DIEGO CANÔNICO LOPES

# USO DE UREIA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2016

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

T

L864u
2016

Lopes, Diego Canônico, 1986-
Uso de ureia na alimentação de vacas leiteiras / Diego Canônico Lopes. – Viçosa, MG, 2016.
vi, 33f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Cristina Mattos Veloso.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f.30-33.

1. Bovino de leite - Nutrição. 2. Compostos nitrogenados. 3. Ureia como ração. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia. Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22 ed. 632.0855

DIEGO CANÔNICO LOPES

**USO DE UREIA NA ALIMENTAÇÃO DE VACAS LEITEIRAS**

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

APROVADA: 29 de julho de 2016.

Polyana P. R. Costa e Silva

Luiz Fernando Costa e Silva

Cristina Mattos Veloso
(Orientadora)

**SUMÁRIO**

LISTA DE TABELAS ..... iii
LISTA DE FIGURAS ..... iv
RESUMO ..... v
ABSTRACT ..... vi
1 – Introdução ..... 1
2 – Revisão bibliográfica ..... 4
2.1 – Nutrição de ruminantes ..... 4
2.2 – Caracterização de volumosos comumente utilizados na alimentação de ruminantes ..... 7
2.2.1 – Silagem de milho ..... 7
2.2.2 – Capim-elefante ..... 9
2.2.3 – Cana-de-açúcar ..... 10
2.2.4 – Capim braquiária ..... 11
3 – Proteínas ..... 13
4 – Ureia ..... 16
4.1 – Utilização de Ureia ..... 18
4.2 – Sistemas de alimentação com a utilização de ureia ..... 19
4.2.1 – Cana-de-açúcar +Ureia ..... 19
4.2.2 – Capim Elefante + Ureia ..... 20
4.2.3 – Silagem + Ureia ..... 21
5 – Vias de excreção da ureia ..... 22
6 – Ureia protegida ..... 23
7 – Conclusão ..... 29
Referências ..... 30

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perfil de aminoácidos essenciais em fontes alimentares para ruminantes ..... 2
Tabela 2 - Composição química da silagem de milho ..... 9
Tabela 3 - Composição química do capim-elefante ..... 10
Tabela 4 - Composição química da cana-de-açúcar ..... 11
Tabela 5 - composição química da braquiária ..... 12
Tabela 6 - Tipos de carboidratos utilizados na alimentação de ruminantes e sua ação na utilização de ureia ..... 19
Tabela 7 - Quantidade de ureia necessária para capim picado + cana-de-açúcar ..... 21
Tabela 8 - Nível de ureia a ser adicionada à silagem ..... 22

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fatores que influenciam a quantidade de alimento a ser ingerida. .... 5
Figura 2 - Fatores que afetam a ingestão de matéria seca em vacas em lactação. ..... 6
Figura 3 - Metabolismo proteico de bovinos leiteiros. ..... 15
Figura 4 - Ciclo da ureia ..... 17

# RESUMO

LOPES, Diego Canônico, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016. **Uso de ureia na alimentação de vacas leiteiras**. Orientadora: Cristina Mattos Veloso.

Proteína e carboidrato são os principais componentes da alimentação de ruminantes. Cerca de 70 a 80 % da composição da ração é constituída de carboidratos. Estes são essenciais para o suprimento da demanda energética, síntese proteica microbiana, composição do leite e manutenção da saúde do animal. A saúde dos ruminantes está, ainda, relacionada com a concentração de fibra na dieta, por ser uma fração do carboidrato que, por sua forma de digestão (lenta ou indigestível), interfere no consumo de matéria seca e de energia, em função de sua qualidade e quantidade. Sabe-se que o Brasil tem, na sua economia, uma grande fração oriunda do sistema agrário, porém, principalmente na produção leiteira, grande parte é obtida em sistemas de produção com baixa adoção de tecnologia, animais pouco produtivos e com baixo investimento por parte dos produtores no que diz respeito à assistência técnica e busca de novos conhecimentos para a melhoria da produção. A produção de leite utilizando áreas de pastagem corresponde a uma grande fração da atividade leiteira, porém, estas pastagens, em sua maioria, não são adubadas, irrigadas e tampouco manejadas adequadamente. Necessita-se, portanto, de um aporte de concentrado à base, entre outros, de proteínas e carboidratos para suprir as necessidades dos animais e de produção. Este trabalho tem como objetivo, suscitar a importância do correto manejo nutricional para o gado de leite, estabelecendo a correlação entre a concentração de carboidratos, proteínas e fibras da dieta bem como a utilização e metabolização dos mesmos, para que possamos cada vez mais otimizar os ganhos e minimizar as perdas de nutrientes que podem muitas vezes ser onerosos para o produtor. Espera-se ainda, poder aplicar os conhecimentos nas propriedades rurais, para se obter melhor eficiência de produção.

## ABSTRACT

LOPES, Diego Canônico, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2016. **The urea management from dairy cows food**. Orientadora: Cristina Mattos Veloso.

Protein and carbohydrates are the main components of ruminant feed. About 70 to 80 % of the feed composition is comprised of carbohydrates. These are essential for the supply of energy demand, microbial protein synthesis, milk composition and animal health maintenance. The health of ruminants is also related to dietary fiber concentration, being a fraction of the carbohydrate, in the form of digestion (slow or indigestible), interferes with the intake of dry matter and energy, due to its quality and quantity. It is known that Brazil has, in its economy, a large fraction derived from the agrarian system, however, especially in milk production is largely achieved in production systems with low technology adoption, unproductive animals and low investment by producers with regard to technical assistance and the search for new knowledge to improve production. Milk production using rangelands represents a large fraction of dairy farming, however, these pastures, mostly, are not fertilized, irrigated nor handled properly. What is needed is therefore a base concentrate supply, among others, proteins and carbohydrates to meet the needs of animals and production. This work aims, raise the importance of correct nutrition management for dairy cattle, establishing the correlation between the concentration of carbohydrates, protein and dietary fiber as well as the use and metabolize them, so that we can increasingly optimize gains and minimize losses of nutrients that can often be costly for the producer. It is expected to also be able to apply the knowledge in rural properties, to obtain better production efficiency.

## 1 – Introdução

Sabe-se que o Brasil tem, na sua economia, uma grande fração oriunda do sistema agrário, porém, principalmente na produção leiteira, grande parte é obtida em sistemas de produção com baixa adoção de tecnologia, animais pouco produtivos e com baixo investimento por parte dos produtores no que diz respeito à assistência técnica e busca de novos conhecimentos para a melhoria da produção.

A produção de leite utilizando áreas de pastagem corresponde a uma grande fração da atividade leiteira, porém, estas pastagens, em sua maioria, não são adubadas, irrigadas e tampouco manejadas adequadamente. Necessita-se portanto, de um aporte de concentrado à base, entre outros, de proteínas e carboidratos para suprir as necessidades dos animais e de produção.

Há duas frações de proteína contidas nos alimentos dos ruminantes, a fração degradável no rúmen (PDR) e uma fração não degradável no rúmen (PNDR). Na Tabela 1 consta o perfil de aminoácidos essenciais encontrados em fontes alimentares comumente consumidas por ruminantes (BERCHIELLI; PIRES, OLIVEIRA, 2011). Os microrganismos contidos no rúmen têm a capacidade de transformar o nitrogênio proveniente da proteína verdadeira e o de compostos nitrogenados não proteicos em proteína de alto valor biológico. Os compostos nitrogenados não proteicos podem ser: ureia, sulfato de amônio e biureto (PEREIRA; GUIMARÃES JÚNIOR; TOMICH, 2014).

Outro componente da alimentação dos ruminantes é o carboidrato. Cerca de 70 a 80 % da composição da ração é constituída de carboidratos. Estes são essenciais para o suprimento da demanda energética, síntese proteica microbiana, composição do leite e manutenção da saúde do animal. A saúde dos ruminantes está, ainda, relacionada com a concentração de fibra na dieta, por ser uma fração do carboidrato que, por sua forma de digestão (lenta ou indigestível), interfere no consumo de matéria seca e de energia, em função de sua qualidade e quantidade (BERCHIELLI; PIRES, OLIVEIRA, 2011).

Os carboidratos podem ser fracionados, de acordo com sua digestibilidade, em componentes A (açúcares solúveis com rápida degradação

ruminal), B1 (amido e pectina), B2 (que corresponde à fibra potencialmente degradável, com taxa de degradação mais lenta) e C, cuja característica é a indigestibilidade. Este fracionamento foi proposto como base para o sistema *Cornell Net Carbohydrate and Protein System* (CNCPS), o qual procura estimar taxas de degradação ruminal de subfrações distintas dos alimentos, aumentar a sincronização de proteínas e carboidratos no rúmen e a produção microbiana, e ainda, minimizar as perdas nitrogenadas (PEREIRA *et al*., 2005).

Tabela 1 - Perfil de aminoácidos essenciais em fontes alimentares para ruminantes

| **Item** | **ARG** | **HIS** | **ILE** | **LEU** | **LIS** | **MET** | **PHE** | **THR** | **TRP** | **VAL** | **AAE % da PB** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Grãos** | | | | | | | | | | | |
| **Cevada** | 13,4 | 6,1 | 9,2 | 18,5 | 9,6 | 4,5 | 13,5 | 9,1 | 3,1 | 13,0 | 37,7 |
| **Milho quebrado** | 11,5 | 7,8 | 8,2 | 27,9 | 7,1 | 5,3 | 11,5 | 8,8 | 1,8 | 10,0 | 40,1 |
| **Farelo de glúten de milho – 21** | 10,9 | 8,3 | 8,8 | 25,4 | 7,7 | 4,5 | 10,4 | 9,8 | 1,6 | 12,6 | 35,4 |
| **Aveia** | 16,6 | 5,9 | 9,1 | 17,7 | 10,1 | 4,2 | 12,5 | 8,4 | 2,9 | 12,6 | 41,2 |
| **Sorgo** | 9,4 | 5,7 | 9,3 | 31,9 | 5,4 | 4,2 | 12,3 | 7,8 | 2,5 | 11,6 | 42,8 |
| **Trigo** | 13,6 | 7,1 | 9,6 | 19,3 | 8,1 | 4,6 | 13,3 | 8,4 | 3,5 | 12,3 | 34,4 |
| **Proteínas de Origem Vegetal** | | | | | | | | | | | |
| **Resíduo seco de cervejaria** | 14,7 | 5,1 | 9,8 | 20,0 | 10,4 | 4,3 | 11,7 | 9,1 | 2,5 | 12,1 | 39,2 |
| **Farelo de canola** | 16,5 | 6,6 | 9,0 | 15,9 | 13,2 | 4,4 | 9,5 | 10,4 | 3,4 | 11,1 | 42,6 |
| **Resíduo de destilaria de milho** | 10,7 | 6,6 | 9,8 | 25,4 | 5,9 | 4,8 | 12,9 | 9,1 | 2,3 | 12,4 | 37,8 |
| **Farelo de glúten de milho – 60** | 7,1 | 4,7 | 9,1 | 37,2 | 3,7 | 5,2 | 14,1 | 7,5 | 1,1 | 10,3 | 45,2 |
| **Farelo de algodão** | 26,0 | 6,6 | 7,3 | 13,8 | 9,7 | 3,7 | 12,5 | 7,6 | 2,8 | 10,0 | 42,6 |
| **Farelo de linho** | 20,9 | 4,8 | 11,0 | 14,5 | 8,7 | 4,2 | 11,1 | 8,9 | 3,7 | 12,3 | 42,2 |
| **Farelo de amendoim** | 27,6 | 6,0 | 8,1 | 15,9 | 8,3 | 2,9 | 12,1 | 6,7 | 2,4 | 9,8 | 40,1 |
| **Farelo de** | 22,4 | 6,5 | 7,3 | 16,7 | 8,1 | 3,7 | 11,7 | 7,1 | 3,6 | 12,9 | 39,0 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **cártamo** | | | | | | | | | | | |
| **Farelo de soja** | 16,2 | 6,1 | 10,1 | 17,2 | 13,9 | 3,2 | 11,6 | 8,7 | 2,8 | 10,9 | 45,3 |
| **Farelo de girassol** | 20,8 | 6,2 | 9,9 | 15,2 | 8,0 | 5,6 | 11,0 | 8,7 | 2,9 | 11,7 | 42,2 |

Fonte: Adaptado de BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA (2011).

Os carboidratos solúveis oferecem a energia aos animais. Estes carboidratos são considerados um grupo de substâncias que possuem características semelhantes, porém, diferentes padrões de fermentação ruminal e podem ser produzidos por diferentes ingredientes. Como exemplo deste grupo de carboidratos podem ser citados os ácidos orgânicos, açúcares (mono e oligossacarídeos), frutanos e amido, bem como os carboidratos encontrados na parede celular das plantas, mas que possuem solubilidade em detergente neutro, como pectina, galactanos e β-glucanos.

Há várias formas de agrupamento dos carboidratos solúveis: em função da digestão pelos microrganismos do rúmen ou pela digestão pelo animal; pelo seu suporte ao crescimento microbiano; por sua capacidade de fermentação a ácido lático no rúmen e pela diminuição de sua fermentação em baixo pH ruminal. Estes vários agrupamentos nos mostram a grande heterogeneidade dos carboidratos solúveis (Faturi *et al*., 2006).

Este trabalho tem como objetivo, suscitar a importância do correto manejo nutricional para o gado de leite, estabelecendo a correlação entre a concentração de carboidratos, proteínas e fibras da dieta bem como a utilização e metabolização dos mesmos, para que possamos cada vez mais, otimizar os ganhos e minimizar as perdas de nutrientes que podem muitas vezes ser onerosos para o produtor.

## 2 – Revisão bibliográfica

### 2.1 – Nutrição de ruminantes

A utilização de plantas fibrosas na alimentação de ruminantes é possível porque estes animais possuem estruturas anatômicas específicas para a realização do processo de fermentação. As enzimas necessárias para o processo de digestão não são produzidas pelos ruminantes, porém, os pré-estômagos permitem o desenvolvimento de bactérias, protozoários e fungos que realizam esta função.

Os pré-estômagos (retículo, rúmen e omaso), de acordo com o tipo de alimentação do ruminante, apresentam como função a retenção de alimentos nestes compartimentos para serem degradados por ação dos microrganismos.

A porção dorsal do retículo dá origem ao material regurgitado para a remastigação. A ruminação terá início entre meia hora e uma hora e meia após a ingestão do alimento e será influenciada pela qualidade do alimento em relação ao seu teor de fibras, tamanho das partículas, dentre outros, e ainda sofre influência do número de refeições realizadas e da quantidade que será consumida. Por dia, podem ocorrer de 4 a 24 períodos de ruminação, com uma duração de 10 a 60 minutos cada. Cerca de 360 a 790 bolos alimentares de 80 a 120 g podem ser ruminados por dia. O tempo de ruminação pode ser diminuído com a ingestão de alimentos concentrados, enquanto forragens com alto teor de parede celular aumentam o tempo de ruminação (QUEIROZ et al, 2011).

Para que um sistema de alimentação para vacas em lactação possa ser implementado, deve-se considerar o estágio fisiológico, o nível de produção, a condição corporal, o consumo de matéria seca, o tipo de alimento a ser utilizado e ainda o valor nutricional do mesmo. Sabe-se que a produção e composição do leite, o consumo de alimentos e variações no peso corporal do animal são fatores que sofrem alterações de acordo com o estágio da lactação.

A alimentação, realizada de forma adequada é imprescindível, tanto econômica quanto nutricionalmente. Os bovinos utilizam os nutrientes para mantença, crescimento, reprodução e produção. Avaliando-se os custos com a

produção de leite, a alimentação chega a representar 40 a 60 % do total (CARVALHO *et al.*, 2003).

A quantidade de alimento a ser ingerida está sujeita aos seguintes fatores limitantes: o alimento propriamente dito, o animal, o manejo e o ambiente, (Figura 1).

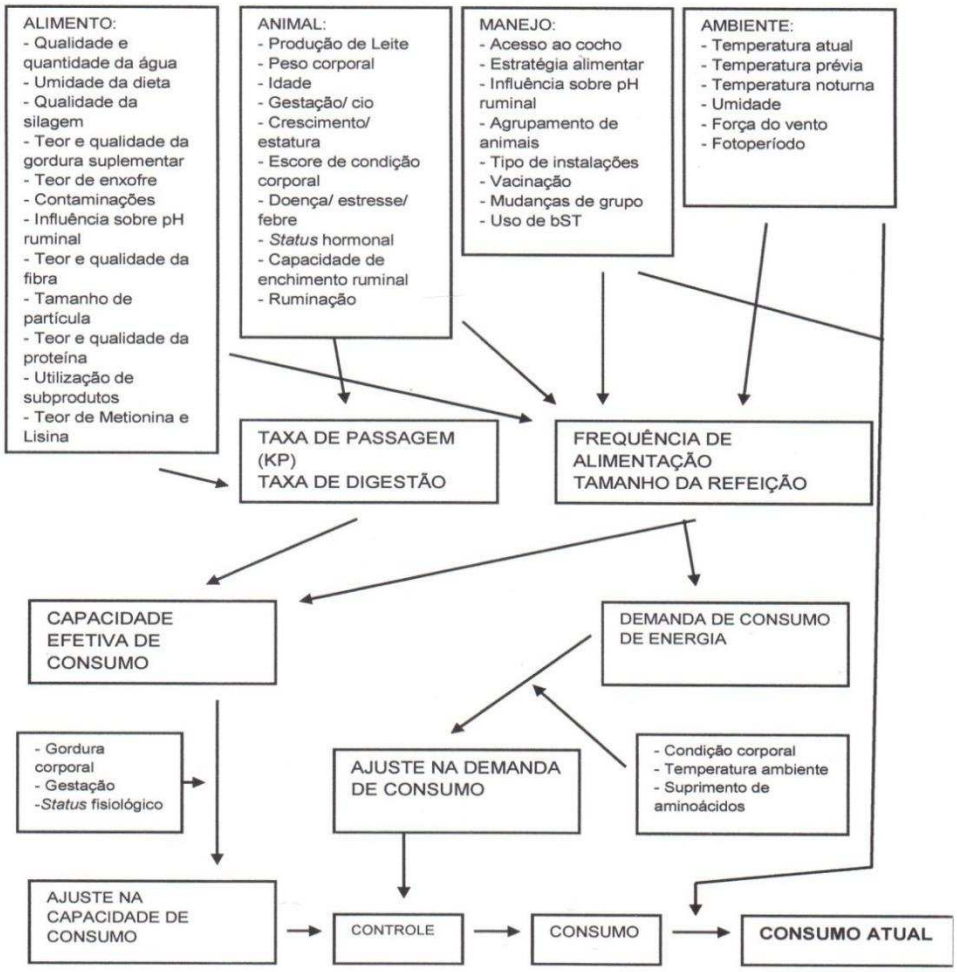


Figura 1 - Fatores que influenciam a quantidade de alimento a ser ingerida.

Fonte: GONÇALVES; BORGES; FERREIRA, 2009.

A relevância dos principais fatores que afetam a ingestão de matéria seca (IMS) (Figura 2).

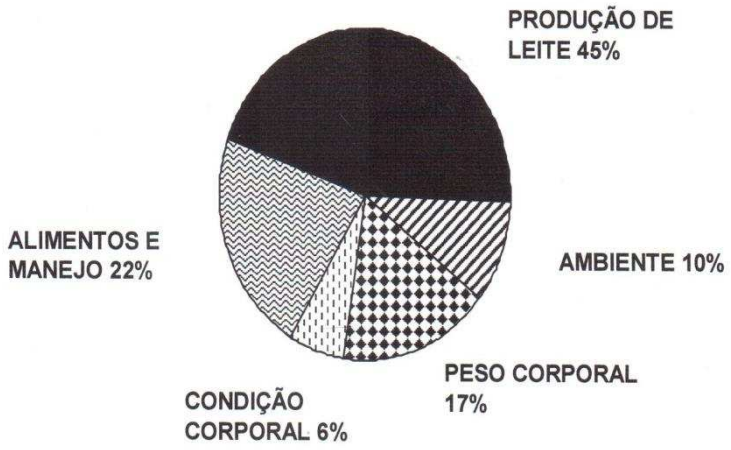


Figura 2 - Fatores que afetam a ingestão de matéria seca em vacas em lactação.

Fonte: GONÇALVES; BORGES; FERREIRA, 2009.

Uma fase de grande importância para a vida produtiva de uma vaca é o período de transição, compreendido entre as três últimas semanas de gestação e as cinco primeiras semanas pós - parto. Neste momento, mais precisamente no pré-parto, as exigências nutricionais e metabólicas se alteram consideravelmente, como é o caso da proteína que passa de 62 para 117 g/dia, e a energia, que passa de 651 para 812 kcal/dia. Depara-se ainda, com outro problema que se estende até alguns dias após o parto, que é a queda no consumo de matéria seca. Esta queda é observada tanto em primíparas quanto em multíparas, porém, as multíparas sofrem um pouco mais com este processo, pois a diminuição do consumo é mais intensa nesta categoria. No período pré-parto, as exigências nutricionais são maiores devido ao desenvolvimento do concepto, porém, no período pós-parto, as exigências são ainda maiores devido à produção de colostro e, posteriormente de leite, aumentando o fluxo sanguíneo no úbere e captação de nutrientes pela glândula mamária, evidente na captação de glicose para a síntese de lactose, o mais importante soluto osmótico do leite.

Não se pode deixar de ressaltar, ainda, o balanço energético negativo, caracterizado por uma fase compreendida, também, no pré e pós-parto, quando o animal diminui sua capacidade de IMS e necessita, como citado, de mais nutrientes, o que leva a uma incompatibilidade no que diz respeito à

exigência nutricional e à quantidade real que o animal consegue adquirir. Diante disso, o animal passa a mobilizar reservas corporais para suprir a falta de energia e proteína (GONÇALVES; BORGES; FERREIRA, 2009).

O plano alimentar para vacas em lactação deve levar em conta os três estádios da curva de lactação, respeitando-se as exigências nutricionais de cada fase (CARVALHO *et al.*, 2003). A curva de lactação caracteriza-se pela representação gráfica da produção de leite em relação ao tempo. Apresenta uma fase crescente (aproximadamente 35 dias após o parto), uma fase de pico (produção máxima) e uma fase de declínio (FERREIRA, 2013).

O adequado manejo nutricional faz com que os animais expressem o seu potencial, elevando a resposta produtiva em relação ao uso de nutrientes. O aumento da produção de leite, já que o Brasil encontra-se na sexta posição de produção de leite, é objetivo tanto de produtores como de nutricionistas e, para que os objetivos sejam alcançados, é necessário estar atento aos fatores genéticos, sanitários, ambientais e nutricionais. O conteúdo de fibra, a facilidade de hidrólise do amido e da fibra, a fragilidade e o tamanho das partículas e, ainda, a quantidade e degradação ruminal da proteína dietética são fatores que podem interferir na IMS de vacas leiteiras (SILVA *et al*, 2009).

A correta estimativa no consumo de MS é condição fundamental para a formulação de dietas e consequentemente o correto atendimento das demandas nutricionais (CHIZZOTTI *et al.*, 2007).

## 2.2 – Caracterização de volumosos comumente utilizados na alimentação de ruminantes

### 2.2.1 – Silagem de milho

O milho, o sorgo, a cana-de-açúcar e os capins são as principais forrageiras utilizadas para ensilagem. Como o milho apresenta alto valor nutritivo, medido por meio de sua alta digestibilidade e também sua densidade energética, determina que a silagem desta forrageira seja uma opção de boa qualidade para os sistemas de produção animal (NOVINSKI; SOUZA; SCHIMIDT, 2010).

Estudo realizado por Novinski; Souza; Schimidt, (2010) no Centro de Pesquisa em Forragicultura (CPFOR) da Universidade Federal do Paraná, o qual visava a avaliação da variabilidade da composição bromatológica de silagens de milho no Brasil, após levantamento em 109 propriedades de cinco importantes bacias leiteiras do país, encontrou os seguintes resultados: após análise laboratorial das 27 amostras nas quais se verificou matéria seca (MS) e cinzas, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), a maior diferença de valores foi observada na MS das silagens, o que variava desde muito secas a muito úmidas. Um percentual de 46,5 % das silagens apresentaram-se entre 30 e 35 %, faixa considerada ideal. Quanto aos valores de proteína, 51 amostras apresentaram teores abaixo de 60 %. Em relação à FDN, 97 amostras apresentaram teor acima de 55 %. A conclusão apresentada é de que os valores obtidos, após análise das amostras de silagem, encontravam-se abaixo dos parâmetros de qualidade considerados ideais.

Existe uma compilação de composição química de alimentos utilizados na alimentação de ruminantes, a CQBAL (CQBAL, 2016), cujos valores para a silagem de milho estão apresentados na Tabela 2.

É importante ressaltar que alguns fatores podem contribuir para que a qualidade e valor nutricional da silagem sejam alterados, tais como, característica da planta e forma de realização da ensilagem. Quando o material volta a ter contato com o oxigênio, ou seja, na fase pós-abertura, fica mais vulnerável à ação de agentes deteriorantes, como fungos e bactérias. Dessa forma, inicia-se a degradação aeróbia, diminuindo o valor nutricional do composto e, também, sua qualidade.

| Nutriente (%) | Média | n | s |
|---|---|---|---|
| **MS (%)** | 31,11 | 332 | 6,634 |
| **PB (% MS)** | 7,24 | 339 | 1,135 |
| **NNP/MS (%)** | 3,33 | 3 | 1,605 |
| **NNP/N (%)** | 45,26 | 16 | 13,643 |
| **FDN (% MS)** | 54,52 | 224 | 5,681 |
| **CHO (% MS)** | 84,83 | 90 | 1,977 |

Tabela 2 - Composição química da silagem de milho

Fonte: CQBAL.

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não proteico; FDN = fibra em detergente neutro; CHO = carboidrato.

### 2.2.2 – Capim-elefante

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) apresenta papel importante dentre as gramíneas utilizadas no Brasil, devido às suas características. É uma forrageira perene, apresenta elevado potencial de produção de matéria seca e, ainda, alto valor nutritivo (LIMA *et al.*, 2010). Além disso, sua adaptação aos sistemas de produção, facilidade de multiplicação, resistência a pragas e a doenças têm sido fatores predisponentes para sua utilização como forma de pastejo direto para vacas em lactação. Sabe-se que esta gramínea pode produzir 60 toneladas de MS/ha. Os valores de PB, FDN e digestibilidade encontram-se em torno de 9-12%; 57-62% e 55-59%, respectivamente, segundo Gonçalves (2004), diferindo dos valores apresentados na CQBAL (CQBAL, 2016), (Tabela 3).

Tabela 3 - Composição química do capim-elefante

| Nutriente (%) | Média | n | s |
|---|---|---|---|
| **MS (%)** | 21,56 | 72 | 5,051 |
| **PB (% MS)** | 6,89 | 102 | 2,624 |
| **NNP/N (%)** | 10,54 | 8 | 3,117 |
| **FDN (% MS)** | 76,25 | 53 | 5,558 |
| **CHO (% MS)** | 81,35 | 22 | 4,297 |

Fonte: CQBAL.

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não proteico; FDN = fibra em detergente neutro; CHO = carboidrato.

### 2.2.3 – Cana-de-açúcar

A época da seca (compreendida entre abril e setembro na região sudeste do país), é um período crítico na alimentação animal, tanto no que diz respeito a quantidade quanto a qualidade dos alimentos. Desta forma, a suplementação, neste período, torna-se uma alternativa para minimizar as perdas de peso e produção.

A cana-de-açúcar desempenha importante papel neste cenário, uma vez que apresenta boa disponibilidade no período seco do ano, sem que haja redução de seu valor nutricional e elevada produção de MS por hectare. É uma cultura relativamente fácil de se conduzir, tem boa aceitação pelos animais e elevada concentração de carboidratos solúveis.

Para que o uso da cana-de açúcar seja mais intenso no período de escassez de alimento, é necessário que se realizem mais estudos com esta finalidade, principalmente quanto à diferenciação de variedades com ciclos de produção diferentes, mais adequados à produção animal. Isso porque, em estudos anteriores, não se preocupava com a recriação no ciclo de produção e nem a idade do corte, enfatizando aspectos de produção e esquecendo de levar em conta aspectos nutritivos (FERNANDES *et al.*, 2003).

É uma forrageira com baixo teor de PB, conforme se constata na Tabela 4.

Tabela 4 - Composição química da cana-de-açúcar

| Nutriente (%) | Média | n | s |
|---|---|---|---|
| **MS (%)** | 28,77 | 151 | 3,248 |
| **PB (% MS)** | 2,76 | 126 | 0,614 |
| **NNP/PBS (%)** | 100,0 | 1 | - |
| **FDN (% MS)** | 54,29 | 89 | 4,714 |
| **CHO (% MS)** | 93 | 47 | 2,368 |

Fonte: CQBAL.

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não proteico; PBS = proteína bruta solúvel; FDN = fibra em detergente neutro; CHO = carboidrato.

### 2.2.4 – Capim braquiária

A *Brachiaria spp* pertence à família *Poaceae*. Atualmente, o gênero Brachiaria é conhecido taxonomicamente como gênero Urochloa, entretanto, a nomenclatura B. decumbens é a mais conhecida e continua sendo a mais utilizada pelos pesquisadores (VELASCO, 2011).

As braquiárias são conhecidas no Brasil desde a década de 50, porém, apenas a partir das décadas de 70 e 80 a sua expansão foi, de fato, significativa, sendo utilizada para substituir gramíneas tradicionalmente cultivadas, como o capim-gordura e o capim-jaraguá, atingindo a proporção de mais de 50 % das pastagens hoje no país, com, aproximadamente, 100 milhões de hectares (VELASCO, 2011).

A produção de ruminantes no país é baseada, principalmente no pastejo como a principal fonte de alimentos para os rebanhos (VELASCO, 2011).

Mais da metade do leite produzido no Brasil é oriundo de rebanhos mantidos exclusivamente em pasto, tratando-se de propriedades onde se encontram pastagens naturais ou implantadas. Estes sistemas são marcados por apresentarem baixos índices de desempenho zootécnico, fazendo-se tornar essencial o conhecimento das respostas das plantas às estratégias de manejo, fundamental para a implementação de sistemas mais produtivos e sustentáveis (VELASCO, 2011).

O Brasil é o sexto maior produtor de leite mundial, os produtos lácteos apresentam crescimento positivo no mercado. Observou-se, nos últimos anos,

uma tendência de aumento do consumo mundial de produtos lácteos, de 3,5 a 4,0 % ao ano (VELASCO, 2011).

Em contrapartida, os índices médios de desempenho zootécnico do rebanho nacional encontram-se abaixo do esperado, pois há carência de conhecimento acerca do manejo correto dos sistemas de produção animal e a intensificação dos processos produtivos também contribuem, pois geralmente elevam o custo de produção (VELASCO, 2011).

O correto emprego do manejo e das respostas das plantas pode ser a chave para o sucesso na implementação de sistemas eficientes, economicamente viáveis e competitivos. Devido a esta necessidade, vários estudos têm sido desenvolvidos a respeito das braquiárias para otimizar a produtividade animal (VELASCO, 2011).

Um dos indicadores mais variáveis no comportamento dos pastos é a produção de matéria seca, pois esta característica pode ser afetada pelas condições de manejo a que são submetidas as plantas: utilização ou não de energia, adubação, intensidade de uso, época do ano, idade do pasto, entre outros (VELASCO, 2011).

Dentre os volumosos mais utilizados na alimentação de ruminantes, a braquiária apresenta maior teor proteico (Tabela 5).

Tabela 5 - composição química da braquiária

| **Nutriente (%)** | **Média** | **n** | **s** |
|---|---|---|---|
| **MS (%)** | 22,29 | 23 | 6,344 |
| **PB (% MS)** | 9,92 | 24 | 1,944 |
| **NNP/MS (%)** | 2,37 | 1 | - |
| **NNP/N (% MS)** | 24,53 | 3 | 2,260 |
| **FDN (% MS)** | 66,41 | 18 | 4,483 |
| **CHO (% MS)** | 80,60 | 8 | 3,257 |

Fonte: CQBAL.

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; NNP = nitrogênio não proteico; FDN = fibra em detergente neutro; CHO = carboidrato.

## 3 – Proteínas

As proteínas são responsáveis por fornecer aminoácidos essenciais aos ruminantes. Estes serão absorvidos no intestino delgado para suprir a necessidade proteica (SILVA *et al*., 2001).

As exigências nutricionais proteicas dos ruminantes são atendidas pela proteína microbiana sintetizada no rúmen, proteína dietética que escapa da fermentação ruminal e proteína endógena. Cerca de 50 % dos aminoácidos que se encontram disponíveis para absorção no intestino delgado são originários da proteína microbiana. As características desta proteína, como elevada digestibilidade intestinal e perfil aminoacídico (semelhante ao dos tecidos e da proteína do leite), a tornam fonte de proteína de boa qualidade. A proteína dietética não degradada no rúmen apresenta variabilidade na composição aminoacídica e digestibilidade intestinal (CABRAL *et al.*, 2001).

A proteína chega no organismo tanto na forma de proteína verdadeira como na forma de nitrogênio não proteico (NNP). Do total de proteína que entra no organismo, 40 % irão atravessar o rúmen sem sofrer alteração, escapando da digestão microbiana, até serem perdidas nas fezes sem ter sofrido qualquer modificação. Os 60 % que restar e o NNP sofrerão alteração no rúmen por meio da ação da urease. Dessa ação, originar-se-á amônia e dióxido de carbono ($CO_2$). A amônia servirá como fonte de nitrogênio para que os microrganismos ruminais sintetizem novas proteínas e peptídeos e aminoácidos, que compõem a proteína microbiana, que será digerida e absorvida pelo intestino (RODRIGUEZ, 2007).

Há muitos anos sabe-se que o nitrogênio é um elemento essencial para os animais. Os ruminantes são animais dotados de capacidade para crescer, produzir carne e leite e reproduzir mesmo quando a dieta contém apenas NNP, demonstrando a capacidade de síntese proteica pelos microrganismos ruminais. Os ruminantes são capazes de utilizar o NNP, desde que tenham substrato para tal, como, por exemplo, o enxofre para síntese dos aminoácidos metionina e cistina.

O uso de NNP na nutrição de ruminantes teve sua origem em 1879, na Alemanha. Em 1939 os Estados Unidos já faziam uso no arraçoamento dos animais. O nitrogênio que os microrganismos ruminais utilizam para síntese de

proteínas vem da proteína dietética, NNP dietético e NNP reciclado para o rúmen (CALOMENI, 2011).

As bactérias celulolíticas, presentes no rúmen dos bovinos, utilizam amônia como principal fonte de nitrogênio e as bactérias fermentadoras de amido, pectina e açúcar utilizam tanto amônia como peptídeos e aminoácidos. Portanto, dietas que proporcionem tanto o fornecimento de NNP como, também, proteína verdadeira, podem melhorar o aporte de nutrientes para os diferentes grupos de microrganismos ruminais, maximizando a produção de proteína microbiana e, consequentemente a nutrição animal.

A utilização de fontes de proteína mais baratas para substituir a soja é uma boa alternativa desde que não influencie negativamente na produção animal.

Trabalhos mostram que a ureia de liberação lenta é, também, uma boa alternativa e fonte de NNP para ruminantes. Utilizada na alimentação de vacas em início de lactação, o uso da ureia encapsulada em substituição à ureia comum aumentou a produção de proteína verdadeira e de gordura no leite (SOUZA *et al.*, 2010).

As porções proteicas que alcançam o intestino são: proteína não degradável no rúmen (PNDR), síntese de proteína microbiana (Pmic) e proteína endógena. A proteína metabolizável consiste da mistura de aminoácidos formados a partir destas fontes.

Segundo o NRC (2001), a Pmic possui 80 % de proteína verdadeira e 20 % de ácidos nucleicos, e que a digestibilidade da proteína verdadeira é de 80 %. Consequentemente, o teor de proteína metabolizável na Pmic é de 64 %. Assume, ainda, que a proteína endógena possui 50 % de proteína verdadeira e sua digestibilidade é de 80 %. Para a PNDR considera 100 % de proteína verdadeira e sua digestibilidade varia de 50 a 100 % dependendo da fonte proteica de origem (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

A síntese de proteína microbiana está relacionada com dois fatores: a quantidade de matéria seca ou matéria orgânica que será ingerida e digerida no rúmen; e a eficiência de utilização de energia pelos microrganismos (SILVA *et al*, 2001).

Para os ruminantes criados extensivamente, a proteína é o principal limitante. Enfatiza-se no período de seca devido ao menor teor nas gramíneas

tropicais ou subtropicais (ANTONELLI *et al.*, 2009). Além disso, a proteína é um dos componentes mais onerosos da dieta, e o custo da alimentação está diretamente relacionado à eficiência de sua utilização (CRUZ *et al.*, 2006).

Para bovinos criados extensivamente, a utilização de NNP como suplementação proteica é um procedimento utilizado há anos. Os substratos nitrogenados (NNP) são menos onerosos na suplementação (ANTONELLI *et al.*, 2009). Em relação à origem do nitrogênio presente no rúmen, este pode ser endógeno ou dietético. O nitrogênio endógeno provém da reciclagem da ureia, da lise das células microbianas, da descamação do epitélio e, ainda, da excreção de metabólitos microbianos. Já o nitrogênio dietético origina-se da proteína verdadeira, dos ácidos nucleicos e do NNP (CRUZ *et al.*, 2006).

O substrato nitrogenado mais utilizado para suplementação é a ureia (ANTONELLI *et al.*, 2009).

A Figura 3 contempla as vias de degradação proteica dos ruminantes, como pode-se observar:

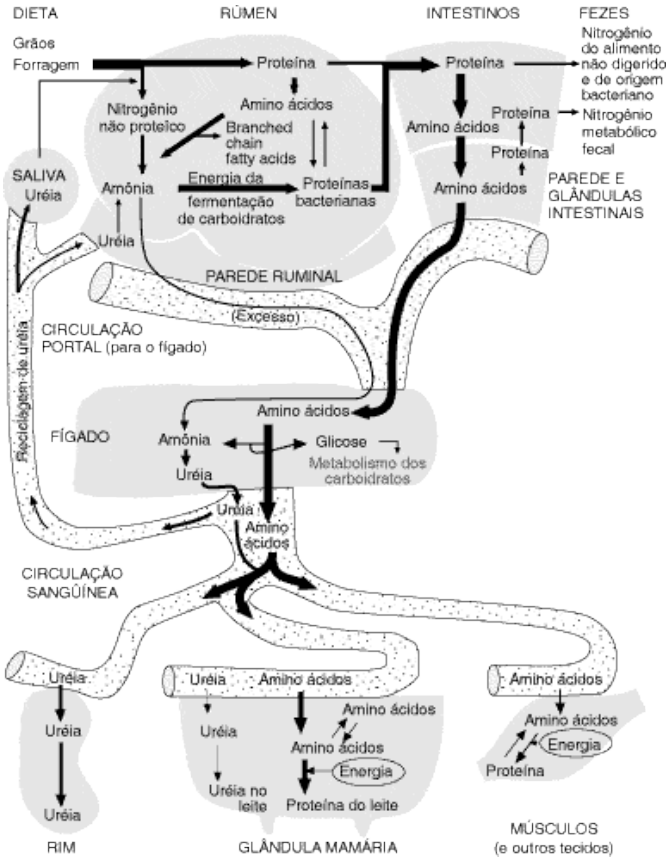


Figura 3 - Metabolismo proteico de bovinos leiteiros.

Fonte: Wattiaux (2002).

## 4 – Ureia

A ureia ($NH_2$-CO-$NH_2$) é um composto orgânico sólido e solúvel em água. Devido aos microrganismos ruminais, os ruminantes apresentam a capacidade de transformar o nitrogênio originário da proteína verdadeira e o NNP, como por exemplo, a ureia, o sulfato de amônio e o biureto, em proteína de alto valor biológico.

A introdução da ureia na alimentação de ruminantes tem permitido melhor aproveitamento de alimentos volumosos de baixa qualidade. Sendo assim, sua utilização substitui o nitrogênio da proteína verdadeira, diminuindo o custo da ração e, também eleva o teor de nitrogênio dos volumosos com baixa qualidade (PEREIRA; GUIMARÃES JÚNIOR; TOMICH, 2014).

Após ser ingerida, a ureia é rapidamente hidrolisada no rúmen, em compostos amoniacais ($NH_4$ e $NH_3$), por ação da urease bacteriana (ANTONELLI *et al.*, 2009). O pico desta conversão é atingido uma a duas horas após a ingestão de alimento. A conversão de ureia em amônia é feita pelas enzimas ureases, que, por sua vez, são secretadas por bactérias que vivem aderidas à parede ruminal (BERCHIELLI; PIRES; OLIVEIRA, 2011).

A ureia do plasma equilibra-se de maneira rápida entre os compartimentos líquidos do organismo e, também, no leite. A concentração de N-ureia no leite reflete a concentração de N-ureia plasmática. Admite-se, ainda, que a concentração de ureia no leite pode ser um bom indicador do metabolismo de proteínas em vacas (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

Após alcançar o rúmen, a ureia será rapidamente desdobrada em amônia e $CO_2$ pela ação da enzima urease, sintetizada pelas bactérias. A amônia que se encontra no rúmen, proveniente da ureia ou outra fonte proteica, será utilizada pelos microrganismos para que possam sintetizar sua própria proteína, sendo essencial a presença de uma fonte de energia, como, por exemplo, a celulose das forragens (GONÇALVES; TEIXEIRA; SALVADOR, 2006).

A amônia ruminal, originária da proteólise bacteriana, que não for incorporada aos aminoácidos, ácidos nucleicos ou à proteína microbiana, será absorvida através da parede do rúmen. Logo após, será transportada pelo sistema porta-hepático. No fígado, a amônia será convertida em ureia. Esta

rota é a principal forma de eliminação de nitrogênio pelo organismo dos mamíferos.

No rúmen, parte da ureia sanguínea é reciclada, proveniente da saliva ou por difusão através do epitélio ruminal. Uma outra parte será excretada na urina. Quando a ureia está presente em alta concentração no sangue, a potencialidade da reciclagem aumenta, com consequente aumento da atividade da urease ruminal, diminuição da concentração ruminal de amônia e diminuição do pH do rúmen (SILVA *et al.*, 2001).

A quantidade de amônia absorvida está diretamente relacionada às concentrações ruminais de amônia e pH. Estando na forma dissociada ($NH_3$), difunde-se mais rapidamente, comparando-se à forma de próton $(NH_4)^+$, sendo maior a absorção em pH mais elevado (MORAIS *et al.*, 2013).

A ureia sintetizada no fígado é chamada de ureia endógena. A amônia originária da degradação proteica ou da ureia absorvida através da parede do rúmen alcançará o fígado por meio da veia porta. No fígado, a amônia será, mais uma vez, convertida a ureia. Essa ureia seguirá os seguintes caminhos: uma parte voltará ao rúmen, outra alcançará a saliva e outra parte será excretada na urina. Este processo consiste no ciclo da ureia (PEREIRA; GUIMARÃES JÚNIOR; TOMICH,2014).

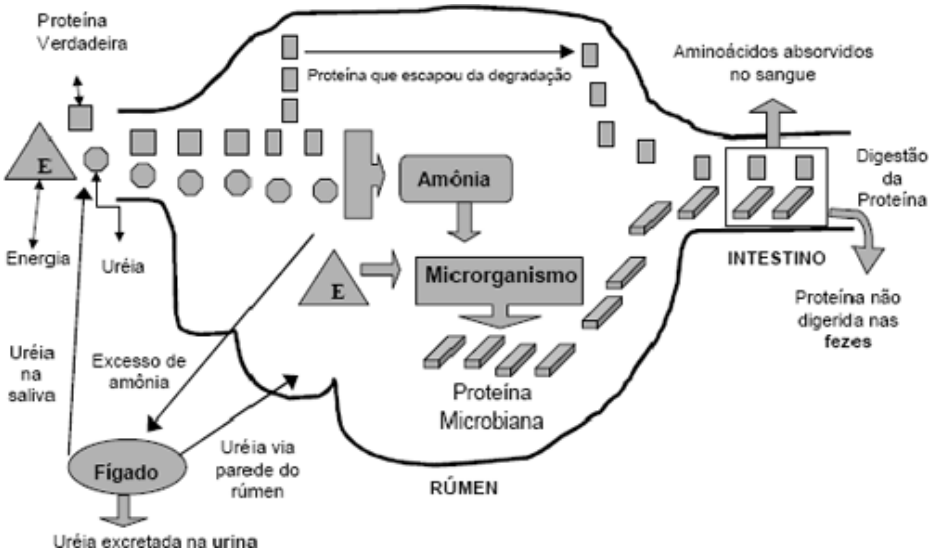


Figura 4 - Ciclo da ureia

Fonte: GONÇALVES; TEIXEIRA; SALVADOR (2015).

## 4.1 – Utilização de Ureia

A deficiência proteica das pastagens promove a utilização de suplementos proteicos. Dentre estes a ureia pode adequar os requisitos proteicos nos ruminantes (RODRÍGUEZ, 2007).

No Brasil, o uso de ureia é mais frequente na produção leiteira (BUSTAMANTE FILHO, 2008).

É importante salientar que a ureia em substituição ao farelo de soja diminui os custos de produção (SILVA *et al.*, 2001).

Anualmente, no Brasil, mais de 20 milhões de bovinos são suplementados com ureia, especialmente no período de seca.

A utilização de ureia apresenta vantagens na alimentação dos ruminantes. Entretanto, se utilizada de forma inadequada, pode causar danos à saúde animal por apresentar grande toxicidade (ANTONELLI, 2009). Esta intoxicação se dá pelo acúmulo de amônia no rúmen. Este acúmulo eleva o pH ruminal, propiciando que a absorção seja maior que a capacidade de metabolização hepática. Os sintomas mais frequentes da intoxicação surgem com menos de uma hora depois da ingestão excessiva de ureia. São eles: salivação abundante, espasmos e tremores musculares, inquietação, respiração ofegante, defecação e micção constantes, falta de coordenação motora, enrijecimento das pernas e colapso respiratório (PEREIRA; GUIMARÃES JÚNIOR; TOMICH, 2014).

Geralmente, a manifestação dos sintomas se dá quando o nível de amônia no sangue periférico excede a 10 mg/L. Quando o nível atinge 30 mg/L é letal, e associa-se a nível de amônia no alimento na concentração de 800 mg/kg (RODRÍGUEZ, 2007).

Uma outra situação que pode ocorrer devido ao alto nível de amônia é a acidose metabólica, devido à diminuição da concentração de glicose, inibição do ciclo de Krebs e aumento da glicólise anaeróbica e elevação do ácido lático no sangue.

Os carboidratos são fatores importantes na incorporação da amônia na proteína microbiana por proporcionarem a energia e os esqueletos de carbono necessários à síntese proteica. A eficácia de utilização da ureia no ruminante

depende do tipo de carboidrato utilizado (PEREIRA; GUIMARÃES JÚNIOR; TOMICH, 2014), (Tabela 6).

Tabela 6 - Tipos de carboidratos utilizados na alimentação de ruminantes e sua ação na utilização de ureia

| Tipos de Carboidratos | Fonte | Ação |
|---|---|---|
| **Facilmente fermentáveis (açúcares solúveis)** | Forragens novas e tenras | - fornecem a energia inicial, porém são facilmente degradados; -fornecem poucos esqueletos de carbono |
| **Mediamente fermentáveis (amido)** | Sementes de milho e trigo | - mais efetivo na utilização de ureia |
| **Lentamente fermentáveis (fibra ou parede celular)** | Forragens mais velhas | - em ↑ quantidade limitam a síntese de proteína microbiana e ↓ a utilização de ureia. |

Fonte: Adaptado de PEREIRA; GUIMARÃES JÚNIOR; TOMICH (2014).

Há várias formas de utilização de ureia nos diferentes sistemas de alimentação: em associação ao sal mineral, à cana-de açúcar, ao capim picado, à silagem, concentrados, dentre outros (RODRÍGUEZ, 2007).

## 4.2 – Sistemas de alimentação com a utilização de ureia

### 4.2.1 – Cana-de-açúcar +Ureia

A cana-de-açúcar, por ser uma forragem rica em sacarose, favorece a conversão de NNP, oriundo da ureia (inclusão de baixo custo), pelos microrganismos em proteína microbiana. Adicionando-se 1 kg de ureia para

cada 100 kg (peso fresco) de cana-de-açúcar, tem-se aumento do percentual de PB na forragem de 2-3 % para 10-12 % na MS. Um fator imprescindível para a síntese dos aminoácidos essenciais metionina, cistina e cisteína é a adição de enxofre (S). Esta adição é capaz de melhorar a síntese proteica no rúmen e, ainda, melhorar o desempenho animal por aumentar o fluxo de proteína microbiana e o suprimento de aminoácido no intestino delgado. As fontes comerciais de enxofre são o sulfato de amônio (24 % de S) e o sulfato de cálcio (17 % S). A mistura recomendada de ureia e enxofre consiste em oito partes de ureia e duas partes de sulfato de cálcio ou nove partes de ureia e uma parte de sulfato de amônio. A mistura deverá ser armazenada em local seco, em sacos plásticos. Para o fornecimento da mistura cana-de-açúcar + ureia, é importante que a picagem da cana seja feita no momento da alimentação dos animais para que a fermentação seja reduzida e o consumo aumentado. O período de adaptação a esta alimentação, ou seja, na primeira semana, deve ser adicionado 0,5 % de ureia à cana. A mistura ureia + S deverá ser diluída em quatro litros de água. A partir da segunda semana, passa a ser acrescentado 1 % da mistura de ureia à cana. É importante salientar que, se o rebanho não receber a mistura de cana + ureia por dois dias ou mais, será necessário o reinício de adaptação (GONÇALVES; TEIXEIRA; SALVADOR, 2015).

### 4.2.2 – Capim Elefante + Ureia

O capim picado + ureia não é tão bem aproveitado quanto quando se utiliza a mistura de ureia e capim + cana-de-açúcar. A dose empregada da mistura para o capim picado é a metade da recomendada para a cana-de-açúcar (Tabela 7).

Tabela 7 - Quantidade de ureia necessária para capim picado + cana-de-açúcar.

| Capim elefante | Cana- de- açúcar | Ureia + Fonte de enxofre (kg) | |
|---|---|---|---|
| **kg** | **kg** | **Adaptação** | **Rotina** |
| **0** | 100 | 0,50 | 1,00 |
| **25** | 75 | 0,50 | 1,00 |
| **50** | 50 | 0,35 | 0,70 |
| **75** | 25 | 0,25 | 0,50 |
| **100** | 0 | 0,25 | 0,50 |

Fonte: GONÇALVES; TEIXEIRA; SALVADOR (2015).

### 4.2.3 – Silagem + Ureia

A ureia pode ser misturada na silagem pronta para o consumo, como também acrescentada durante o processo de preparo da silagem, a ensilagem. Esta última é mais indicada. As silagens de milho e sorgo apresentam teor proteico abaixo do nível requerido pelos animais. Por isso, a adição de ureia é recomendada. Quando a ureia é adicionada à silagem, tanto de milho quanto de sorgo, no momento da ensilagem, proporciona aumento da PB da silagem e, ainda, atrasa a fermentação secundária, comum após a abertura do silo, o que permite um maior tempo de utilização pelos animais. O percentual de adição de ureia à silagem é de 0,5 %. A mistura deverá ser homogênea. Não é necessário que o animal seja submetido a um período de adaptação para consumir essa mistura. Para a adição de ureia na silagem, no momento em que será fornecida aos animais, é necessário que a silagem seja fracionada na quantidade suficiente para o consumo e que a ureia seja diluída em água e misturada uniformemente, conforme recomendado na literatura (Tabela 8) (GONÇALVES; TEIXEIRA; SALVADOR, 2015).

Tabela 8 - Nível de ureia a ser adicionada à silagem

| **Período** | **Quantidade da mistura ureia (U) + fonte de enxofre (FE) em 4 L de água** |
|---|---|
| **1ª semana (adaptação)** | 250 g de U + FE em 100 kg silagem |
| **2ª semana (rotina)** | 500 g de U + FE em 100 Kg de silagem |

Fonte: GONÇALVES; TEIXEIRA; SALVADOR (2015).

**5 – Vias de excreção da ureia**

A composição do leite é influenciada tanto pela nutrição quanto pelo metabolismo das vacas. Conhecer os compostos do leite e suas variações possibilita o controle dos efeitos da alimentação e, também, a detecção de transtornos metabólicos. A composição do leite pode refletir possíveis situações presentes no sangue e, consequentemente, nos tecidos animais (GONZALEZ; CAMPOS, 2003).

Quando a ureia se encontra em grande concentração no sangue, será difundida para o leite, e esta elevada concentração relaciona-se positivamente com a ingestão de nitrogênio e, também, com elevação da taxa de excreção de ureia na urina (CRUZ *et al.*, 2006). Dessa forma, os teores de nitrogênio ureico do soro e nitrogênio ureico no leite têm sido utilizados como indicadores do estado proteico da nutrição dos ruminantes. O balanceamento proteico, feito de forma incorreta, ocasiona elevação na concentração de ureia sérica e aumento da excreção de compostos nitrogenados na urina. Por esta razão, esforços têm sido empreendidos para estimar-se a excreção urinária de nitrogênio a partir do N-ureia no leite e a determinação, através da coleta *spot* de urina, da produção microbiana (CHIZZOTTI *et al.*, 2007).

De acordo com OLIVEIRA *et al.* (2001), a utilização da excreção de derivados de purina (DP) como marcador metabólico da síntese microbiana de compostos nitrogenados foi sugerido em 1962 por Blaxter e Martin e, em 1965,

por Topps e Eliot. Contudo, os métodos empregados para relacionar a excreção de DP e síntese microbiana têm sido aprimorados.

Os DP, quais sejam, hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína, são provenientes do catabolismo das purinas excretadas na urina. A alantoína é o DP excretado em maior quantidade. As purinas que são absorvidas no intestino delgado e as endógenas, ou seja, aquelas que foram liberadas por meio do metabolismo dos ácidos nucleicos, dão origem aos DP (OLIVEIRA *et al.*, 2001).

O uso da excreção de DP considera que o fluxo duodenal de ácidos nucleicos é essencialmente de origem microbiana e, ainda, que, após os nucleotídeos de purinas sofrerem digestão intestinal, as bases nitrogenadas adenina e guanina são catabolizadas e excretadas na urina como DP. Esta excreção consiste, principalmente, em alantoína, e também, xantina, hipoxantina e ácido úrico.

O método de excreção de DP prescinde a coleta total de urina. O volume urinário é obtido por meio de coleta com sonda por períodos de 24 a 120 horas. Porém, a coleta *spot* tem facilitado a realização deste método em campo e em experimentos (CHIZZOTTI *et al.*, 2007).

## 6 – Ureia protegida

Na busca por alternativas para melhorar a eficiência financeira na alimentação, em propriedades de gado leiteiro, uma das opções é realizar a substituição de alimentos contendo proteína microbiana por alimentos que tenham maior teor de nitrogênio na forma de NNP, como a ureia.

Embora se consiga várias vantagens com a utilização desta suplementação, tem-se que atentar para o fato de que a ureia sofre rápida hidrólise por ureases microbiana, podendo resultar em disponibilidade ruminal de nitrogênio amoniacal em nível superior à capacidade de síntese de proteína microbiana, ocorrendo, assim, perda excessiva de nitrogênio do rúmen para o sangue.

Em trabalho realizado por Santos (2009), avaliou-se o desempenho e o balanço de nitrogênio ureico no plasma quando da substituição parcial e isoproteica de farelo de soja por Optigen II e polpa cítrica. Avaliou-se, ainda, a

substituição de farelo de soja pela mesma quantidade de nitrogênio oriundo da ureia e polpa cítrica.

O Optigen II consiste na ureia encapsulada fisicamente por ceras vegetais, no intuito de diminuir a velocidade de liberação de nitrogênio no rúmen.

Foram utilizadas 18 vacas holandesas entre 15 e 82 dias de lactação. Estas foram divididas em seis grupos de três animais, baseando-se na ordem de parto e produção de leite. Dentre os grupos, haviam dois formados por primíparas. Os animais de cada grupo foram aleatoriamente alocados em uma sequência de três tratamentos, em delineamento do tipo quadrado latino 3 x 3, simultaneamente e com períodos de 21 dias. Os tratamentos foram farelo de soja como concentrado proteico (grupo controle) e dietas nas quais misturas isoproteicas de polpa cítrica e Optigen II ou ureia substituíram o mesmo teor dietético do farelo de soja.

As dietas foram oferecidas às 6 e 14 horas com o cuidado para que se obtivesse, no mínimo, 15 % do oferecido como sobra diária.

Atingiu-se a meta esperada, obtendo substituição parcial de farelo de soja por quantidades similares de nitrogênio oriundo de Optigen II ou ureia. A densidade de PB nas dietas foi similar ao 1,5 % do alcançado pelas fontes oriundas de NNP. O consumo de Optigen II diário foi de 137 g e o de ureia125 g, cerca de 0,6 % da MS total fornecida, o que equivale a 550 g de PB oriunda de cada fonte.

O balanço da proteína metabolizável foi positivo em todas as dietas, apesar de existir diferença no teor dietético de proteína digerível no rúmen e proteína não digerível no rúmen.

A maior vantagem obtida é em relação ao menor consumo de MS, sem haver perda na produção de leite, aumentando, assim, a eficiência alimentar (LEITE; BRAGA; MANELLA, 2010).

Em um estudo realizado por Silveira *et al.* (2012), apenas 26 % do nitrogênio ingerido foram secretados como nitrogênio no leite e perdas de nitrogênio na urina e nas fezes, foram superiores a 70 % do ingerido, comumente constatado em vacas leiteiras. Este fato torna-se preocupante devido aos possíveis impactos ambientais que podem ser causados pelo nitrogênio excretado sobre o ambiente e, mais ainda, a consequência do alto

teor de nitrogênio ureico no sangue e no leite, interferindo negativamente na reprodução dos animais.

No trabalho de Silveira *et al.* (2012), objetivou-se avaliar a resposta das vacas leiteiras diante à substituição parcial do farelo de soja por Optigen II, realizando dois planos alimentares:

- Experimento 1: o farelo de soja foi substituído por mistura isonitrogenada de Optigen II e silagem de milho;
- Experimento 2: a substituição foi por Optigen II e milho maduro finamente moído.

Avaliando-se os resultados, mais precisamente as sobras e composição da dieta, acredita-se ter atingido a meta de obter dietas isonutricionais, necessária para que fosse avaliada a substituição do farelo de soja pela mistura de Optigen II e silagem de milho, como também o Optigen II e milho finamente moído.

O teor de PB na sobra foi menor do que na dieta oferecida, enquanto o teor de proteína digerível no rúmen aumenta na sobra, indicando que os animais selecionaram a favor de alimentos contendo maior densidade proteica e energética.

Neste experimento, não foi detectado efeito do tratamento na produção de leite. A secreção de sólidos também não variou com os tratamentos, concordando com outros relatos de autores como Galo *et al.* (2003), citado por Silveira *et al.* (2012). Observou-se queda de 0,07 % no teor de gordura do leite no tratamento com Optigen II mais milho maduro finamente moído do experimento 2. Esta queda é coerente com o pequeno aumento no teor dietético de amido de milho.

O consumo diário do grupo de vacas não diferiu entre os tratamentos, ficando abaixo dos valores preditos para este grupo de animais pela metodologia do NRC (2001).

Constatou-se que a substituição do farelo de soja por Optigen II mais milho maduro finamente moído, resulta em produção de leite sem grande diferença e aumento da síntese relativa de proteína microbiana no rúmen, sem que fosse verificado aumento no teor de N-ureia no leite, constatado quando o farelo de soja foi substituído por Optigen II mais silagem de milho.

A substituição parcial dos ingredientes é de 150 g diárias de ureia de liberação lenta, permitindo a retirada de 1,0 kg de farelo de soja (SILVEIRA *et al.*, 2012).

As características tanto físicas quanto químicas dos ingredientes de uma dieta e suas interações podem causar grande efeito na ingestão de MS de vacas em lactação. As limitações físicas são causadas, geralmente, pela distensão do retículo-rúmen ou outros compartimentos gastrintestinais.

No intuito de sincronização da produção ruminal de amônia com a disponibilidade de energia no rúmen, estimulou-se o estudo do desenvolvimento de compostos que objetivam a liberação controlada da ureia. Assim, consegue-se aumento da digestão de fibras e diminui-se a absorção de amônia devido a sua utilização pelas bactérias (FILGUEIRAS NETO, 2011).

No trabalho conduzido por Filgueiras Neto (2011), vacas de leite, girolando F1 foram alimentadas com cana-de açúcar e substituição parcial de farelo de soja por Optigen II ou ureia. Os dados coletados mostram que não houve efeito dos tratamentos sobre o consumo de MS. O tratamento controle com o farelo de soja contribuiu com 1,89 kg de PB, já no tratamento com Optigen II, foi 1,4 kg de proteína oriunda do farelo de soja e 0,41 kg do Optigen II.

Calomeni (2011) avaliou os efeitos da ureia de liberação lenta em dietas de vacas em lactação sobre o consumo e a digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes, fermentação ruminal, produção microbiana ruminal, produção e composição do leite e, também, as concentrações de parâmetros sanguíneos.

Durante todo o experimento foram mensurados o consumo de matéria seca e a produção de leite. Foram colhidas, ainda, amostras de sangue e de líquido ruminal.

Utilizaram-se quatro dietas para avaliar os animais durante o período experimental, formuladas visando serem isonitrogenadas (18 % PB) de forma a atender as exigências de vacas em lactação com 45 e 90 dias de lactação, aproximadamente 580 kg que produziam diariamente 30 kg de leite.

As dietas foram: 1 "controle", ração sem a inclusão de ureia, 2 "ureia pecuária", utilização de 1 % de ureia pecuária na ração, baseada na MS, 3 "ureia encapsulada 1", utilização de 1 % de ureia encapsulada com polímero 1 na ração, baseada na matéria seca, 4 "ureia encapsulada 2", utilização de 1 %

de ureia encapsulada com polímero 2 na ração, baseada na MS. O volumoso utilizado foi silagem de milho.

Não se observou diferença estatística entre as dietas no que se diz respeito às variáveis consumo de MS e dos nutrientes. Porém, observou-se diferença no consumo total de carboidratos não fibrosos, sendo que o grupo controle obteve resultado inferior em comparação com os grupos tratados com inclusão de ureia. Isto se explica pela variação das dietas em relação ao uso do farelo de soja e milho moído para que as dietas se tornassem isoproteicas.

Analisando a digestibilidade entre os diferentes tipos de ureia, verificou-se que estes não apresentaram diferenças nas variáveis estudadas, demonstrando que tanto a ureia convencional quanto a de liberação lenta obtiveram resultados parecidos, da mesma forma que os dois tipos de ureia encapsulada.

Nas avaliações dos animais e seus resultados, não se observou diferença no desempenho e metabolismo entre as vacas suplementadas com ureia encapsulada ou não. A produção de leite reduziu. Porém, quando corrigida para 3,5 % de gordura, não se notou influência do uso da ureia na alimentação.

Paris *et al*. (2013) conduziram um trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos frente à substituição parcial de ureia comum, por ureia de liberação lenta. Esta substituição foi realizada no sal proteinado de animais pastejando capim Tifton-85.

Foram avaliados quatro lotes, divididos em: sal mineral, sal proteinado com ureia, sal proteinado sendo 25 % substituído pela ureia de liberação lenta e sal proteinado com 50 % de substituição de ureia de lenta degradação. Os animais utilizados no experimento foram de raças voltadas para produção de carne, e, portanto, os resultados foram avaliados para ganho de peso.

O ganho diário médio não variou em relação à forma de suplementação, podendo estar ligado a alta oferta de forragem disponibilizada que por sua vez é muito rica em proteína.

Quando se avalia animais a pasto com volumosos que contém baixo teor de proteína, a situação pode ser outra, obtendo ganhos com uso de suplementação proteica, pois, neste caso, irá suprir a necessidade de

nitrogênio para os microrganismos ruminais. Estima-se que valores inferiores a 7 % de PB pode limitar a fermentação ruminal pela menor síntese de bactérias.

A ureia pode não ser bem aproveitada se as fontes de energia não forem suficientes, pois, neste caso, ela irá se transformar em amônia e não será absorvida diretamente, indo, então, para o fígado, gastando ainda mais energia.

Como não houve nenhuma alteração quanto às suplementações utilizadas não se justifica o seu uso nas condições do presente trabalho.

Sousa *et al*. (2010) promoveram a substituição de parte de farelo de soja como fonte de proteína por ureia de degradação lenta no intuito de avaliar as possíveis alterações na produção e composição do leite. A produção leiteira não foi influenciada pelos tratamentos, constatando-se que em vacas leiteiras de alta produção alimentadas com silagem de milho e concentrado à base de farelo de soja 11,4 % ou 0,4 % de ureia encapsulada + 9,0 % de farelo de soja não sofreu variações. A suplementação com Optigen II diminuiu as porcentagens de gordura e de sólidos do leite, porém, não afetou as produções de gordura e sólidos totais.

## 7 – Conclusão

Esta revisão visa, entre outros fins, elucidar um pouco mais a respeito de algumas fontes proteicas da alimentação dos ruminantes, assim como a digestibilidade da mesma nos diferentes compartimentos envolvidos nesta função.

Espera-se, ainda, que sirva como suporte para tomadas de decisão a respeito do manejo alimentar de bovinos, visando a lucratividade da pecuária.

## Referências


ANTONELLI, A.C., et al. Intoxicação por amônia em bovinos que receberam ureia extrusada ou granulada: alterações em alguns componentes do sangue. **Braz. J. vet**. **Res. Anim. Sci**., São Paulo, v.46,n.1, p. 69-76, 2009.

AZEVEDO, E.B. de *et al*. Incorporação de ureia encapsulada em suplementos proteicos fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v. 38, n.5, p. 1381-1387, 2008.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. de. **Nutrição de Ruminantes**. São Paulo: Funep, 2 ed., 2011.

BRITO, R.M. de, *et al*. Avaliação dos indicadores para estimativa das digestibilidades parciais e total da dietas em bovinos. **R. Bras. Zootec**., v.36, n.2, p.445-451, 2007.

BUSTAMANTE FILHO, I. C. **Administrando Ureia em Ruminantes: Enfoque Clínico e Nutricional.** (Transtornos Metabólicos dos Animais Domésticos. Pós Graduação em Ciências Veterinárias). Universidade Federal Do Rio Grande do Sul, 2008.

CABRAL, L. da S. *et al*. Estimação da digestibilidade intestinal da proteína de alimentos por intermédio da técnica dos três estádios. **Rev. Bras. Zootec**., v.30, n.2, p.546-552, 2001.

CALOMENI, G.D. **Utilização de ureia encapsulada de liberação lenta na alimentação de vacas em lactação**. 2011. 94f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

CAMILO JÚNIOR, O.B. **Utilização de ureia protegida sobre o desempenho e características da carcaça de bovinos confinados**. 2014. 23f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agronômica) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

CHIZZOTTI, M.L. *et al*. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Rev. Bras. Zootec**., v.36, n.1, p. 138-146, 2007.

CRUZ, M.C.S. *et al*. Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentados com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de ureia e mandioca. **Acta Sci. Anim. Sci**., v.28, n.1, p. 47-56, jan/mar, 2006.

FERREIRA, M. de A. *et al*. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Rev. Bras. Zootec**., v.38, n.8, p. 1568-1573, 2009.

FILGUEIRAS NETO, G. **Substituição parcial do farelo de soja por ureia encapsulada para vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar**. 2011.

62f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

GABBI, A.M. **Metabolismo Nitrogenado em Animais**. 2010. (Bioquímica do Tecido Animal. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

GARDINAL, R. **Utilização de ureia encapsulada de liberação lenta na alimentação de novilhos Nelore**. 2011. 112f. Dissertação ( Mestrado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2011.

GONÇALVES, A.P. **Uso de ureia de liberação lenta em suplementos proteico-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade**. 2006. 82f. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

GONÇALVES, C.C. de M.; TEIXEIRA, J.C.; SALVADOR, F.M. **Ureia na Alimentação de Ruminantes**. Disponível em:http://www.uesc.br/cursos/pos_graduacao/mestrado/animal/bibliografia2011/joseaugusto_artigo_ureia.pdf. Acesso em: 20/04/2015.

GONZÁLEZ, F.H.D.; CAMPOS, R. **Indicadores metabólico nutricionais do leite.** In: Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil, 1., 2003, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Gráfica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. p. 31-47.

MEDEIROS, F.S. **Enfoques atuais sobre a bioquímica ruminal**. (Bioquímica do Tecido Animal .Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.

MORAIS, M.G., et al. Consumo e Digestibilidade de Nutrientes em Bovinos Submetidos a Diferentes níveis de Ureia. **Arch. Zootec**., 62 (238), p. 239-246, 2013.

MOREIRA, J.F.C. *et al*. Concentrados proteicos para bovinos. 1. Digestibilidade in situ da matéria seca e da proteína bruta. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**., v.55, n. 3, junho, 2003.

OLIVEIRA, A.S., et al. Produção de Proteína Microbiana e Estimativas das Excreções de Derivados de Purinas e de Ureia em Vacas Lactantes Alimentadas com Rações Isoproteicas Contendo Diferentes Níveis de Compostos Nitrogenados Não Proteicos. **Rev. Bras. Zootec**., 30 (5), p. 1621-1629, 2001.

PARIS, W. *et al*. Utilização de ureia de liberação lenta em sal mineral na suplementação de bovinos de corte em pastagem de Tifton-85. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n.1, p. 409-418, jan./fev., 2013.

PEREIRA, L.G.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; TOMICH, T.R. **Utilização da ureia na alimentação de ruminantes no semiárido**. Disponível em **http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/161870.** Acesso em: 22 out. 2014.

QUEIROZ, M.F.S. et al. Digestibilidade e parâmetros ruminais de bovinos consumindo *Brachiaria brizantha* cv. marandu**. Arch. Zootec**., v. 60, n.232, 2011.
RODRIGUEZ, N.M. et al. Concentrados proteicos para bovinos. 2.Digestão pós ruminal da matéria seca e da proteína. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**., v.55, n.3, junho, 2003.

RODRÍGUEZ, P.V. **Intoxicação por Ureia. Seminário apresentado na disciplina Transtornos Metabólicos dos Animais Domésticos**. Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007.

SANTOS, A. B. dos, et al. Excreção e Concentração de Ureia em Vacas em Lactação Alimentadas com Dietas Contendo Cana-de açúcar Tratada com Óxido de Cálcio. **Associação Brasileira de Zootecnistas**. Águas de Lindóia, SP, 2009.

SANTOS, G.T. dos; CAVALIERI, F.L.B.; MODESTO, E.C. **Recentes Avanços em Nitrogênio não Proteico na Nutrição de Vacas Leiteiras**. In: Simpósio Internacional em Bovinocultura de Leite, 2., 2001, Lavras. Palestra publicada nos Anais... Lavras: Novos Conceitos em Nutrição, Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 199-228.

SILVA, C.V. da, et al. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diverso níveis de concentrado e proteína bruta. **Rev. Bras. Zootec**., v.38, n.7, p. 1372-1380, 2009.

SILVA, R.M.N. da, et al. Ureia para Vacas em Lactação. Estimativas do Volume Urinário da Produção Microbiana e da Excreção de Ureia. **Rev. Bras. Zootec**. 30 (6), 2001.

SILVEIRA, V.A. et al. Substituição parcial de farelo de soja por ureia de liberação lenta em rebanhos leiteiros comerciais. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim**., v.13, n.2, p. 383-395, abr./jun., 2012.

SOUZA, V.L. et al. Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**., v.62, n.6, p. 1415-1422, 2010.

VASCONCELOS, A.M. *et al*. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja e seus subprodutos. **R. Bras. Zootec**., v.39, n.2, p. 425-433, 2010.

WATTIAUX M. A. Metabolismo de proteína em Bovinos de leite In: **Instituto Babcock para Pesquisa e Desenvolvimento da pecuária Leiteira Internacional**. University of Wisconsin-Madison. 2002.