (% M S)	22,62	21,03
Extrato etéreo (% M S)	18,90	21,20
Fibra insolúvel em detergente neutro (% M S)	46,04	44,97
Fibra insolúvel em detergente ácido (% M S)	35,85	33,37
Nutrientes digestíveis totais (% M S)	81,92	84,33

Apesar de apresentar uma boa composição química, é necessário cautela na utilização do caroço de algodão, pois a planta do algodão produz um pigmento tóxico, um aldeído polifenólico, de coloração amarela, que é antioxidante e antipolimerizante, denominado gossipol. A toxidez dessa substância fornece proteção à planta contra danos provocados por insetos, sendo que a semente do algodão pode conter grande variedade de pigmentos do gossipol, assim, no processamento das sementes, as glândulas se rompem e liberam o gossipol. Dessa forma, a concentração dessa substância nos derivados de algodão é em função do grau

de extração do óleo e do método utilizado. Outro processamento que contribui para diminuir o potencial de toxicidade do gossipol é a peletização, pois o calor úmido provoca uma modificação em suas propriedades. No entanto, esse procedimento abaixa significativamente o valor biológico das proteínas, principalmente a disponibilidade da lisina. Além disso, a peletização apenas reduz o potencial de toxicidade e não soluciona o problema como um todo.

O gossipol atua no metabolismo de aminoácidos, ligando-se às proteínas que contém aminoácidos livres. Além disso, o ferro forma complexos com o gossipol e estes complexos não são absorvidos pelo organismo. As ligações com proteínas, bem como os altos níveis de ferro na dieta podem inativar os pontos de ligação do gossipol, diminuindo sua toxicidade. Recomenda-se adicionar sulfato de ferro, óxido ou hidróxido de cálcio a dietas de ruminantes contendo coprodutos de algodão. No entanto, o uso de sulfato ferroso nas rações é pouco comum pois aumenta o custo de produção.

O gossipol apresenta diferenças quanto à facilidade de intoxicação entre as espécies, sendo altamente tóxico para animais não ruminantes, enquanto, que os animais ruminantes são mais resistentes ao seu efeito, sendo a intoxicação nesses animais algo raro de acontecer. Os animais ruminantes têm a habilidade de tolerar o gossipol porque os microrganismos do rúmen promovem ligações com o grupo ϵ -amino, que impedem a sua absorção, razão pela qual não se recomenda a inclusão de caroço de algodão em dietas de bezerras, onde não há o pleno desenvolvimento ruminal (Arieli, 1998). Mesmo sendo mais resistentes à ação do gossipol, vários profissionais não recomendam a utilização de derivados de algodão para dietas de machos reprodutores, devido ao surgimento de problemas reprodutivos com sua inclusão na dieta. Risco et al. (1993) observaram que touros apresentavam uma menor concentração de espermatozoides normais no ejaculado a partir da quinta semana de inclusão do caroço de algodão na dieta. Já em vacas, o gossipol pode ser tóxico para as glândulas mamárias e, quando presente em grandes concentrações no plasma sanguíneo (acima de 5 g/ml) reduz a qualidade e o desenvolvimento embrionário, diminuindo as taxas de concepção (Santos et al., 2004).

Como alternativa para contornar o problema de escassez de alimento na região do semi-árido do Nordeste brasileiro, onde é utilizada a palma forrageira como base da alimentação do rebanho leiteiro, Melo et al. (2006) propuseram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito da inclusão do caroço de algodão em dietas à base de palma forrageira sobre o desempenho de vacas da raça Holandesa em lactação. Os tratamentos experimentais foram constituídos da

inclusão de caroço de algodão em 0; 6,25; 12,50; 18,75 e 25% da dieta. O caroço de algodão aumentou o CMS, consumo de EE, NDT, Ca e P; porém não afetou o consumo de PB e FDN. O caroço de algodão aumentou a PL corrigida para 3,5% de gordura (de 26,53 para 31,68 kg/dia), e a produção de gordura do leite (de 0,86 para 1,09 kg/dia). No entanto, não afetou a PL sem correção (31,19 kg/dia), a percentagem de gordura do leite (3,18%) e a eficiência alimentar (1,31 kg de leite corrigido por quilograma de MS consumida). O caroço de algodão melhorou o desempenho animal, quando incluído em até 25% da MS em dietas à base de palma forrageira. Alguns resultados desse trabalho podem ser observado na Tabela 6.

Tabela 6. Produção e composição do leite, produção de gordura, eficiência alimentar e coeficientes de variação (CV), em função dos conteúdos de caroço de algodão (CA).

Itens	Conteúdo de caroço de algodão (%)					CV (%)
	0	6,25	12,5	18,75	25	
Leite (kg/dia)	29,50	30,24	31,25	32,67	32,27	10,84
PLCG (kg/dia)	26,70	28,12	30,22	30,74	31,68	8,67
Gordura (%)	2,91	3,15	3,33	3,13	3,39	10,4
PGL (kg/dia)	0,86	0,93	1,03	1,02	1,09	8,45
Eficiência alimentar	1,23	1,31	1,36	1,30	1,35	7,02

Adaptado de Melo et al. (2006).

FARELO DE ALGODÃO

De todos os coprodutos do algodão, os farelos são os mais conhecidos e utilizados. Resultam da remoção do óleo, que pode ser feita tanto pelo esmagamento mecânico do caroço como por meio do uso de solventes. A forma mais usada para obtenção do farelo de algodão é a partir dos caroços (cariópses) que ao passarem pela extrusora são prensados para a extração do óleo. O processo de extrusão pelo qual passa o caroço confere ao alimento uma melhor digestibilidade se comparado ao caroço de algodão in natura. Em virtude de ser uma ótima

fonte de proteína, substituindo o farelo de soja no caso de animais ruminantes, o farelo de algodão é um excelente produto para ser utilizado em confinamentos, semi-confinamentos e em suplementos a pasto, promovendo um aumento na PL e ganho de peso nas outras categorias, sendo um produto disponível em todas as épocas do ano. Tais farelos são classificados comercialmente de acordo com diferentes níveis de proteína em: 28, 38 e 46%. A Tabela 7 apresenta a composição química da classificação dos farelos de algodão.

Tabela 7. Composição química dos farelos de algodão classificados comercialmente com 28, 38 e 46% de proteína bruta.

Componente	FA-28	FA-38	FA-46
M atéria seca (%)	89,82	89,80	91,37
Proteína bruta (% M S)	34,66	38,99	40,25
Energia bruta (kcal/kg)	4173	4223	4324
Extrato etéreo (% M S)	2,35	1,53	2,31
Fibra bruta (% M S)	16,36	14,47	15,30
Gossipol total (% M S)	0,10	0,10	0,18
Fósforo (% M S)	0,83	1,10	0,93
Cálcio (% M S)	0,26	0,40	0,34
Ferro (mg/kg)	76,93	62,37	68,95
Zinco (mg/kg)	11,47	11,80	13,92
Cobre (mg/kg)	0,45	1,56	1,65

FA-28 = Farelo de algodão classificado comercialmente com 28% de proteína bruta; FA -38 = Farelo de algodão classificado comercialmente com 38% de proteína bruta; FA-46 = Farelo de algodão classificado comercialmente com 46% de proteína bruta. Adaptado de Kleemann (2006).

O nível de PB apresentado pelo farelo de algodão 28% (FA-28) foi 34,66%, o farelo 38% (FA-38) apresentou 38,99 % de PB enquanto que o farelo 46% (FA-46) teve 40,25% de PB. Observa-se que esses valores não estão de acordo com a composição proteica estipulada comercialmente, com exceção do farelo de algodão 38%. O teor de proteína determinado para o farelo de algodão comercializado com 28% foi superior ao nível estipulado para esse ingrediente e o oposto ocorreu com o farelo de algodão comercializado com 46%, o qual apresentou conteúdo proteico inferior. De acordo com o NRC (2001), o farelo de algodão apresenta teor mais elevado de PNDR que o farelo de soja, entretanto, as concentrações de PB e energia do farelo de algodão são inferiores às do farelo de soja.

O farelo de algodão vem sendo utilizado com o objetivo de reduzir o uso do farelo de soja, visando à obtenção de condições econômicas mais vantajosas e, embora apresente menores teores de energia e proteína, é caracterizado pelo seu maior teor PNDR (NRC, 2001), o que permitirá um maior fluxo de proteína metabolizável para o intestino e menor perda de nitrogênio ruminal, quando comparado ao farelo de soja. A Tabela 8 apresenta um resumo baseado em dados da literatura com trabalhos que consistiram no estudo de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão.

Tabela 8. Resumo de alguns trabalhos da literatura nacional sobre a substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão.

Estudo	% FA em		Produção de leite (kg/dia)	Proteína (%)	Gordura (%)
	substituição ao FS na dieta	CMS (kg/dia)			
Imaizumi (2005)	0; 15 e 30	21,52; 22,26 e 21,71	34,75; 33,43 e 33,21	2,91; 2,84 e 2,83	3,49; 3,82 e 3,89
Alves et al. (2010)	0; 8,7; 17,4; 26,1 e 34,8	14,83; 13,78; 14,14; 14,55 e 13,69	14,73; 13,28; 14,49; 14,44 e 13,20	-	-
Zervoudakis et al. (2010)	0; 8,7; 17,4; 26,1 e 35,80	5,93; 5,51; 5,66; 5,82 e 5,47	14,73; 13,78; 14,49; 14,44 e 13,69	3,72; 3,7; 3,62; 3,66 e 3,69	3,67; 3,73; 3,72; 3,74 e 3,87

FA = farelo de algodão; FS = farelo de soja; CMS = consumo de matéria seca. Adaptado de Imaizumi (2005), Alves et al. (2010) e Zervoudakis et al. (2010).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 8 podemos observar que à medida que se aumenta o nível de substituição do farelo de soja pelo farelo de algodão, há uma redução da proteína do leite e um aumento no teor de gordura do mesmo. Nos trabalhos apresentados, os autores concluíram não haver diferença significativa para a PL, associando esse fato ao CMS, que também não diferiu entre as dietas. Os autores concluíram que o farelo de algodão de alta energia tem potencial para substituir o farelo de soja na alimentação de vacas, contudo, a decisão sobre o uso depende das variações de seu custo de mercado.

AMENDOIM

O amendoim (*Arachis hypogaea* L.) é uma planta da família Fabaceae, originária da América do Sul (Brasil e países fronteiriços: Paraguai, Bolívia e norte da Argentina). Embora confundido com a noz, o amendoim é um membro da família da beterraba-marinha (Fabaceae) e seu fruto é do tipo fruto ou vagem. As flores são pequenas, amareladas e, depois de fecundadas, inclinam-se para o solo e a noz desenvolve-se subterraneamente. O amendoim tem uma grande importância econômica, principalmente na indústria alimentícia. O amendoim é rico em óleo, proteínas e vitaminas e é muito utilizado na alimentação humana e na produção de biodiesel, gerando diversos coprodutos que podem ser utilizados na alimentação animal. Algumas variedades têm uma grande quantidade de lipídeos e têm sido utilizadas para a fabricação de óleo de cozinha.

Os principais coprodutos do amendoim utilizados na alimentação animal são o óleo, as tortas, os farelos, as cascas, as peles, além das plantas que restam da cultura no campo após a colheita dos grãos; essas são utilizadas de forma conservada, como silagem ou feno. O maior desafio da utilização dos coprodutos do amendoim na alimentação animal e humana é a grande incidência de contaminação por micotoxinas, principalmente, a aflatoxina. Devido à utilização do amendoim na alimentação humana, existe uma grande preocupação em reduzir a presença dessas toxinas por meio de programas de incentivo de melhoria na qualidade do amendoim. Dessa forma, podem-se também produzir coprodutos de melhor qualidade para a alimentação animal. Na alimentação de vacas de leite, o amendoim é utilizado, principalmente na forma de farelo e torta.

FARELO E TORTA DE AMENDOIM

O farelo de amendoim é um produto obtido da extração do óleo da semente. Essa extração pode ser feita a frio, quente ou através de solventes, sendo o método a frio o que melhor preserva suas qualidades nutricionais. Existe ainda a torta obtida através de vagens inteiras esmagadas, produto esse com baixa qualidade nutricional. O farelo de amendoim é um rico alimento para a nutrição animal, como

mostrando na Tabela 9, apresentando características interessantes para que seja utilizado, como o alto teor de PB, por exemplo.

Tabela 9. Composição bromatológica do farelo de amendoim.

Nutriente	Quantidade
M atéria seca (%)	89,23
Proteína bruta (% M S)	58,38
Extrato etéreo (% M S)	0,40
Carboidratos totais (% M S)	35,37
Fibra insolúvel em detergente neutro (% M S)	13,87
Cálcio (% M S)	0,14
Fósforo (% M S)	0,71
Lisina	1,33
Metionina	0,31

Adaptado de Valadares Filho et al. (2013) – CQBAL 3.0.

A utilização do amendoim como alimento proteico na forma de farelo vem sendo estudada e, segundo Góes et al. (2004) pode atuar como substituto do farelo de soja para o suprimento de PDR. O valor nutritivo destes dois alimentos é semelhante, como pode ser observado na Tabela 10. Entretanto, a proteína do farelo de amendoim apresenta uma degradação ruminal bem maior que o farelo de soja e o farelo de algodão.

Tabela 10. Composição bromatológica dos farelos de amendoim, farelo de soja e farelo de algodão (expressos em 100% MS).

Item	Farelo de amendoim ¹	Farelo de soja 44%PB ²	Farelo de algodão ²
Nutrientes digestíveis totais (%)	82,8	80	66,4
M S			
M atéria seca (%)	94,8	89,1	90,5
Proteína bruta (% M S)	52,9	49,9	44,9
Fibra insolúvel em detergente neutro (% M S)	12,5	14,9	30,8
Lignina (% M S)	1,6	0,7	7,6
Proteína degradável no rúmen (% M S)	91	76	60

Fonte: ¹Análise bromatológica ESALQ/Bellman; ²NRC (2001).

É importante destacar que o farelo de amendoim é uma fonte de PDR, devido a isso, seu potencial de uso para vacas leiteiras de alta produção como única fonte proteica da dieta fica limitado, de forma que é preciso utilizar em associação a ela uma fonte rica em PNDR. Essas fontes de PNDR devem apresentar um bom perfil de aminoácidos essenciais, principalmente lisina e metionina. Dessa forma, pode-se atender à exigência de proteína metabolizável das vacas e maximizar o potencial produtivo dos animais.

Quanto ao uso do farelo de amendoim na alimentação animal, deve-se levar em consideração o risco de contaminação por micotoxinas, principalmente, a aflatoxina. As micotoxinas são caracterizadas como metabólitos secundários produzidos por fungos, sendo um dos maiores grupos de toxinas naturais contaminantes de alimentos e rações. São substâncias de estruturas diversificadas onde muitas atuam como precursores de substâncias causadoras de intoxicações, tanto em humanos quanto em animais, sendo os ruminantes menos susceptíveis a ação delas. Dentre as micotoxinas conhecidas, a aflatoxina é a toxina mais estudada e melhor compreendida pela ciência em relação às demais. São caracterizadas como organismos que têm efeitos anticoagulantes, são incolores, inodoras, insípidas, solúveis em solventes orgânicos, resistentes ao calor, frio, luz e são degradadas apenas pelo metabolismo hepático. As aflatoxinas são um grupo de micotoxinas produzidas principalmente pelo *Aspergillus flavus* e *Aspergillus parasiticus*, sendo que as espécies *Penicillium puberulum* e *Aspergillus nomius* também podem produzir aflatoxinas (Hollinger e Ekperigin, 1999). O fígado é o principal sítio de detoxificação, por vias oxidativas, mas a mucosa gástrica e os microrganismos ruminais e entéricos são capazes de reduzir a toxicidade das aflatoxinas (Galtier, 1998).

Em baixos níveis de contaminação nos alimentos, os prejuízos estão associados a perdas subclínicas que causam desde queda na produção leiteira a aumento na incidência de doenças e baixo desempenho reprodutivo. Dessa forma, muitas vezes o problema pode passar despercebido. Entretanto, em alguns casos, as concentrações de micotoxinas nos alimentos são suficientemente altas para causar graves problemas, inclusive a morte do animal. Porém, na maioria das vezes os sintomas são inespecíficos e de difícil diagnóstico.

Além do uso na forma de farelo, o amendoim também pode ser utilizado na forma de torta. Segundo Barreto et al. (2009), a extração do óleo do amendoim mecanicamente origina a torta gorda; já quando a extração é feita por solventes, origina-se a torta magra. Assim,

os diferentes métodos de extração produzem coprodutos com diferentes teores residuais de óleo, contribuindo para a obtenção de tortas com maiores ou menores valores energéticos. A Tabela 11 traz a composição bromatológica do farelo e da torta de amendoim permitindo que sejam comparados aspectos da composição dos mesmos.

Tabela 11. Composição bromatológica do farelo de amendoim e da torta de amendoim.

Nutriente	Farelo	de	Torta	de
	amendoim (%)	amendoim (%)		
	Valadares Filho et al. (2013)		Oliveira et al.	
		et al. (2005)		
M atéria seca	89,23		94,01	
Proteína bruta	58,38		34,73	
Extrato etéreo	0,40		11,62	
Fibra insolúvel em detergente neutro	13,87		31,95	
Cálcio	0,14		0,08	
Fósforo	0,71		0,40	

As tortas de oleaginosas são mais ricas em EE do que os respectivos farelos (Nunes, 1991). Devido aos elevados teores de gordura das tortas, elas podem ser utilizadas nas dietas de vacas leiteiras para diminuir a quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis, reduzindo, assim, o risco de acidose metabólica das vacas, e também para diminuir a quantidade de metano liberada no meio ambiente (Oliveira et al., 2005). Paziani et al. (2001) compararam o farelo de amendoim com o glúten de milho como fonte proteica em dietas contendo milho desintegrado com palha e sabugo e concluíram que as fontes proteicas não afetaram a digestibilidade das dietas nem a degradação ruminal do amido.

CANOLA

A canola (*Brassica napus* L.) é uma oleaginosa desenvolvida no Canadá e recebeu este nome devido à sigla canadense *canadian oil low acid* (óleo canadense de baixa acidez). A canola é uma variedade geneticamente modificada da colza, diferenciando-se desta por conter uma percentagem inferior em ácido erúico e glicosinolato, do total de ácidos graxos. Além disso, a sua produção é favorecida por ser uma cultura de inverno, não competindo com as culturas tradicionais de verão, como a soja e o milho.

GRÃOS DE CANOLA

A canola em grão é considerada um alimento proteico, sendo que o alto teor de proteína no grão da canola faz com essa oleaginosa seja uma ótima fonte nutricional para os animais ruminantes. Entretanto, o grão possui uma cápsula rígida, sendo esta responsável para que o mesmo seja pouco digerido, a menos que o grão seja quebrado. Dessa forma, o estudo de métodos que fracione o grão de canola é de extrema importância para maximizar o valor nutricional do grão da mesma (Wang et al., 1999). Além do mais, a canola é um alimento rico em ácidos graxos poliinsaturados (linoléico e linolênico) onde pode proporcionar maior concentração desses ácidos no leite que fazem bem à saúde humana, mas também alguns isômeros como trans 10 cis 12 podem agir na depressão da gordura do leite. Algumas técnicas de processamento de alimentos, entre elas a moagem, a peletização e a extrusão podem ser utilizadas para melhorar a dieta animal, em termos de teor e aproveitamento dos nutrientes, com respostas na produção e composição do leite (Whitlock et al., 2002).

FARELO DE CANOLA

O farelo de canola é amplamente utilizado na formulação de rações concentradas para vacas em lactação, principalmente na Europa e no Canadá. No Brasil, experimentos estão sendo conduzidos com a finalidade de definir características para o uso do farelo de canola sem que haja prejuízos à PL. O farelo de canola pode conter até 40% de PB, sendo grande parte degradada no rúmen (Moshtaghinia e Ingalls, 1992).

Em trabalho comparando o farelo de soja com o farelo de canola, Khorasani et al. (1989) evidenciaram diferenças entre a absorção de aminoácidos a nível de intestino delgado para os dois farelos, observando pequena vantagem para o farelo de canola. Para a alimentação animal, o farelo de canola apresenta um bom perfil de aminoácidos, contudo, como outras fontes de óleo vegetal, ele é limitado na concentração de lisina, distinguindo-se dos demais, pelo elevado teor de metionina e cistina, onde esses aminoácidos são os primeiros limitantes para produção de leite. Na alimentação de animais ruminantes, especialmente para animais jovens de rápido crescimento e de novilhas de alta produção, existe o risco da decomposição das proteínas do farelo de canola pelas bactérias ruminais.

Tabela 12. Composição de nutrientes do grão e farelo de canola.

Nutriente	Grão de canola	Farelo de canola
M atéria seca (%)	93,2	93,0
Proteína bruta (%)	24,9	38,0
Extrato etéreo (%)	37,6	3,8
Fibra bruta (%)	8,6	11,1
Energia metabolizável (kcal/lb)	2.040	1.227
Cinzas (%)	4,4	6,8
Ca (%)	0,45	0,68
P (%)	0,76	1,17

Adaptado de Valadares Filho et al. (2013) – CQBAL 3.0.

No trabalho de Leggi et al. (1998) foi proposto a avaliação do efeito de diferentes níveis de substituição (R0%; R6,87%; R13,74% e R20,6%) do farelo de soja pelo farelo de canola sobre a PL, proteína e gordura do leite, CMS, peso corporal, níveis de hematócrito, degradação efetiva da MS e da PB e desaparecimento in vitro da MS e da parede celular e da dieta total. Para tanto, usou-se quatro vacas da raça Holandesa, dispostas em quadrado latino 4 × 4. A Tabela 13 sumariza alguns desses resultados.

Tabela 13. Níveis de inclusão do farelo de canola na dieta de vacas leiteiras.

Itens	Nível de farelo de canola no concentrado (%)				
	R0,0	R6,87	R13,74	R20,6	CV (%)
DIVMS (%)	87,8	85,1	83,7	89,4	-
DIVPC (%)	81,7	78,2	74,1	70	1,32
DIVRT (%)	66,2	64,6	62,7	60,8	41,8
Produção de leite (kg/dia)	17,1	16,8	16,7	16,1	4,74
Proteína (kg)	0,58	0,56	0,56	0,54	5,97
Gordura (kg)	0,7	0,68	0,67	0,65	5,57
Hematócrito (%)	31	31,5	31,8	33,8	48,05
Peso corporal (kg)	537	534,1	541	536,4	12,95
CM S (kg/dia)	15,2	15,3	15,2	15,3	0,28

DIVMS = desaparecimento in vitro da matéria seca; DICPC = desaparecimento in vitro da parede celular; DICRT = desaparecimento in vitro da ração total. Adaptado de Leggi et al. (1998).

Com relação a esse estudo, os autores concluíram que o uso do farelo de canola em substituição ao farelo de soja até o nível de 20,6% não altera a produção de proteína e gordura do leite. Não houve alterações no CMS, peso corporal e na concentração de hematócritos quando comparados ao concentrado que continha apenas o farelo de soja e os concentrados com o farelo de canola. O desaparecimento in vitro da MS, desaparecimento in vitro da parede celular e o desaparecimento in vitro da ração total (volumoso + concentrado) não apresentaram alterações nos diferentes níveis de substituição.

UREIA

A utilização de fontes alternativas de proteína na produção de bovinos é importante, uma vez que fontes convencionais são concorrentes com a alimentação humana. A ureia destaca-se como fonte de nitrogênio não-proteico, sendo bastante utilizada na alimentação de ruminantes. No entanto, a ureia possui limitações devido à sua baixa aceitabilidade pelos animais, sua segregação quando misturada com outros ingredientes e sua alta toxicidade, que é

agravada pela elevada solubilidade no rúmen. A ureia pode ser considerada uma alternativa interessante aos alimentos proteicos, principalmente no período das secas, quando as forrageiras apresentam baixa taxa de crescimento e baixo nível de PB. A ureia é descrita na literatura como uma fonte de nitrogênio de baixo custo e de fácil obtenção, sendo usada para suprir a deficiência de PB da dieta.

Algumas vantagens do uso da ureia podem ser destacadas, como por exemplo, o fato de ser uma tecnologia simples e acessível a qualquer produtor, fonte de nitrogênio não-proteico de baixo custo, baixo custo de implantação, redução das perdas de peso dos animais no período seco e também mantém e/ou aumenta a PL. Os microrganismos ruminais têm a capacidade de transformar o nitrogênio da dieta em proteína de boa qualidade, por meio de microrganismos presentes no rúmen. A ureia é a fonte de PDR mais barata no mercado e quando utilizada associada às misturas minerais e grãos possibilita a redução na deficiência proteica de bovinos durante o período de seca (Valadares Filho et al., 2004).

O fornecimento de fontes nitrogenadas de alta degradabilidade ruminal, como a ureia, visa atender as exigências de amônia para o crescimento e atividade dos microrganismos celulolíticos, promovendo maior digestão da forragem, taxa de renovação mais rápida da digesta pelo rúmen, proporcionando assim, um maior CMS e otimização da produção animal (Valadares Filho et al., 2004).

Quando a ureia alcança o rúmen, ela é rapidamente desdobrada em amônia e CO₂ pela enzima urease que é produzida pelas bactérias. A amônia presente no rúmen, resultante da ureia ou de outra fonte proteica, é utilizada pelos microrganismos para a síntese de sua própria proteína. Para que isso ocorra, é essencial a presença de uma fonte de energia (celulose das forragens ou amido do milho, por exemplo).

Existe ainda a ureia endógena, que é produzida no metabolismo animal, e sintetizada no fígado do próprio animal. Nesse processo, a amônia proveniente da degradação da proteína ou da ureia ingerida é absorvida pela parede ruminal e chega ao fígado pela veia porta. No fígado, essa amônia é convertida em ureia. Parte dessa ureia volta ao rúmen, parte vai para a saliva e parte é excretada pela urina. Esse processo é conhecido como **ciclo da ureia**. Na Tabela 14 é apresentada a composição da ureia.

Tabela 14. Composição da ureia.

Componentes	Ureia
Matéria seca (%)	97,85
Proteína bruta (% MS)	282,58
Matéria mineral (%MS)	0,17

Adaptado de Valadares Filho et al. (2013) – CQBAL 3.0.

É importante observar alguns cuidados e recomendações técnicas no uso da ureia de modo a alcançar resultados satisfatórios no sistema de produção sem que haja transtornos em sua utilização. Os animais devem ser inicialmente adaptados ao consumo de ureia, procedendo o uso de acordo com recomendações técnicas, tais como:

- 1- Limitar em 1 a 1,5 % na MS de ureia na dieta total dos animais ruminantes;
- 2- Limitar em até 5% de ureia no concentrado quando este for oferecido separadamente do volumoso;
- 3- Limitar em 30-50 % de nitrogênio da ureia em relação ao N total da dieta; fornecer juntamente com a ureia fontes de carboidratos de diferentes degradabilidade para melhorar a sincronização com a hidrólise da ureia, otimizando a síntese de proteína microbiana;
- 4- Para suplementos a pasto, fornecer sempre no período da tarde, pois o pico de liberação da amônia irá ocorrer junto com a degradação da fibra da forragem;
- 5- Misturar uniformemente a ureia com a ração;
- 6- Fornecer o suplemento em cochos cobertos (Manella,2005).

A não observância de boas técnicas de manejo poderá ocasionar intoxicação dos animais por ureia. Os sintomas de intoxicação são: agitação, falta de coordenação, intensa salivação, respiração ofegante, tremores musculares, micção e defecação constantes e avançado estágio de timpanismo. Nos casos onde ocorrem a intoxicação por ureia, deve-se restringir o fornecimento de ureia e o técnico pode recomendar a utilização de vinagre, logo no aparecimento dos primeiros sintomas, lembrando que a intoxicação por ureia pode levar à morte

dos animais. A Tabela 15 apresenta alguns estudos sobre o uso de ureia na alimentação de vacas leiteiras.

Tabela 15. Revisão de literatura sobre uso de ureia para vacas de leite.

Estudo	% inclusão de ureia na dieta	Produção de leite (kg/dia)	Proteína (%)	Gordura (%)
Aquino (2005)	0; 0,75 e 1,50	23,38; 22,56 e 22,36	3,30; 3,08 e 3,18	3,12; 2,97 e 3,17
Imaizumi (2005)	0 e 0,34	7,98 e 9,41	3,45 e 3,37	4,99 e 4,98
Ruiz et al. (2002)	0; 0,7 e 1,8	15,5; 18,8 e 21,7	-	-
Santos et al. (2001)	0 e 1'	32,13 e 30,98	-	-
Carmo (2001)	0 e 2	19,13 e 18,48	3,10 e 3,12	3,45 e 3,80
Silva et al. (2001)	2,08; 4,01; 5,76 e 8,07	21,18; 24,92; 20,63 e 18,83	3,22; 3,55; 3,07 e 2,69	4,65; 4,50; 4,29 e 3,90

Adaptado de Aquino (2005); Imaizumi (2005); Ruiz et al. (2002); Santos et al. (2001); Carmo (2001).

Ao observar os dados da Tabela 15 pode-se verificar um efeito linear negativo dos níveis crescentes de ureia sobre a PL de vacas, efeito similar foi descrito no trabalho de Oliveira et al. (2004), o que poderia ser explicado pela diminuição no CMS. Com o objetivo de comparar a substituição parcial do farelo de soja por ureia sobre a produtividade e a qualidade do leite, Filgeiras Netto et. al. (2011) utilizaram dois tipos de concentrados: 1) controle, sendo a principal fonte de proteína o farelo de soja e 2) ureia. No tratamento com ureia, 1/3 da proteína total foi substituída por nitrogênio não proteico oriundo da ureia. A produção leiteira foi diferente entre os tratamentos, sendo superior na dieta com ureia em relação ao grupo controle. Contudo, a composição e as características físico-químicas foram semelhantes entre os tratamentos. Verificou-se também uma redução de 11,5% no custo do concentrado com a inclusão de ureia. Esses autores concluíram que a substituição parcial do farelo de soja por ureia em dietas para vacas Girolando é uma alternativa viável para a produção leiteira.

GIRASSOL

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma dicotiledônea anual da família Compositae, originária do continente norte-americano. É caracterizada por possuir grandes inflorescências com aproximadamente 30 cm de diâmetro, cujo caule pode atingir até 3 metros de altura e apresenta filotaxia do tipo oposta cruzada. É uma oleaginosa que apresenta características agronômicas importantes, como maior resistência à seca, ao frio e ao calor, quando comparada a outras espécies cultivadas no país. No Brasil, o girassol encontra boas condições de desenvolvimento, pelo fato de suas aptidões edafoclimáticas serem favoráveis em uma faixa territorial que vai desde o norte até o sul do país.

Antigamente, a cultura do girassol era vista como de pouca expressão econômica. Os cultivares eram susceptíveis a doenças, apresentavam baixa produtividade, baixos teores de óleo e problemas de comercialização. Porém, com os avanços na área do melhoramento genético e a difusão de novas tecnologias, a cultura do girassol passou a ter expressão econômica no cenário nacional (Carvalho, 2006). O girassol tem sido usado de modo diversificado para silagem, grão integral, óleo para alimentação humana, torta e farelo, sendo que para vacas leiteiras, o girassol é predominantemente utilizado na forma de farelo e torta.

Na nutrição de ruminantes, tanto o farelo quanto a torta de girassol tornaram-se alternativas de alimentos por possuírem altos teores de PB e energia. Porém, as informações disponíveis quanto à composição nutricional destes coprodutos apresentam grandes variações em função dos diferentes processos de extração do óleo. Na Tabela 16 pode-se observar as diferenças entre o farelo e a torta de girassol.

Tabela 16. Composição bromatológica da torta e do farelo de girassol.

Nutriente	Torta de girassol	Farelo de girassol
M atéria seca (%)	91,90	90,92
Proteína bruta (%)	22,90	31,37
Extrato etéreo (%)	15,53	1,08
Fibra insolúvel em detergente neutro (%)	38,33	46,54
Fibra insolúvel em detergente ácido (%)	29,32	37,29
M istura mineral (%)	8,10	4,67

Fonte: Santos (2008).

FARELO E TORTA DE GIRASSOL

Segundo Garcia et al. (2004), no Brasil é imprescindível que sejam realizados estudos com o farelo de girassol, por este ser um alimento de menor custo, para que se possam avaliar os efeitos da sua inclusão na dieta animal, tendo como intuito aumentar a produção e reduzir os custos com a alimentação, tornando a atividade mais lucrativa ao produtor. A torta de girassol é um coproduto oriundo da extração mecânica, por meio da prensagem do óleo das sementes de girassol. Já o farelo de girassol é formado a partir da extração do óleo na presença de um solvente, que geralmente é o hexano, gerando um coproduto com menores teores de óleo quando comparado à torta. A grande variação na composição bromatológica e nos coeficientes de digestibilidade da torta e do farelo de girassol é atribuída, principalmente, às características da semente, às formas de extração do óleo e à quantidade de casca presente no farelo.

O farelo de girassol apresenta um valor nutricional equivalente ao de outras oleaginosas de importância agrícola. A proteína do girassol é a que contém o maior teor de aminoácidos sulfurados. Na semente do girassol, foram identificados fatores antinutricionais como a arginase e os inibidores de tripsina. No entanto, esses componentes são termolábeis e facilmente inativados por processos térmicos. Contudo, na alimentação de ruminantes, não são encontrados na literatura relatos específicos sobre a ação desses compostos.

Tabela 17. Revisão de literatura sobre a utilização do farelo e da torta de girassol.

Estudo	Coproduto do girassol	% de inclusão na dieta	Produção de leite (kg/dia)	Proteína (%)	Gordura (%)
Santos et al. (2009)	Torta	0; 24; 48 e 72	16,22; 16,48; 15,52 e 14,56	3,04; 2,98; 3,03 e 3,05	3,63; 3,53; 3,75 e 3,96
Pereira et al. (2011)	Farelo	0; 7; 14 e 21	18,88; 19,92; 20,56 e 19,29	3,28; 3,22; 3,19 e 3,17	3,79; 3,59; 3,53 e 3,23
Santos (2008)	Farelo	0; 20; 40 e 60	13,38; 14,00; 13,45 e 13,96	3,03; 3,03; 2,97 e 2,97	3,83; 3,72; 3,79 e 3,68

Adaptado de Santos et al. (2009); Pereira et al. (2011); Santos (2008).

A inclusão de derivados do girassol, tanto o farelo como a torta, deve ser feita na proporção entre 15 a 25% para se obter um aumento na PL. Não foram observadas diferenças para os teores de proteína e gordura. Há também um estudo mostrando o efeito da inclusão de derivados do girassol para animais mais jovens. Garcia et al. (2004) estudaram os efeitos dos níveis de 0, 15, 30 e 45% de farelo de girassol nos concentrados de bovinos da raça Holandesa em fase de crescimento e verificaram que os coeficientes de digestibilidade aparentes da MS, PB, EE, extrato não nitrogenado, FB, FDN e FDA não diferiram entre os diferentes níveis de inclusão do farelo de girassol. Os autores verificaram que a inclusão do farelo de girassol no concentrado de bovinos da raça Holandesa não afeta o aproveitamento da MS e dos nutrientes da dieta consumidos pelos animais, podendo assim, substituir com eficiência até 45% do farelo de soja. Ahmad et al. (2004) avaliaram o efeito da substituição de 0, 50 e 100% do caroço de algodão por farelo de girassol sobre o ganho de peso diário, eficiência alimentar e idade ao primeiro estro (maturidade sexual) em novilhas da raça Holandesa e verificaram que o desempenho foi semelhante entre os tratamentos, sugerindo que o farelo de girassol é tão eficiente quanto o caroço de algodão em dietas de novilhas em crescimento.

GLÚTEN DE MILHO

Dentre os vários destinos dados ao milho, o processamento industrial através de moinhos é o mais significativo em termos de volume. O glúten de milho é um ingrediente de alto valor proteico (60% PB), porém deficiente em alguns aminoácidos essenciais, tais como a lisina e o triptofano (Allan et al., 2000).

FARELO E FARINHA DE GLÚTEN

A diferença entre o farelo e a farinha é que o farelo contém 40% de PB enquanto que as farinhas contêm 60% de PB. No Brasil, encontra-se comercialmente a farinha, que recebe o nome comercial de Protenose, produzida pelas Refinações de Milho Brasil, e a Glutenose 60, produzida pela Cargill. Da quantidade de milho que entra para ser processado, 5,5% são transformados em farinha de glúten (Henrique e Bose, 1995). A farinha de glúten de milho

consiste, principalmente, de glúten de milho separado pelo processo da moagem úmida, na extração do amido. Possui proteína com alto teor de metionina. É um coproduto muito utilizado para bovinos podendo substituir totalmente as frações proteicas da dieta (Vieira, 1991). Para vacas de alta produção, a farinha de glúten tem como desvantagem a baixa qualidade da fração proteica (deficiente em lisina), necessitando de complementação com outras fontes. Tanto a farinha como o farelo de glúten são boas fontes de proteína não degradável no rúmen (Henrique e Bose, 1995). O farelo de glúten de milho é um coproduto do processamento industrial do milho obtido pela separação e secagem das fibras dos grãos durante o processo de moagem do cereal úmido. Tecnicamente, é o que sobra do grão de milho após a extração da maior parte do amido, glúten e gérmen, pelos processos de moagem e separação empregados na produção de amido purificado e xarope de milho, sendo 2/3 de conteúdo fibroso e 1/3 de licor concentrado de maceração (Blasi et al., 2001).

Tabela 18. Utilização do glúten de milho para vacas leiteiras.

Estudo	Níveis de inclusão do farelo de glúten de milho (%)	Produção de leite (kg/dia)	Proteína (%)	Gordura (%)
Souza (2007)	0; 33; 67 e 100	23,78; 22,90; 22,10 e 21,22	3,32; 3,28; 3,27 e 3,22	3,72; 3,69; 3,52 e 3,56
Alves et al. (2005)	0; 8 e 16	22,4; 23,69 e 23,88	3,22; 3,20 e 3,25	3,69; 3,76 e 3,65
Ribeiro Filho et al. (2009)	0 e 4 ¹	17,40 e 21,50	488 e 637 ²	570 e 699 ²

Adaptado de Alves et al. (2005); Souza (2007); Ribeiro Filho et al. (2009).

No trabalho de Souza (2007) apresentado na Tabela 18 os autores concluíram que não houve diferença para a PL e produção de leite corrigida para os níveis de 0 e 33%. Também não foram observadas diferenças nos teores de proteína, gordura e lactose do leite. Assim, até a percentagem de 33% de substituição da ração concentrada pelo farelo de glúten de milho, verificou-se, uma viabilidade econômica, justificando assim, sua utilização para redução dos

custos de alimentação em dietas à base de silagem de milho. Nesse estudo recomendou-se que em dietas à base de silagem de milho, o nível até 33% de substituição da mistura contendo milho, farelo de soja e trigo pelo farelo de glúten de milho pode ser utilizado para vacas de leite com produção de 20 a 25 kg/dia, de acordo com a disponibilidade e conveniência econômica (Souza, 2007). A Tabela 19 apresenta a composição nutricional do glúten de milho, farelo e farinha de glúten de milho.

Tabela 19. Composição nutricional do glúten de milho, farelo e farinha de glúten de milho.

Itens	Glúten de milho	Farelo de glúten de milho	Farinha de glúten de milho
M atéria seca (%)	90,66	88,87	90,06
Proteína bruta (%)	62,70	24,02	70,96
Extrato Etéreo (%)	2,95	3,01	2,58
Fibra bruta (%)	3,69	9,25	2,79
Cálcio (%)	0,04	0,04	0,06
Fósforo (%)	0,49	0,49	0,65
Lisina	1,09	0,49	-
Metionina	1,45	0,36	-

Adaptado de Valadares Filho et al. (2013) – CQBAL 2013.

RESÍDUO DE CERVEJARIA

A cevada (*Hordeum vulgare*) é uma cultura milenar sendo um dos principais cereais colhidos do mundo. Dentre os vários tipos de cevada explorados pelo homem, a cevada cervejeira é a única produzida comercialmente no Brasil. Atualmente, a cevada representa uma importante opção como cultura de inverno na região Sul e também no cerrado do Brasil central com cultivo irrigado.

Tabela 20. Nutrientes do resíduo de cervejaria.

Componentes	Resíduo de cervejaria
M atéria seca (%)	90,64
Proteína bruta (% M S)	96,32
Extrato etéreo (% M S)	22,62
Fibra bruta (% M S)	18,90
Lignina (% M S)	46,04
Ca	35,85
P	81,92

Adaptado de Valadares Filho et al. (2013) – CQBAL 3.0.

De acordo com a CETESB (Santos, 2005), para cada 100 litros de cerveja produzidos são gerados 14 kg de bagaço de malte e 2 a 4 kg de levedura de cerveja adicional. Os resíduos de cervejaria possuem um bom valor nutritivo e podem ser considerados uma boa fonte alternativa para a alimentação de ruminantes. Vacas leiteiras alimentadas com resíduo de cervejaria em níveis até 20% da MS da dieta apresentam aumento da PL e uma maior eficiência na mobilização de gordura corporal (Gonçalves et al., 2009).

Em dietas com substituição de 10% do farelo de soja por resíduo de cervejaria, Chiou et al. (1998) avaliaram as características de ambiente ruminal de vacas leiteiras e observaram que havia uma queda acentuada de pH ruminal 2 horas após a alimentação em animais que não recebiam resíduo de cervejaria na dieta se comparados aos que recebiam. Como conclusão, esses autores informaram que os maiores teores de fibra e a menor quantidade de carboidratos solúveis na dieta com resíduo de cervejaria, se comparados à dieta sem substituição ao farelo de soja, seriam responsáveis por esse efeito benéfico de manutenção no pH ruminal.

Os resíduos de cervejaria derivados do processamento da cevada são: resíduo de cervejaria úmido (RCU), resíduo de cervejaria seco (RCS), resíduo de cervejaria prensado (RCP) e levedura de cerveja (LC). A composição dos resíduos de cervejaria varia com o tipo de fabricação da cerveja e com os grãos de cevada utilizados no processo (Clark et al., 1987). Na Tabela 21 são apresentadas as composições químicas dos principais resíduos de cervejaria derivados do processamento da cevada usados na alimentação de vacas leiteiras.

Tabela 21. Composição química do resíduo de cervejaria úmido (RCU), resíduo de cervejaria seca (RCS) e levedura de cerveja (LC).

Itens	RCS	RCU	LC
Matéria seca (%)	93	21	93,1
Proteína bruta (% M S)	26	25,4-27,1	46,6
Nutrientes digestíveis totais (% M S)	66	13,86	79
Extrato etéreo (% M S)	6,5	1,37	1,1
Fibra bruta (% M S)	14,9	3,13	3,5
Ca (% M S)	0,33	0,07	0,15
P (% M S)	0,55	0,12	1,47

Fonte: NRC (1988).

O interesse pelo uso de RUC na alimentação de bovinos leiteiros se dá em virtude de ser uma fonte potencial de PNDR, principalmente o resíduo úmido, pois a secagem é um processo que demanda quantidade considerável de energia. O uso do resíduo úmido de cervejaria na alimentação animal apresenta limitações, como o alto teor de umidade, apresentando teores de MS geralmente baixos. O alto teor de umidade limita o transporte a grandes distâncias, além de diminuir o CMS pelos animais devido ao elevado teor de água do alimento.

O valor nutricional do resíduo úmido de cervejaria está diretamente relacionado ao tipo de fabricação da cerveja e ao processo utilizado pela fábrica, o estudo de Aronovich (1999) comparou a composição química do resíduo úmido de cervejaria, proveniente de diferentes indústrias (Tabela 22).

Tabela 22. Comparação entre a composição química do resíduo úmido de cervejaria, proveniente de diferentes indústrias.

Componente	Cervejaria			
	Brahma	Kaiser	S chincariol	S kol
M atéria seca (%)	15,6	9,2	12,3	14,7
Proteína bruta (% M S)	31,8	26,0	27,6	31,7
Fibra bruta (% M S)	15,8	18,9	14,1	14,9
Fibra insolúvel em detergente neutro (% M S)	43,8	54,0	44,5	47,8
N-FDN	56,0	33,0	48,6	41,6
Fibra insolúvel em detergente ácido (% M S)	21,3	26,5	20,9	25,9
Lignina	3,5	4,8	4,5	5,3
Nutrientes digestíveis totais (% M S)	74,0	69,4	70,6	68,9

Fonte: Aronovich (1999).

Para avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de resíduo de cervejaria fermentado nas rações de vacas leiteiras sobre produção e qualidade de leite, Geron (2006), relatou que os animais submetidos a níveis de inclusão de resíduo de cervejaria de até 15% apresentaram em média 13% de redução no teor de gordura de leite em relação aos animais sem resíduo. O autor conferiu essa redução do teor de gordura ao alto teor de ácido linoleico do resíduo de cervejaria. Segundo Corl et al. (2001), o ácido linoleico possui alguns isômeros posicionais e geométricos denominados de ácido linoleico conjugado (CLA), os quais podem ser formados no rúmen pela bio-hidrogenação incompleta dos ácidos graxos poli-insaturados e junto com dietas com baixa concentração de fibra provocam a depressão da gordura do leite inibindo a síntese de gordura na glândula mamária.

CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE CONCENTRADOS PROTEICOS

Os concentrados proteicos são alimentos importantes para serem usados na dieta para vacas de leite, alguns deles são oriundos da agroindústria de coprodutos na alimentação de bovinos leiteiros e é economicamente justificável devido ao preço competitivo desses alimentos em relação a alimentos concentrados, convencionalmente usados na formulação de rações (Geron, 2006). Muitas indústrias consideram os coprodutos como rejeitos industriais e, dessa forma, não têm controle sobre a qualidade desses alimentos. O não estabelecimento de parâmetros mínimos de qualidade limita o uso de alguns coprodutos devido à grande variabilidade da composição química, além da dificuldade para armazenamento e conservação (Cabral Filho, 1999). Para escolha do concentrado proteico a ser utilizado é importante que o produtor se atente sobre a disponibilidade do mesmo na região, limitações de uso e siga as orientações técnicas para ter sucesso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMAD, I.; JAVED, K.; MIRZA, R.H. et al. Effect of feeding sunflower meal as a substitute of cotton seed cakes on growth and age at maturity in holstein friesian heifers. Pak. Vet. J., v. 24, p.95-97, 2004.

ALLAN, G.L.; PARKISON, S.; BOOTH, M.A.; STONE, D.A.J.; ROWLAND, S.J.; FRANCES, J.; WARNERSMITH, R. 2000 Replacement of fishmeal in diets for Australian silver perch, *Bidyanus bidyanus*: I. Digestibility of alternative ingredients. Aquaculture, Amsterdam, 186: 293-310.

ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. Journal of Dairy Science, v.80, p.1447-1462, 1997.

ALVES, A. C. N.; MATTOS, W.; SANTOS, F. A. P.; PEDROSO, A. M.; BALESTRINI, D. C. "Composição e Produção de Leite de Vacas Holandesas Alimentadas com Farelo de Glúten de Milho Desidratado em Substituição Parcial à Silagem de Milho". In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Goiânia/GO, 2005. CD/ROM

ALVES, A. F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ZERVOUDAKIS, L.K.; CABRAL, L.S.; LEONEL, F.P; PAULA, N.F. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão de alta energia em dietas para vacas leiteiras em produção: consumo, digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio e produção leiteira. R. Bras. Zootec. 2010, vol.39, n.3, pp. 532-540.

ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattlefeeding: a review. Anim. Feed. Sci. Technol., v.72, p.97-110, 1998.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE RAÇÕES. Matérias-primas para a alimentação animal. 4.ed. São Paulo, SP: ANFAR, 1985. 65p.

AQUINO, A.A. Efeitos de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre produção, composição e qualidade do leite. 2005. 90 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

ARONOVICH, M. Composição bromatológica e degradabilidade de silagens de resíduo úmido de cervejaria. 1999. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BARLETTA, R. V.; RENNÓ, F.P.; GANDRA, J.R.; FREITAS JÚNIOR, J.E.; VERDURICO, L.C.; MINGOTI, R.D.; VILELA, F.G. Desempenho e parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras alimentadas com grão de soja. Arch. zootec. [online]. 2012, vol.61, n.236, pp. 483-492. ISSN 0004-0592. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000400001>.

BARRETO, A.N.; VALE, D.G.; FERREIRA, D.S. et al. O cultivo do amendoim. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amendoim/CultivodoAmendoim/>. Acessado em 06 abr. 2009.

BEQUETTE, B.J.; BACKWELL, F.R.C.; CROMPTON, L.A. Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant. Journal of Dairy Science, v.81, n.9, p.2540-2559, 1998.

BLASI, D.A.; BROUK, M.J.; DROUILLARD, J.S.; MONTGOMERY, S.P. Corn gluten feed, composition and feeding value for beef and dairy cattle. Kansas State University Agricultural Experimental Station and Cooperative Extension, 2001. 14p.

BOUCHER, S.E.; ORDWAY, R.S.; WHITEHOUSE, N.L.; LUNDY, F.P.; KONONOFF, P.J.; SCHWAB, C.G. Effect of incremental urea supplementation of a conventional corn silage-based diet on ruminal ammonia concentration and synthesis of microbial protein. Journal of Dairy Science, Champaign, v.90, n.12, p.5819-5633, Aug, 2007.

BRITO, A.F.; BRODERICK, G.A. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. Journal of Dairy Science, Champaign, v.90, n.4, p. 1816-1827, Dec. 2007.

CABRITA, A.R.J.; FONSECA, A.J.M.; DEWHURST, R.J.; SAMPAIO, C.V.P.; MIRANDA, M.F.S.; SOUZA, G.N.S.; MIRANDA, M.F.; GOMES, E. Nitrogen supplementation of corn silages. 1. Effects on feed intake and milk production of dairy cows. Journal of Dairy Science, v. 86, n. 12, p. 4008-4019, 2003.

CAMPESTRINI, E. Efeito da alimentação com farinha de peixe e ácido graxo n-3 na produção e respostas metabólicas no início da lactação em vacas leiteiras. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.2, n°4, p.221-234. 2005.

CARMO, C.A. Substituição do farelo de soja por ureia ou amireia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação. Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, para obtenção do título de mestre em agronomia, na área de ciência animal e pastagens. Piracicaba. Dezembro de 2001.

CARVALHO, M. A. Girassol: proposta de preço mínimo safra 2006/2007. Disponível:<www.conab.gov.br/conabweb/download/precos_minimos/proposta_de_precos_minimos_safra_2006_07_girassol.pdf> Acesso em: 01 de julho de 2013.

CHILLIARD, Y. Dietary fat and adipose tissue metabolism in ruminants, pigs, and rodents: A review. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.3897-3931, 1993.

CHIOU, P.W.S.; CHEN, C.R.; CHEN, K.J. et al. Wet brewers' grains or bean curd pomace as partial replacement of soybean meal for lactating cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.74, p.123-134, 1998.

COOKE, K.M., J.K. BERNARD, C.D. WILDMAN, J.W. WEST AND A.H. PARKS, 2007. Performance and ruminal fermentation of dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. *J. Dairy Sci.*, 90: 2329-2334.

COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Milk yield, and composition supplemental fat in high energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion. *Journal Animal Science*, v. 69, p. 3826-3837, 1991.

CORL, B.A.; BAUMGARD, L.H.; DWYER, D.A. et al. The role of delta-9-desaturase in the production of cis-6, trans-11. *J. Nutr. Biochem.*, v.12, p.622-630, 2001.

DERESZ, F.; FERNANDES, A.M.; MATOS, L.L.; TEIXEIRA, J.C. Utilização da soja grão crua na alimentação de vacas leiteiras de alta produção. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.25, n.1, p. 113-123, 1996.

DHIMAN, T.R.; SATTER, L.D. Yield response of dairy cows fed different proportions of alfalfa silage and corn silage. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 2069-2087, 1997.

DUARTE, Luciana Marta D'Almeida; STUMPF JUNIOR, Waldyr; FISCHER, Vívian and SALLA, Luciane Elisete. Efeito de diferentes fontes de gordura na dieta de vacas Jersey sobre o consumo, a produção e a composição do leite. *R. Bras. Zootec.* [online]. 2005, vol.34, n.6, pp. 2020-2028. ISSN 1806-9290. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000600027>.

FELDMAN, B. F.; ZINKL, J. G.; JAIN, N. C. *Schalm's Veterinary Hematology*. 5th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams and Wilkins, 2000.

FALDET, M.A.; SATTER, L.D. Feeding heat-treated full fat soybeans to cows to early lactation. *Journal of Dairy Science*, v. 74, p. 3047-3054, 1991.

FATHI-NASRI, M.H.; FRANCE, J.; DANESH-MESGARAN, M. et al. Effect of heat processing on ruminal degradability and intestinal disappearance of nitrogen and amino acids in Iranian whole soybean. *Livest. Sci.*, v.113, p.43-51, 2008.

FELLNER, V.; BELYA, R.L. Maximizing gluten feed in corn silage diets for dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 74 (3):996-1005, 1991.

FLIS, S.A.; WATTIAUX, M.A. Effects of parity and supply of rumen-degraded and undegraded protein on production and nitrogen balance in Holsteins. *Journal of Dairy Science*, v. 88, n.6, p.2096-2106, 2005.

GARCIA, J.A.S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R. et al. Digestibilidade aparente do farelo de girassol na alimentação de bovinos leiteiros em fase de crescimento. *Ciência Animal Brasileira*, v.5, p.123-129, 2004.

GERON, L.J.V. Caracterização química, digestibilidade, fermentação ruminal e produção de leite em vacas alimentadas com resíduo de cervejaria nas rações. 2006. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.

GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C.; LANA, R.P. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplemento para novilhos. In: www.editora.ufla.br/revista/28_1/art22.htm

GONÇALVES, L.C.; BORGES, I.; FERREIRA, P.D.S. Alimentos para gado de leite – Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009.568 p.

HENRIQUE, W.; BOSE, M.L.V. Milho e Sorgo. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos. Utilização de resíduos culturais e de beneficiamento na alimentação de bovinos, p. 229-258, Piracicaba, 1995.

HERNANDEZ F, Alipio A.; CESPEDES C., Ghislaine y ROMERO, Sandra. Encefalopatía espongiiforme bovina o "enfermedad de las vacas locas". Gac Méd Caracas [online]. 2002, vol.110, n.2, pp. 151-165. ISSN 0367-4762.

HOLLINGER, K., EKPERIGIN, H.E. Mycotoxicosis in food producing animals. Vet. Clin. N. Am. Food Anim. Pract., v.15, p.133-165, 1999.

IMAIZUMI, H. Suplementação proteica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento de milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento. 2005. 182p. Tese (Doutorado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005, 182p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Demográfico. Brasil: 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>.

KALSCHUR, K.F.; BALDWIN, R.L.; GLENN, B.P.; KOHN, R.A. Milk production of dairy cows fed differing concentrations of rumen-degraded protein. Journal of Dairy Science. Champaign, v.89, n.1, p.249-259, Jan. 2006.

KHORASANI, G. R., ROBINSON, P. H., KENNELLY, J. J. Effect of chemical treatment on in vitro and in situ degradation of canola meal crude protein. J Dairy Sci., v. 72, p. 2074-2080, 1989.

KLEEMANN, G.K. Farelo de algodão como substituto ao farelo de soja, em rações para a tilápia do nilo. 2005. 100f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - Campus De Botucatu - Botucatu – São Paulo - Abril – 2006.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; PAULINO, M.F.; VALADARES, R.F.D. Performance, digestibility and carcass characteristics of feedlot dairy steers fed diets with different urea levels. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.58, n.5, p.860-867, 2006.

MAPA Sistema de Consulta a Legislação. Ministério da Agricultura, Pecuária e Agronegócio. – ago 2011 (<http://www.agricultura.gov.br>)

McDONALD, P.M.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D.; MORGAN, C.A. Animal nutrition. Harlow, UK; Pearson, 2002. 693p.

MELLO, A.O. A. Alternativas de alimentação para engorda intensiva. Cad. Téc. Vet. Zootc., n.29, p.13-22, Belo Horizonte, 1999.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; LIRA, M.A.; LIMA, L.E.; PESSOA, R.A.S.; BISPO, S.V.; CABRAL, A.M.D.; AZEVEDO, M. - Pesq. agropec. bras., Brasília, v.41, n.7, p.1165-1171, jul. 2006.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Procedimentos para o diagnóstico das doenças do sistema nervoso central de bovinos – Cartilha publicada em 2003.

MOREIRA, J.F.C. et al. Concentrados protéicos para bovinos: 1. Digestibilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. [online]. 2003, vol.55, n.3 [cited 2013-06-06], pp. 315-323.

MOSHTAGUINIA, S. A. M., INGALLS, J. R. Effect of heating on canola meal protein degradation in the rumen and digestion in the lower gastrointestinal tract of steers. Can. J. Anim. Sci., v.72, p.83-88, 1992.

MOURTHE, M.H.F. et al. Desempenho, composição do leite e metabólitos sanguíneos de vacas Holandês x Gir manejadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e suplementadas com grão de soja tostado. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. [online]. 2012, vol.64, n.5, pp. 1223-1231. ISSN 0102-0935. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-09352012000500021>.

NARVAÉZ-SOLARTE, W.V.; PEZZATO, A.C.; PEZZATO, L.E.; BARROS, M.M.; POLYCARPO, G.V. Desempenho da tilápia-do-Nilo arraçoada com dietas contendo farinha de sangue bovino atomizado ou convencional. Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá, v. 33, n. 3, p. 295-300, 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. rev. Washington, DC: National Academy Press, 2001. 381p.

NETTO, A.S.; BARCELOS, B.; CONTI, R.M.C.; FERNANDES, R.H.R.; GREGHI, G.F.; LIMA, Y.V.R. Substituição parcial de farelo de soja por ureia na alimentação de vacas Girolanda em lactação. *Journal Health Science Inst.* 2011;29(2):139-42.

NUNES, I.J. Alimentos usados em nutrição animal. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG*, n.5, p.27-46, 1991.

OLIVEIRA, M.M.N.F.; TORRES, C.A.A.A.; VALADARES, S.D.; SANTOS, A.D.F.; PROPERI, C.P. Urea for postpartum dairy cows: Productive and reproductive performance. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p. 2266-2273, 2004.

OLIVEIRA, A.A.G.; PEREIRA, J.; ALVARENGA, T.M.P. Análises bromatológicas e mineralógicas das tortas de amendoim, girassol e mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEO, GORDURAS E BIODIESEL. 2., 2005, Varginha, MG. Disponível em: http://oleo.ufla.br/anais_01/index.html. Acessado em: 01 de julho de 2013.

PALMQUIST, D.L. Use of fats in diets for lactating dairy cows. In: *FATS in animal nutrition*. Boston: MS: Butterworth, 1984. p.357-360.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v. 74, p. 1354-1360, 1991.

PAZIANI, S.F.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P. Digestibilidade e degradabilidade de rações à base de milho desintegrado com palha e sabugo em diferentes graus de moagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1630-1638, 2001.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BOMFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. 2011. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

PINA, D.S. Fontes de proteína para vacas em lactação. 2005. 72f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

RISCO, C.A.; CHENOWETH, D.J; LARSEN, R.E. et al. The effects of gossipol in cottonseed meal on performance and on hematological and semen traits in postpubertal Brahman bulls. *Theriogenology*, v.40, p.629-642, 1993.

RODRIGUEZ, N.M.; GUIMARÃES Jr, R. Utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de vacas de leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 3, 2005, Belo Horizonte, MG. Anais... Belo Horizonte, EV/UFMG, 2005. p.65-91.

SANTOD, F.L.; LANA, R.P.; SILVA, M.T.C.; LANA,R.P.; BRANDÃO,S.C.C.; VARGAS L.H.; ABREU,L.R. Produção e composição do leite de vacas submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, p. 1376-1380, 2001.

SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O.; IMAIZUMI, H.; et al. Suplementação de fontes de proteína e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Piracicaba, 2001. Anais. Piracicaba: FEALQ, 2001. 1544P.

SANTOS, J.E.P.; THATCHER, W.W.; CHEBEL, R.C. et al. The effect of embryonic death rates in cattle on the efficacy of estrus synchronization programs. *Anim. Reprod. Sci.*, v.82/83, p.513-535, 2004.

SANTOS, M.S. Cervejas e refrigerantes. São Paulo: CETESB, 2005. 58p.

SANTOS, A.X.; OLIVEIRA, A.A.; MASSARO Jr, F.L.; LANÇANOVA, A.C.; SILVA, L.D.F.S.; PECORARO, C.; LEME, M.C.J. Torta de girassol na dieta de vacas em lactação. In: 46ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Maringá, PR – 2009.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, G.A.; OLIVERIA, A.S. Ureia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p:1639-1649. 2001.

SOTO-BLANCO B. 2008. Gossipol e fatores anti-nutricionais da soja, p.531-545. In: Spinosa H.S., Górnaiak S.L. & Palermo Neto J. (ed.) *Toxicologia Aplicada à Veterinária*. Manole, São Paulo.

SOUZA, Shirley Motta, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2007. Farelo de gluten de milho na alimentação de vacas em lactação. Orientador: José Maurício de Souza Campos. Co-orientadores: Edenio Detmann e Sebastião de Campos Valadares Filho.

STERN, M.D.; ZIEMER, C.J. Consider value, cost when selecting nonforage fiber. *Feedstuffs*, v.62, n.2, p.14-21, 1993.

TEIXEIRA, J. C. Nutrição de ruminantes. Lavras, MG: Edições FAEPE, 1992. 239 p.

TEIXEIRA, A.S. Alimentos e alimentação dos animais. Lavras, UFLA - FAEPE, 402 p., 1998.

TEIXEIRA, J.C.; SILVA, E.A.; BRAGA, R.A.N. et al. Cinética da digestão ruminal do caroço de algodão e do grão de milho em diferentes formas físicas em vacas Holandesas. *Ciênc. Agrotecnol.*, v.26, p.842-845, 2002.

VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; MAGALHÃES, K.A.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, M.F. Alternativas para otimização da utilização de ureia para bovinos de corte. In: IV Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2004, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG. p.313-338. 2004.

VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. Anais... Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.267-339.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA Jr.; V.R. et al. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 2.ed. Viçosa: DZO/UFV, 2006. 329p.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L. et al. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 07 de junho de 2013.

VARGA, G.A.; ISHLER, V.A. Managing Nutrition for Optimal Milk Components. In: WESTERN DAIRY MANAGEMENT CONFERENCE, 2007, Reno, NV. Proceedings... Reno, NV: WDMC, 2007. p.17-28.

VIEITES, F.M; ALBINO, L.F.T; SOARES, P.R. et al. Valores de aminoácidos digestíveis verdadeiros de farinha de carne e ossos para aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999. Porto Alegre. Anais...Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia. Capturado de CD ROOM.

WADHWA, M.; MAKKAR, G. S.; ICHPONANI, J. S. Disappearance of protein supplements and their fractions in sacco. *Animal Feed Science and Technology*, v. 40, n. 4, p. 285-293, 1993.

WILLARD, S.T.; NEUENDORFF, D.A.; LEWIS, A.W.; RANDEL, R.D. 1995. Effects of free gossypol in the diet of pregnant and postpartum Brahman cows on calf development and cow performance. *J. Anim. Sci.* 73:496-507.

ZERVOUDAKIS, J.T.; LEONEL, F.P.; CABRAL L.S.; HATAMOTO-ZERVOUDAKIS, L.K.; ALVES, A.F.; COSENTINO, P.N.; PAULA, N.F.; CARVALHO, D.M.G. Substituição do farelo de soja por farelo de algodão alta energia em dietas para vacas leiteiras: composição do leite e custo de produção. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.11, n.1, p.150-159. 2010.

ZHANG, W.J.; XU, Z.R.; PAN, X.L.; YAN, X.H.; ZHANG, Y.B.W.J.; WANG Y.B. 2007. Advances in gossypol toxicity and processing effects of whole cottonseed in dairy cows feeding. *Livest. Sci.* 111:1-9.