

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELA
AMIRÉIA 150S NOS PARÂMETROS
SANGÜÍNEOS, CONSUMO, PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS
GIROLANDA**

FLÁVIO GARCIA VILELA

2003

FLÁVIO GARCIA VILELA

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELA AMIRÉIA 150S NOS
PARÂMETROS SANGÜÍNEOS, CONSUMO, PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS GIROLANDA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do Título de "Doutor".

Orientador
Prof. Júlio César Teixeira

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Vilela, Flávio Garcia

Substituição do farelo de soja pela amiréia 150s nos parâmetros sangüíneos, consumo, produção e composição do leite de vacas girolanda / Flávio Garcia Vilela. – Lavras : UFLA, 2003.

139 p. : il.

Orientador: Júlio César Teixeira.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Amiréia. 2. Amido. 3. Leite. 4. Uréia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.20855

– 636.234

FLÁVIO GARCIA VILELA

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELA AMIRÉIA 150S NOS
PARÂMETROS SANGÜÍNEOS, CONSUMO, PRODUÇÃO E
COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS GIROLANDA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Ruminantes, para obtenção do Título de "Doutor".

APROVADA em 14 de Novembro de 2003

Prof. Dr. Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA

Prof. Dr. Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA

Prof. Dr. Joel Augusto Muniz – UFLA

Dr. Jackson Silva e Oliveira – EMBRAPA/CNPGL

Prof. Dr. Júlio César Teixeira
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

"Ao meu Avô Saturnino C. Garcia (in memorian),

que passados cinco anos tantas e eternas saudades nos causa.

DEDICO

À minha Avó, Filomena B. Garcia,

pelo exemplo de bondade, alegria,

simplicidade, humildade e generosidade.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Júlio César Teixeira, pelo amizade, apoio e orientação.

À Univesidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudo.

À Dr^a Ana Maria Garcia Dessimoni pelos serviços prestados com relação às análises.

Ao Prof. Joel Augusto Muniz pela atenção dispensada às consultas estatísticas.

Aos Secretários Carlos Henrique e Pedro Adão Pereira pelo apoio prestado.

A todos os funcionários da Fazenda Raposo (Tião Jacinto, Mauro, Aldari, Mauri e Batista).

Ao colega do Curso de Pós-graduação, Sidnei Tavares Reis.

A todos que direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

BIOGRAFIA

Flávio Garcia Vilela, filho de Sebastião M. Vilela e Maria Tereza Garcia Vilela, nasceu em Belo Horizonte em 02 de fevereiro de 1971.

Em 1996, concluiu o Curso de Medicina Veterinária na UFMG, em Belo Horizonte- MG.

Iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia em 1997, pela Universidade Federal de Lavras, na área de Nutrição de Ruminantes, concluindo-o em abril de 1999.

Iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia em 1999, pela Universidade Federal de Lavras.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
ABSTRACT	ii
CAPÍTULO I	1
1 INTRODUÇÃO GERAL	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
2.1 Amido	4
2.1.1 Estrutura química e propriedades físicas	4
2.1.2 Estrutura dos grânulos	6
2.1.2.1 Alteração da estrutura do grânulo	7
2.1.3 Características dos grãos de cereais	9
2.1.4 Atividade microbiana.....	11
2.1.5 Degradabilidade ruminal.....	13
2.1.6 Limitações à hidrólise no intestino delgado.....	16
2.1.7 Efeito sobre a composição e produção de leite	17
2.1.7.1 Ingestão e disponibilidade ruminal	18
2.1.7.2 Relação entre carboidratos não estruturais e fibra em detergente neutro.....	20
2.1.7.3 Sincronização da energia e nitrogênio no rúmen	22
2.1.7.4 Alteração na gordura do leite	24
2.1.7.5 Alteração na proteína do leite	27
2.1.7.6 Alteração da lactose do leite	29
2.2 Nitrogênio não protéico	29
2.2.1 Composição química da uréia.....	30
2.2.2 Degradação da proteína no rúmen	33
2.2.3 Ciclo da uréia e reciclagem de nitrogênio.....	36
2.2.4 Efeito do uso de NNP sobre o consumo de matéria seca e sobre a composição e produção de leite.....	39
2.2.5 Avaliação do perfil protéico dos animais.....	42
2.3 Amiréia	46
2.3.1 Histórico e características	46
2.3.2 Desempenho de animais alimentados com amiréia	49
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

CAPÍTULO II - EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELA AMIRÉIA EM RELAÇÃO AOS NÍVEIS PLASMÁTICOS DE GLICOSE E URÉIA.....	73
RESUMO.....	74
ABSTRACT.....	75
1 INTRODUÇÃO.....	76
2 MATERIAL E MÉTODOS	78
2.1 Local, instalações e período de realização.....	78
2.2 Animais e alimentação.....	78
2.3 Tratamentos	79
2.4 Coleta de sangue	81
2.5 Análises bromatológicas.....	81
2.6 Delineamento e período experimental	82
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	83
3.1 Consumo	83
3.2 Níveis plasmáticos de glicose e uréia	87
4 CONCLUSÃO.....	92
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
CAPÍTULO III - EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELA AMIRÉIA NO CONSUMO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE	99
RESUMO.....	100
ABSTRACT.....	101
1 INTRODUÇÃO.....	102
2 MATERIAL E MÉTODOS	104
2.1 Local e animais	104
2.2 Tratamentos	104
2.3 Período experimental e coleta de dados.....	105
2.4 Delineamento experimental	106

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	107
3.1 Consumo	107
3.2 Produção e composição do leite.....	113
3.2.1 Relação receita despesa.....	123
4 CONCLUSÕES	124
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125
ANEXOS	132

RESUMO GERAL

VILELA, Flávio Garcia. **Substituição do farelo de soja pela amiréia 150S nos parâmetros sanguíneos, consumo, produção e composição do leite de vacas girolanda.** 2003. 139 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O experimento foi realizado na Fazenda Raposo, localizada no município de Nepomuceno - MG, de propriedade de Filomena B. Garcia, entre novembro de 2001 e abril de 2002, com o objetivo de estudar o efeito da substituição do farelo de soja pela Amiréia 150S sobre a composição dos níveis plasmáticos de uréia e glicose e sobre a composição e produção de leite de vacas em início de lactação. Foram utilizadas 12 vacas, divididas em três quadrados latinos, sendo quatro vacas por quadrado latino. Cada período experimental teve duração de 15 dias, nove para adaptação e seis para a coleta. Utilizou-se a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*. L.) como volumoso fornecido *Ad libitum*. Os tratamentos foram: T1 – 0% de amiréia 150 S; T2 – 33% de amiréia 150 S; T3 – 66% de amiréia 150 S e T4 – 100% de amiréia 150 S. Os níveis plasmáticos de uréia e glicose, a gordura do leite e os sólidos totais não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,05$). O consumo de matéria seca, a produção de leite, a proteína, a lactose e a uréia do leite diferiram entre os tratamentos ($P<0,05$). Conclui-se que, nas condições deste experimento, é recomendável a substituição do farelo de soja pela amiréia 150 S até o nível de 35% ($P<0,05$), principalmente se considerarmos a produção de leite.

¹ Comitê de orientação: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA e Paulo César de Aguiar Paiva (UFLA), Joel Augusto Muniz (UFLA).

ABSTRACT

VILELA, Flávio Garcia. **Substitution of the soybean meal for the starea 150S in the sanguine parameters, intake, production and composition of milk of half-breed cows.** 2003. 139 p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.¹

The experiment was accomplished in the farm Raposo located in the municipal district of Nepomuceno - MG, of proprieties of Filomena B. Garcia, between November of 2001 and Abril of 2002, with the objective of studying the effect of the substitution of the soybean meal for the starea 150 S on the composition of the levels urea plasmatic and glucose and about the composition and production of milk of cows in nursing beginning. 12 cows divided in three Latin squares being four cows for Latin square were used. Each experimental period had duration of 15 days being nine for adaptation and six days for collection. The sugar-cane was used (*Saccharum officinarum*. L.) as roughage supplied Ad libitum. The treatments were: T1 - 0% of starea 150 S; T2 - 33% of starea 150 S; T3 - 66% of starea 150 S and T4 - 100% of starea 150 S. The levels urea plasmatic and glucose; the fat of the milk and the total solids were not influenced by the treatments ($P>0.05$). The intake of dry matter; the production of milk; the protein; the lactose and the urea of the milk differed among the treatments ($P <0.05$). It follows that under the conditions of this experiment, it is advisable the substitution of the soybean meal for the starea 150 S until the level of 35% ($P <0.05$), mainly if we consider the production of milk.

¹ Guidance Committee: Júlio César Teixeira - UFLA (Advisor); Juan Ramón Olalquiaga Pérez - UFLA e Paulo César de Aguiar Paiva (UFLA), Joel Augusto Muniz (UFLA).

CAPÍTULO I

1 INTRODUÇÃO GERAL

O agronegócio do leite e derivados nacional tem se ajustado rapidamente às transformações na economia, mediante a utilização de novas tecnologias e a ampliação da fronteira agrícola em direção a regiões de maior potencial produtivo e menores custos de produção. Como resultado, na década de 90, principalmente a partir de 1994, a produção de leite no Brasil cresceu a taxas acima da média histórica, alcançando a terceira maior taxa média de crescimento de toda a agropecuária nacional, perdendo apenas para a produção de carne de aves e soja.

O agronegócio participa com 27% do PIB, 35% das exportações e 54% dos empregos gerados na economia. A cadeia produtiva do leite movimenta, anualmente, cerca de US\$13 bilhões, emprega 3,5 milhões de pessoas, dos quais um milhão e 300 mil são produtores, sendo aproximadamente 320 mil produtores comerciais e acima de 1.000 empresas, entre centrais, cooperativas e usinas que industrializam e comercializam produtos lácteos.

A produção brasileira de leite aumentou 160% nos últimos 25 anos, passando de 8 bilhões de litros em 1975 para 19,8 bilhões em 2000. De 1980 a 2001, a taxa média de crescimento da produção foi superior à taxa de crescimento da população, o que significa que houve aumento da produção *per capita*.

Em nível agregado, o Valor Bruto da Produção Agropecuária Brasileira (VBP), um indicador de renda do setor rural, no ano de 2000 e a preços de junho/2001, foi de R\$ 84,3 bilhões, sendo R\$ 49,6 bilhões (59%) para os produtos agrícolas e R\$ 34,7 bilhões (41%) para os pecuários (CNA, 2001). Desses, o leite tem posição de destaque, com valor de R\$ 6,6 bilhões (7,8% do

total e 19% do VBP pecuária), que é superado apenas pelo valor da produção da carne bovina.

Pelo faturamento de alguns produtos provenientes da indústria brasileira de alimentos na última década, pode-se avaliar a importância relativa do produto lácteo no contexto do agronegócio nacional, registrando 248% de aumento contra 78% de todos os segmentos da indústria brasileira de oleaginosas, cacau, café e carnes (ABIQ, 1995).

O leite está entre os cinco primeiros produtos mais importantes pelo seu elevado valor de produção, desempenhando um papel relevante no suprimento de alimentos e na geração de emprego; e em consequência disto, torna-se importante a realização de pesquisas no sentido de buscar fontes alternativas de proteína para a alimentação de animais em decorrência dos preços cada vez mais elevados das proteínas verdadeiras.

Os microrganismos ruminais possuem a capacidade de sintetizar todos os aminoácidos essenciais e não essenciais, a partir de fontes apropriadas de carbono, enxofre, nitrogênio não protéico (NNP), aminoácidos e peptídeos. Segundo Owens & Zinn (1993), os bovinos têm a capacidade de crescer, reproduzir, produzir leite em dietas que contenham apenas nitrogênio não protéico como fonte de nitrogênio.

A quantidade de NNP que poderá ser utilizada para síntese de proteína microbiana depende da energia da dieta. A inclusão de fontes nitrogenadas não protéicas em dietas deve ser realizada de forma correta, principalmente quanto a sua associação a fontes de carboidratos, visando maximizar a produção de proteína microbiana (Santos et al., 1998).

A presente pesquisa foi conduzida com o objetivo de estudar a produção e a composição do leite de vacas em início de lactação à medida que se elevam os níveis de amiréia em substituição ao farelo de soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Amido

O amido é o principal componente energético dos grãos e raízes utilizados na alimentação de ruminantes. Devido às suas características, como fonte de reserva apresenta uma disponibilidade energética superior à dos carboidratos estruturais presentes nas dietas de ruminantes. A utilização de fontes de amido é fundamental na exploração 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, fontes de amido podem ser utilizadas para melhorar as características de fermentação ruminal, principalmente durante a utilização de fontes de nitrogênio não protéico, possibilitando, assim, a melhor utilização dos carboidratos estruturais e maior fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado.

2.1.1 Estrutura química e propriedades físicas

O amido é um carboidrato produzido pelas plantas superiores, depositado nas sementes, raízes, tubérculos e caule, servindo como reserva para os períodos de dormência, germinação e crescimento. Após a celulose, o amido é o composto mais sintetizado pelos vegetais (Swinkels, 1985).

O amido é composto de átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio em uma relação 6:10:5 ($C_6H_{10}O_5$)_n, sendo um polímero de moléculas de glicose, ligadas através de ligações glicosídicas, apresentando em sua composição dois tipos principais de moléculas, amilose e amilopectina, podendo conter ainda pequena quantidade de amilose ramificada (Swinkels, 1985; Rooney & Pflugfelder, 1986).

A amilose é um polímero linear que contém até 6000 unidades de D-glicose unidas através de ligações α 1-4, existindo na forma de hélice. A proporção de amilose no amido varia de 0 a 80% dependendo da espécie e das variações genéticas dentro da espécie. O milho, sorgo, trigo e os demais cereais contêm na composição da molécula de amido uma maior quantidade de amilose (cerca de 28%) em relação ao amido de raízes e tubérculos (mandioca, batata). O grau de polimerização da amilose também varia de acordo com as espécies. As moléculas de amilose da mandioca e batata apresentam um peso molecular substancialmente mais elevado que o milho e o trigo, sendo que enquanto as moléculas de amilose da batata apresentam de 1000 a 6000 unidades de glicose, a amilose do milho apresenta de 200 a 1200 moléculas de glicose (Swinkels, 1985).

A amilopectina é um polímero ramificado, com maior peso molecular e geralmente mais abundante na composição das moléculas de amido em relação a amilose. Sua composição consiste de cadeias lineares de glicose com 10 a 60 unidades ligadas por ligações glicosídicas α 1-4, apresentando ramificações através de ligações α 1-6 em média a cada 20 ou 25 unidades de glicose. As moléculas de glicose que apresentam ligações α 1-6 representam cerca de 5% do total de unidades de glicose em uma molécula de amilopectina (Waldo, 1973).

As moléculas de amilose e amilopectina do amido são mantidas juntas através da formação de pontes de hidrogênio entre os grupamentos hidroxila das unidades de glicose, apresentando, assim, insolubilidade em água fria. Apesar das pontes de hidrogênio serem fracas, existe uma quantidade enorme de pontes em uma molécula de amido, acarretando esta insolubilidade. Contudo, os grânulos de amido apresentam a capacidade de se dilatar de forma reversível (10 a 15% de aumento no diâmetro) na água fria, retornando ao estado original após

a secagem. O grânulo de amido de raízes e tubérculos apresenta uma maior capacidade de expansão na água que o amido dos cereais (Swinkels, 1985).

2.1.2 Estrutura dos grânulos

Cada espécie vegetal produz grânulos com diferentes características de tamanho, forma e propriedades. No arroz, muitos grânulos são sintetizados dentro do amiloplasto durante o período de desenvolvimento da semente, resultando em grânulos que se separam em grânulos pequenos e angulares. Outros cereais, como o milho e o sorgo, têm grânulos simples. A densidade do amido varia de 1,4 a 1,6 g/cm³, enquanto o tamanho varia de menos de 1 micron até 200 micrômetros (Rooney & Pflugfelder, 1986).

A estrutura dos grânulos de amido apresenta duas áreas distintas. A primeira apresenta uma estrutura organizada, denominada região cristalina, enquanto a segunda, conhecida como região amorfa, é relativamente desorganizada. A região cristalina ou micelar é primeiramente composta de amilopectina, sendo esta a principal responsável pela organização desta área. A área cristalina apresenta uma maior resistência à entrada de água e, conseqüentemente, à atividade enzimática. A região amorfa é rica em amilose e menos densa que a área cristalina. Devido à menor densidade, a água se move livremente através desta região e a atividade hidrolítica das amilases em geral se inicia nesta área (Rooney & Pflugfelder, 1986). Desta forma, aparentemente uma maior proporção de amilose na molécula de amido proporcionaria uma melhor atividade hidrolítica. Contudo, o que ocorre na realidade é uma diminuição na hidrólise do amido e, conseqüentemente, da digestibilidade de fontes de amido com maior teor de amilose, devido à maior formação de pontes de hidrogênio.

As moléculas de amilose se inserem no interior das moléculas de amilopectina, acarretando aumento na quantidade de pontes de hidrogênio no interior da molécula de amido, o que pode acarretar a diminuição na capacidade de expansão e na atividade enzimática. Em raízes como a mandioca, a região cristalina é composta apenas pela amilopectina, estando a amilose presente apenas na região amorfa e podendo ser mais facilmente lixiviada, enquanto os cereais apresentam amilose também na região cristalina. Uma porção da amilose em cereais apresenta uma complexação com lipídios, formando estruturas helicoidais e acarretando menor estruturação da região cristalina e maior adesão entre as moléculas que compõem o grânulo. O complexo lipídio-amilose é insolúvel, mas pode se dissociar quando aquecido, sendo, contudo, necessárias temperaturas acima de 125°C. Essa complexação diminui a capacidade de expansão e a solubilidade do amido (Swinkels, 1985; Rooney & Pflugfelder, 1986). O amido da mandioca contém apenas pequena porcentagem de lipídios em sua composição (0,1%) em comparação com o amido dos cereais (0,6 a 0,8%) (Swinkels, 1985). Desta forma, a maior capacidade de expansão do amido da mandioca em relação ao amido dos cereais, em especial a do milho, pode estar relacionada à menor quantidade de amilose, ao fato da amilose estar presente apenas na região amorfa (formando menos pontes de hidrogênio com a amilopectina) e à menor formação de complexos lipídio-amilose. Esta característica do amido da mandioca ajuda a explicar a maior digestibilidade do amido da mandioca em relação ao amido do milho e sorgo (Caldas Neto, 1999).

2.1.2.1 Alteração da estrutura do grânulo

A gelatinização do amido corresponde a uma alteração permanente da estrutura do grânulo de amido devido ao rompimento das pontes de hidrogênio, através da aplicação de uma determinada quantidade de energia ao sistema,

sendo que a gelatinização pode ser acarretada por processos térmicos, mecânicos, químicos ou uma associação entre eles. Durante a gelatinização, o grão de amido absorve água, apresenta expansão, rompe as pontes de hidrogênio, elimina uma certa quantidade de amilose, altera sua estrutura radial, diminui sua capacidade de birrefringência e, conseqüentemente, torna-se mais solúvel e susceptível à atividade das enzimas. A gelatinização se inicia na região amorfa, ocorrendo uma entrada mais lenta de energia e umidade na região cristalina (Rooney & Pflugfelder, 1986).

O termo retrogradação, quando aplicado para o amido, significa o retorno de uma forma solubilizada, dispersa e amorfa para um estado insolúvel, agregado e cristalino, ou seja, após um processamento que expandiu e rompeu as pontes de hidrogênio de um grânulo de amido, o material pode voltar a se condensar e formar novas ligações, formando uma nova estrutura menos digestível que o grânulo original. Enquanto no grânulo a amilopectina é o principal constituinte da região cristalina, em um material que sofreu retrogradação o principal constituinte é a amilose, isto indica que, possivelmente, as moléculas estejam mais firmemente ligadas (Van Soest, 1994). A ocorrência deste processo depende de diversos fatores como tipo de amido, concentração de amido, processo de aquecimento, temperatura, tempo de estocagem, pH, além da presença de outros compostos como os lipídios. A retrogradação é facilitada por baixas temperaturas e altas concentrações de amido, sendo mais rápida em pH de 5 - 7, decrescendo em valores de pH abaixo ou acima destes. O processo é inibido por pH acima de 10 ou abaixo de 2 e retardado por sais de ânions e cátions monovalentes, nitrato de cálcio e uréia.

O processo de retrogradação pode ser revertido através de aquecimentos em temperatura de 110 a 120°C, necessárias para o rompimento das ligações entre as cadeias de amilose. A ocorrência deste processo acarreta em geral uma diminuição da digestibilidade do amido. Como o processo ocorre devido à

aproximação e formação de pontes de hidrogênio entre as moléculas de amilose, processos que propiciam a expansão do amido após a gelatinização, como a extrusão e a floculação, podem diminuir a ocorrência deste efeito (Swinkels, 1985).

2.1.3 Características dos grãos de cereais

Os grânulos de amido se distribuem de forma diferente nos diversos grãos, variando com o cereal e com as diversas variedades. De forma geral, o grão é composto por três camadas distintas: pericarpo, endosperma e embrião.

O pericarpo corresponde à superfície protetora que envolve o grão, servindo como uma barreira (Raven et al., 1978; Cutter, 1987), impedindo inclusive a atividade de enzimas hidrolíticas, caso não seja rompida através da mastigação ou por diversos processamentos (Beauchemin et al., 1994); sendo seu teor de amido muito pequeno.

O endosperma corresponde a uma estrutura de reserva, contendo a maior parte do amido, sendo dividido em diversas camadas. A mais externa é denominada aleurona, seguida pelo endosperma periférico e pelo endosperma córneo, enquanto a camada mais interna é denominada de endosperma farináceo (Kotarski et al., 1992).

O endosperma periférico e o córneo contêm grânulos de amido envoltos por uma matriz, composta principalmente por proteína e carboidratos não-amiláceos, relativamente impermeáveis à água e à atividade enzimática (Kotarski et al., 1992; Huntington, 1997). Finalmente, o endosperma farináceo é aquele que se encontra mais próximo ao embrião, sendo constituído praticamente de grânulos de amido, encontrados em grande densidade, sendo

altamente susceptível a atividade enzimática (Kotarski et al., 1992; Huntington, 1997).

O trigo, o centeio e a aveia apresentam maior proporção de endosperma farináceo na constituição dos grãos, apresentando menor quantidade de amido envolto por uma matriz protéica. Isto poderia explicar a maior digestibilidade destes cereais em relação ao milho e ao sorgo, que apresentam maior proporção de endosperma periférico e córneo. O sorgo é o que apresenta a maior camada de endosperma periférico e córneo, e matriz protéica mais densa, que determinam digestibilidade inferior do amido em relação ao milho (Kotarski et al., 1992).

Os cultivares cujos grãos apresentam alta proporção de endosperma periférico e córneo são denominados vítreos, córneos ou pétreos, devido a sua aparência vítrea. Os cultivares ricos em endosperma farináceo são denominados opacos, farináceos ou moles.

A Tabela 1.1 mostra os valores médios do teor de amido de diversas fontes. De modo geral, as diferenças entre valores estão relacionadas ao método empregado, hidrólise enzimática ou método polarimétrico, assim como, variedades e conteúdo de fibra dos alimentos, cuja contaminação da fibra na pequena quantidade de amostras utilizadas para determinação do amido dificulta a acurácia.

TABELA 1.1. Teores médios de amido de diversos alimentos (% MS)

Fonte de amido	Média e desvio padrão	Referências*
Milho	72,1 ± 6,4	1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14
Sorgo	70,0 ± 9,1	1, 6, 10, 11, 12, 13
Cevada	59,3 ± 5,3	1, 4, 5, 10, 12
Triticale	69,0 ± 3,9	1, 10, 12, 13, 14
Trigo	64,8 ± 5,5	1, 4, 5, 10, 12, 13
Aveia	47,9 ± 7,2	4, 5, 10, 12
Raspa de mandioca [#]	79,3 ± 7,8	2, 7, 10, 12
Casca de mandioca	54,5 ± 7,0	2, 3, 7, 8
Polpa cítrica	8,4	13
Farelo de algodão	4,79±1,0	13, 14
Farelo de soja	3,69 ± 0,3	2, 6, 7, 11, 14
Silagem de milho	23,0 ± 4,3	2, 3, 6, 7, 8, 11, 14
Silagem de sorgo	16,11	13

*1. Arieli et al. (1995); 2. Caldas Neto (1999), 3. Fregadolli et al. (2001); 4. Herrera-Saldana et al. (1990b); 5. Johnson (1998); 6. López & Stumpf (2000); 7. Marques et al. (2000); 8. Martins et al. (2000); 9. Mertens (1992); 10. Nocek & Tamminga (1991); 11. Rossi Jr et al. (1997); 12. Zeoula et al. (1998a e b); 13. Zeoula et al. (1999a); 14. Zeoula et al. (1999b).

[#] raspa de mandioca = mandioca integral picada e seca ao sol

2.1.4 Atividade microbiana

O amido que chega ao rúmen é degradado principalmente pela atividade das bactérias amilolíticas, sendo uma menor proporção do amido hidrolisado por fungos e protozoários (Huntington, 1994; Huntington, 1997).

As diversas endo e exo amilases do tipo α 1-4 e α 1-6, produzidas pelos microrganismos do rúmen, têm a capacidade de hidrolisar as ligações glicosídicas α 1-4 e α 1-6 das moléculas de amilose e amilopectina, liberando

diversos fragmentos. Entretanto, nem todas as bactérias possuem todas as enzimas necessárias para promover o processo de degradação do amido até glicose. Trabalhando com culturas mistas de *Streptococcus bovis*, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Bacteriodes ruminicola* e *Selenomonas ruminatium*, Cotta (1992) determinou a importância da relação entre os microrganismos, obtendo maior digestão do amido e maior taxa de crescimento microbiano para a cultura com as diversas bactérias. Desta forma, a sintrofia entre as diversas espécies de bactérias é fundamental para a fermentação do amido (Huntington, 1997).

A adesão das bactérias às partículas de amido permite maior atividade hidrolítica, verificando-se maior atividade amilolítica para as bactérias que se aderem às partículas de amido em relação àquelas que não se aderem (McAllister et al., 1994). A adesão permite uma melhor atuação das amilases ligadas à parede da bactéria, diminuindo, assim, a necessidade de sintetizar maiores quantidades de enzimas extracelulares para degradar o amido. Além disto, a adesão permite uma captação mais rápida e eficiente dos compostos gerados pela atividade enzimática, bem como a atuação em cadeia das diversas amilases.

Diversas barreiras à fermentação microbiana do amido podem ser encontradas, mesmo nos grãos dos cereais considerados de rápida fermentação (McAllister et al., 1994). Em primeiro lugar, o pericarpo que envolve o grão deve ser rompido para permitir um acesso mais rápido dos microrganismos às regiões digestíveis do endosperma (McAllister et al., 1990), sendo que os grãos inteiros e que escapam a mastigação são praticamente indigestíveis no rúmen (Hale, 1980; McAllister et al., 1990), demonstrando a importância da mastigação (Beauchemin et al., 1994) e do processamento (Theurer, 1986) dos cereais. Ainda, o endosperma dos cereais, em especial a região periférica é cercado por uma parede celular rica em compostos β -glucanos que prejudicam a atividade microbiana e, a matriz protéica que envolve os grânulos de amido também

dificulta a atividade das amilases. Portanto, é necessário ocorrer uma proteólise simultânea, para que as bactérias possam utilizar o amido (Kotarski et al., 1992; McCallister et al., 1993).

A diferença na digestibilidade ruminal do amido, entre os diversos cereais, poderia ser explicada em parte pelas características da matriz protéica e do endosperma do grão. Enquanto no trigo e na cevada o endosperma e a matriz protéica são facilmente penetradas pelos microrganismos amilolíticos, no milho e principalmente no sorgo, a matriz protéica que envolve os grânulos de amido é resistente a adesão e penetração pelos microrganismos (Ørskov, 1986; Kotarski et al., 1992; McCallister et al., 1993). Os fungos parecem ser capazes de penetrar nesta estrutura (McCallister et al., 1993). Desta forma, o maior escape de amido do rúmen em dietas à base de milho e de sorgo possivelmente estaria relacionado à matriz protéica destes cereais.

2.1.5 Degradabilidade ruminal

O conhecimento dos valores de degradabilidade efetiva do amido, obtidos através da técnica de degradabilidade *in situ*, é de grande importância devido à necessidade de se determinarem às relações de sincronização no rúmen entre as fontes energéticas ricas em amido e as fontes protéicas, de forma a maximizar a eficiência microbiana.

De modo geral, os maiores valores de degradabilidade efetiva do amido foram obtidos para aveia, trigo, triticale e cevada, sendo os menores valores obtidos para o milho e, sobretudo, sorgo (Tabela 1.2). Como discutido anteriormente, as características do endosperma periférico e da matriz protéica do milho e do sorgo acarretam maior resistência à atividade microbiana (Rooney & Pflugfelder, 1986; Kotarski et al., 1992). A mandioca apresenta maior

degradabilidade efetiva do amido em relação ao milho e ao sorgo, devido à inexistência de pericarpo, endosperma córneo e periférico, matriz protéica e possivelmente devido à uma menor proporção de amilose e lipídios nos grânulos de amido, diminuindo a quantidade de ponte de hidrogênio na molécula de amido e aumentando capacidade de expansão do amido da mandioca em meio aquoso.

A avaliação da degradabilidade *in situ* do amido pode ser influenciada em parte pelo processamento das amostras dos alimentos utilizadas para a incubação. A diferença entre o processamento das fontes (Zeoula et al., 1998a) e os valores de degradabilidade efetiva corrigida obtidos por Zeoula et al. (1999a) demonstram o efeito que a perda de material dos sacos durante a lavagem acarreta sobre os valores da fração solúvel, principalmente em relação ao sorgo moído, que apresentou um valor de degradabilidade efetiva do amido superior ao do milho porém um valor de degradabilidade efetiva corrigida inferior. O processamento realizado através de cilindro para amassar os grãos inteiros, para impedir que houvesse perdas de partículas pelos poros dos sacos de náilon, demonstrou que a cutícula do grão de milho foi um dos fatores limitante para a degradação do amido (Zeoula et al., 1998a).

TABELA 1.2. Fração solúvel (a), potencialmente degradável (b), taxa de degradação da fração b (c) (%/h), degradabilidade efetiva e corrigida do amido das principais fontes (taxa de passagem de 5%/h).

Fonte de amido	a	b	c	Média e desvio padrão	Referências*
Milho moído	29,3	73,30	5,6	57,6 ± 3,1	1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11
Milho moído	13,1*	-	-	55,0**	11
Milho amassado [#]	8,8	91,2	1,3	34,5	10
Sorgo moído	52,1	38,1	3,4	54,5 ± 11,6	1, 7, 8, 11
Sorgo moído	10,7*	-	-	39,5**	11
Sorgo amassado	12,7	87,3	2,7	47,7	10
Cevada moída	-	-	-	95,4 ± 3,2	1, 2, 3, 4, 7
Cevada amassada	12,7	86,1	7,1	65,4	10
Triticale moído	84,6	15,1	5,1	91,2 ± 11,2	6, 11
Triticale moído	20,8*	-	-	91,9**	11
Triticale amassado	18,8	76,9	18,2	80,5	10
Trigo moído	-	-	-	97,4 ± 3,5	1, 2, 3, 4, 7, 11
Trigo moído	0,7*	-	-	90,3**	11
Trigo amassado	11,9	86,4	33,2	87,4	10
Aveia moída	-	-	5,0	96,4 ± 2,2	2, 3, 4, 7
Aveia amassada	25,8	66,4	5,1	63,3	10
Mandioca moída	51,9	47,5	7,0	80,2 ± 5,1	7, 9, 11
Mandioca moída	14,0*	-	-	62,7**	11
Mandioca amassada	23,1	76,9	7,3	66,3	10

Arieli et al. (1995); 2. Cerneau & Michalet-Doreau (1991); 3. Herrera-Saldana et al. (1990b); 4. Johnson (1998); 5. Mertens (1992); 6. Metayer et al. (1993); 7. Nocek & Tamminga (1991); 8. Rossi Jr et al. (1997); 9. Simas et al. (2000); 10. Zeoula et al. (1998a); 11. Zeoula et al. (1999a).

[#]Os grãos inteiros e a mandioca integral picada e seca foram amassados em cilindro de preparar massas.

*fração solúvel obtida em solução tampão bicarbonato fosfato

**Degradabilidade corrigida pela solubilidade em solução tampão de bicarbonato-fosfato.

2.1.6 Limitações à hidrólise no intestino delgado

De acordo com Ørskov et al. (1971), a capacidade ótima de utilização de amido no intestino delgado de ovinos estaria em torno de 300 g/dia, enquanto, para vacas leiteiras, este valor seria de 1300 g/dia (Pherson & Knutsson, 1980). Trabalhando com animais em crescimento, Kreikemeier et al. (1991), sugeriram que o limite superior para a ótima digestão de amido no intestino delgado estaria entre 480 a 960 g/dia.

Segundo Waldo (1973), em determinados casos a limitação da digestão do amido no intestino pode ser consequência de um período curto de adaptação ao incremento no fluxo de amido para o intestino. Owens et al. (1986) enumeraram os seguintes fatores como sendo os possíveis responsáveis por estas limitações: 1) limitação da amilase, maltase ou isomaltase devido à inadequada produção, presença de enzimas inibidoras ou às variações do pH intestinal; 2) limitada capacidade de absorção de glicose pelo intestino delgado; 3) tempo insuficiente para a completa hidrólise e 4) inadequado acesso das enzimas ao grânulo de amido. Os autores relatam, ainda, que as alterações no pH ruminal e no tempo de passagem não têm sido identificadas como agentes limitantes à digestão do amido no intestino delgado. Segundo Croom et al. (1992), a limitação intestinal pode ocorrer devido a uma não sincronização entre o fluxo de amido para o intestino e a secreção de amilase. De acordo com Kreikemeier & Harmon (1995) e Krehbiel et al. (1996) os transportadores de glicose podem ser limitantes à absorção distal de glicose no intestino delgado. Kreikemeier & Harmon (1995) consideraram, ainda, que o aumento na concentração luminal de glicose também poderia ser responsável por um “feedback” negativo sobre a atividade das dissacaridases e das amilases.

2.1.7 Efeito sobre a composição e produção de leite

O efeito benéfico do fornecimento do amido e da celulose como fontes de carboidratos para os ruminantes é reconhecido, e sabe-se que o balanço entre eles é crítico logo após o parto. Na alimentação de vacas leiteiras é prática atual formular rações com quantidades estabelecidas de carboidratos não estruturais (CNE) de 35 a 40% e fibra em detergente neutro (FDN), em média e de 25 a 30% (Nocek, 1997). Todavia, o aspecto qualitativo dos carboidratos tem impacto sobre a fermentação ruminal, repercute sobre a dinâmica e o equilíbrio dos fluxos de substratos disponíveis para os microrganismos do rúmen (McCarthy et al., 1989) e reflete mudanças nos produtos finais da fermentação. A magnitude dessas mudanças provoca alterações na composição e na produção do leite (Blauwiel & Kincaid, 1986; Casper et al., 1990; Cameron et al., 1991; Aldrich et al., 1993; Khorasani et al., 1994). As pesquisas utilizando diferentes fontes de amido têm mostrado que no rúmen ocorrem variações na degradação e na digestibilidade do amido dos grãos de cereais e tubérculos, como também nos diferentes segmentos do trato digestivo. O aumento na digestão ruminal do amido pode beneficiar vacas em lactação aumentando a energia disponível ou através do aumento na eficiência microbiana (Herrera-Saldana et al., 1990a; Oliveira et al., 1995) e na produção microbiana (McCarthy et al., 1989; Herrera-Saldana et al., 1990a), ou ambos. Porém o aumento na disponibilidade ruminal do amido pode afetar o meio ruminal e reduzir a digestão da fibra causando redução no teor da gordura do leite (DePeters & Taylor, 1985; McCarthy et al., 1989; Reynolds et al., 1997). De acordo com Nocek & Russel (1988), no início da lactação, a ingestão de matéria seca e a produção de leite estão muito mais correlacionadas com a taxa de degradação dos carboidratos do que com as mudanças na disponibilidade da proteína, porém ambos nutrientes são altamente interdependentes. A suplementação de concentrados a base de cevada, trigo e

mandioca, fontes de amido de rápida degradação ruminal, causou redução na concentração de gordura do leite que foi associada ao aumento na produção de leite, para um mesmo nível de ingestão de energia digestível (Sutton, 1989). Essas dietas resultaram em aumento na produção de leite em média de 2,8 kg/dia para redução de uma unidade percentual na concentração de gordura. Quando a digestibilidade ruminal do amido aumentou de 48 para 74%, Poore et al. (1993a, 1993b) observaram que para vacas leiteiras próximas do pico de lactação, resultou em maior produção de leite (+3,4 kg/dia), em aumentos na proteína do leite (+110 g/dia) e no teor da proteína do leite (+0,08%) e melhorou a eficiência e persistência da lactação, porém o teor da gordura do leite reduziu de 3,6 para 3,2%.

O leite é um produto natural que contém componentes que são sintetizados pela glândula mamária a partir de nutrientes derivados da digestão e metabolismo da dieta. Estes componentes incluem a caseína, lactalbumina, lactoglobulina, lactose e lipídios. Outros componentes que são derivados diretamente da dieta incluem minerais, vitaminas e alguns ácidos graxos de cadeia longa (C_{16:0} e maiores). Cada componente do leite pode, em algum grau, ser influenciado pelo estado nutricional das vacas. A nutrição pode ser considerada como responsável por 50% da variação no conteúdo da gordura e proteína do leite. Entretanto, pouca alteração pode ocorrer no teor de lactose do leite (Fredeen, 1996).

2.1.7.1 Ingestão e disponibilidade ruminal

Os processamentos pela moagem ou pela aplicação de calor, umidade e pressão, nos grãos de cereais aumentam a susceptibilidade do amido à digestão pela ruptura da proteína matriz ao redor dos grânulos de amido e pela gelatinização do amido, que causa o rompimento da estrutura cristalina. Esta

alteração na estrutura dos grãos aumenta a digestão amilolítica pela ação das enzimas microbiana e pancreática (Nocek & Tamminga, 1991). As observações de Nocek & Tamminga (1991), após extensa revisão, foram de que a produção de leite varia muito mais em função da quantidade total do amido digerido (para uma digestibilidade total próxima de 90%) do que devido à natureza do amido e do local dessa digestão. Todavia, as evidências sugerem que a digestão do amido pós ruminal pode ser usado mais eficientemente para síntese do leite do que o amido digerido no rúmen, mas a magnitude dessa diferença na produção de leite não está clara. O efeito da quantidade de amido disponível no rúmen sobre a produção de leite tem mostrado resultados variáveis. Quando a disponibilidade ruminal do amido aumentou, em dietas para vacas lactantes, foram verificados aumentos (Poore et al., 1993a; Chen et al., 1995; Likos et al., 1997; Knowlton et al., 1998b), nenhuma alterações no início da lactação (Oliveira et al., 1993; Santos et al., 1997; Santos et al., 1999), e reduções (McCarthy et al., 1989; Aldrich et al., 1993; Sauvant et al., 1994; Overton et al., 1995) nas produções de leite.

O aumento na produção de leite propiciado pela maior ingestão de matéria seca e de energia quando grandes quantidades de concentrado a base de amido de degradação lenta são fornecidas é resultado de uma fermentação ruminal relativamente mais equilibrada (Nocek & Tamminga, 1991; Sauvant et al., 1994). A ingestão da matéria seca de vacas em lactação foi reduzida quando fontes de amido de rápida degradação foram fornecidas (McCarthy et al., 1989; Aldrich et al., 1993; Oliveira et al., 1993; Sauvant et al., 1994; Overton et al., 1995; Santos et al., 1997). No entanto, outros estudos não têm mostrado variação na ingestão quanto à degradação do amido no rúmen (Chen et al., 1995; Jurjans et al., 1996; Zeoula et al., 1998b).

A ingestão de MS tem sido influenciada pelo modo empregado na suplementação do amido, em rações para vacas leiteiras. Quando mais de 90%

de amido na dieta foi composto de amido de rápida degradação ruminal, Sutton et al. (1985) observaram que o pH do rúmen permaneceu constante quando a ração foi fornecida freqüentemente de hora em hora, mas reduziu quando o concentrado foi fornecido somente durante a ordenha. A resposta ao fornecimento de grão na ração completa parece diferir da resposta obtida quando a forragem é fornecida *ad libitum* e o grão é fornecido em grandes refeições durante a ordenha. Quando o amido do concentrado é fornecido em refeições e grandes quantidades de amido são fermentadas por curtos períodos de tempo pode-se observar produção e absorção de grandes quantidades de ácidos graxos voláteis (AGV), associado com aumentos na concentração de AGV ruminal (Reynolds et al., 1997). O acúmulo de ácidos no rúmen pode causar danos ao epitélio do rúmen e inibir a atividade dos microrganismos celulolíticos (ØRskov et al., 1971) e induzir reduções na ingestão da forragem e na ingestão total de matéria seca (Grant, 1994) pela redução na digestibilidade da fibra. Ainda, o efeito do aumento da absorção do propionato na veia porta sobre a ingestão de vacas leiteiras foi demonstrado pela infusão do propionato na veia mesentérica nos estudos de Casse et al. (1994) que observaram que as vacas reduziram a ingestão de MS durante a infusão de propionato e da remoção pelo fígado.

2.1.7.2 Relação entre carboidratos não estruturais e fibra em detergente neutro

O balanço entre carboidratos não estruturais (CNE) e fibra em detergente neutro (FDN) é importante para manter a saúde e função ruminal normal e tem sido proposto uma razão de CNE:FDN de 0,9 para 1,2 (Nocek & Russel, 1988; Nocek, 1997). Para vacas leiteiras a consequência do fornecimento de fontes de amido de rápida degradação é a diminuição na digestibilidade da fibra. Todavia, este efeito pode estar confundido com outros fatores, tais como níveis e fontes

de fibra e amido e diferenças na ingestão de matéria seca, como relatado por Poore et al. (1993b).

Estes autores observaram que a magnitude da redução na digestão da fibra em dietas contendo amido de rápida degradação ruminal foi relacionada com a razão da FDN da forragem e amido degradável no rúmen, e que deve ser no mínimo de 1:1. A fonte de fibra de maior ou menor digestibilidade não teve efeito sobre a produção ou composição do leite. Sutton et al (1993) concluíram que vacas leiteiras alimentadas com dietas ricas em concentrados, a redução na razão de amido e FDN de 2:1 para 1:1, pela substituição dos grãos de cereais por outros subprodutos alimentares, resultou em declínio na produção de leite e aumentou a produção de gordura. A adição de CNE em dietas, para vacas multíparas e primíparas, contendo quantidades constantes de FDN da forragem de 17,8%, contribuiu para elevar a quantidade de FDN em 13,5 unidades percentuais e a relação CNE: FDN das dietas variou de 0,5:1 a 1,2:1 (Beauchemin et al., 1997). Estes autores não observaram efeitos das dietas sobre as produções de leite, proteína, lactose e gordura em vacas multíparas, porém o teor de gordura do leite foi menor para vacas primíparas quando a razão CNE: FDN foi de 0,5:1. As diferenças na produção e composição do leite foram observadas quando foi considerada a fonte do grão de cereal. Os autores concluíram que dieta formulada com base na concentração de CNE sem considerar a disponibilidade das fontes de amido e a efetividade da fibra, proveniente da forragem ou das fontes de grãos, é questionável se a razão CNE:FDN é importante. A quantidade mínima de 19 a 21% de FDN efetiva proveniente de fontes de forragens picadas foi considerada necessária para prevenir a redução na concentração da gordura do leite (Fox et al., 1992).

2.1.7.3 Sincronização da energia e nitrogênio no rúmen

A sincronização entre os ritmos de degradação dos carboidratos e do nitrogênio, mais favorável ao desenvolvimento dos microrganismos do rúmen e da utilização dos alimentos pelos animais para produção, foi considerada por Herrera-Saldana et al. (1990a), Cameron et al. (1991) e Nocek & Tamminga (1991). Todavia, na literatura observam-se resultados contraditórios sobre a produção de leite de vacas de alta produção quando fontes de carboidratos de rápida ou de lenta fermentação são fornecidas em combinação com fontes de nitrogênio diferenciadas na velocidade de degradação ruminal.

Casper & Schingoethe (1989) observaram aumentos na produção de leite das vacas no início da lactação, quando dietas continham fontes de carboidratos de rápida fermentação (lactose) em combinação com nitrogênio não-protéico (uréia). Aumento na produção de leite também foi observado por Blauwiekel & Kincaid (1986), quando vacas foram alimentadas com dietas contendo cevada e uréia em comparação com aquelas alimentadas com cevada e fonte de proteína de baixa degradabilidade ruminal. Casper et al. (1990), forneceram para vacas da raça holandesa de alta produção dietas com fontes de carboidratos mais solúveis e degradáveis (cevada vs milho) e não observaram o aumento esperado na produção de leite, quando a fonte de proteína de alta solubilidade (uréia vs soro de leite seco) foi utilizada. Concluíram que o milho foi mais adequado na utilização do nitrogênio não-protéico para aumentar a produção de leite. Para determinar o efeito da suplementação de uréia, amido e ambos, na passagem de nutrientes para o intestino delgado e produção de leite, em dietas contendo farinha de peixe (dieta-controle), Cameron et al. (1991) formularam quatro dietas: dieta-controle, dieta-controle + uréia, dieta-controle + amido e dieta-controle + uréia + amido. A quantidade de nitrogênio microbiano presente no intestino delgado não foi alterada pelo fornecimento de uréia ou pela adição do

amido na dieta, porém aumentos nas quantidades de metionina e arginina foram observados. Nas dietas suplementadas com uréia, foram observados aumentos na produção de leite e no teor de proteína no leite, porém a produção de gordura no leite e de sólidos não-gordurosos não foi alterada. Já a suplementação de amido diminuiu a produção de proteína no leite e de sólidos não-gordurosos, porém não afetou a produção de leite e o teor de gordura no leite.

A produção da proteína microbiana pode ser diminuída quando grandes quantidades de amido de rápida degradabilidade ruminal são fornecidas para vacas de alta produção. Efeitos negativos na suplementação de proteína no intestino foram relacionados com redução do pH no rúmen, resultado de uma rápida produção de AGV, que inibiu o crescimento microbiano (Russel et al., 1992) e diminuiu a digestão da fibra (McCarthy et al., 1989). Entretanto, se a degradação dos carboidratos e proteína no rúmen ocorrerem de forma sincronizada, pode-se maximizar a eficiência da síntese microbiana (Herrera-Saldana et al., 1990a; Matras et al., 1991). Por outro lado, os microrganismos parecem resistir a períodos de não sincronismo na suplementação de nutrientes em muitos casos (Firkins, 1996). Estes resultados podem ser em parte explicados, pela alimentação cruzada entre bactérias, que interagem e podem prover substratos para outros microrganismos consorciados por um tempo mais longo durante o ciclo de alimentação, ou ainda, pela reciclagem da uréia, especialmente quando carboidrato está disponível para os microrganismos (McAllister et al., 1994).

Muitas pesquisas (Zinn, 1988; Herrera-Saldana et al., 1990a; Matras et al., 1991; Aldrich et al., 1993; Henning et al., 1993; Poore et al., 1993b; Zinn, 1993a; Zinn, 1993b) foram realizadas com objetivos específicos de determinar o efeito da sincronização na suplementação da proteína e energia sobre a síntese microbiana e produção. Quando se comparam os resultados, verifica-se melhora na eficiência de síntese microbiana e respostas positivas na produção de leite e

composição do leite, mas também nenhuma resposta sobre estas variáveis foi observada, para as dietas sincronizadas para alta ou lenta degradação ruminal. De modo geral, os ingredientes utilizados nas rações experimentais diferiram nas taxas de fermentação de amido e nitrogênio supondo-se que vários graus de sincronização foram alcançados. As rações avaliadas diferiram na composição dos ingredientes e, desta forma, o grau de sincronização da energia e nitrogênio pode ter sido confundido com outros efeitos no rúmen inerentes a um ingrediente específico. O uso de diferentes ingredientes com diferentes taxas de fermentação podem causar diferenças entre tratamentos em relação à razão e quantidades na energia e nitrogênio liberados no rúmen. As respostas observadas quando da sincronização da energia e nitrogênio no crescimento microbiano pode ter sido resultado de um melhor balanço na suplementação de energia e proteína (Henning et al., 1993).

2.1.7.4 Alteração na gordura do leite

O decréscimo na concentração da gordura do leite está muitas vezes associado ao aumento na suplementação de concentrados energéticos e ao fornecimento de fontes de amido de rápida fermentação ruminal. As respostas a este tipo de alimentação estão geralmente relacionada a mudanças na produção de acetato e produção de propionato ou mais especificamente uma redução relativa na disponibilidade de precursores lipogênicos *vs.* glucogênicos (Reynolds et al., 1997). A redução de acetato, butirato e β -hidroxibutirato sem a concomitante queda de glicose parece explicar o decréscimo na concentração da gordura do leite observado por Casse et al. (1994) quando propionato foi infundido na veia mesentérica. Rações com amido de rápida degradação no rúmen têm aumentado a proporção de propionato ou decréscimo de acetato mais butirato ou ambos quando a ingestão de amido é superior a 7 kg/dia (Casper &

Schingoethe, 1989; McCarthy et al., 1989; Casper et al., 1990). O efeito do fornecimento de fontes de amido com diferentes taxas de degradação ruminal em três níveis de ingestão (5,0; 6,0 e 7,5 kg/dia) sobre a composição e produção de leite foi avaliado por Jurjanz et al. (1998). O concentrado energético que foi degradado mais lentamente no rúmen aumentou o suprimento de energia permitindo que o teor de gordura do leite se mantivesse quando as vacas foram alimentadas com silagem de milho com alto nível de amido (350 g/kg de MS). O mesmo não ocorreu com a fonte de amido de alta degradabilidade ruminal. Todavia, quando o concentrado energético foi fornecido em menores quantidades, níveis baixo e médio de ingestão, a fonte de amido de alta ou de baixa degradabilidade ruminal, não afetou a síntese da gordura do leite.

Observa-se que apesar da fermentação ruminal do amido acarretar diminuições na concentração de gordura no leite, o aumento no fluxo de amido para o intestino delgado também parece causar resultados semelhantes. As comparações entre fontes de amido de alta e de baixa degradabilidade ruminal, em diversos trabalhos, têm mostrado que o conteúdo de gordura no leite é menor para as dietas contendo amido de baixa degradabilidade, apesar das condições ruminais indicarem uma maior relação acetato/propionato (Sutton, 1985; De Visser et al., 1990; De Visser, 1993). Sutton (1989) verificou que, se a redução no teor de gordura do leite for acompanhada pelo aumento na produção do leite, como no caso do fornecimento de concentrados a base de cevada (amido de rápida degradação ruminal) a produção de gordura diminui muito pouco e os aumentos nos ganhos de peso são reduzidos. Também Reynolds et al. (1996), verificaram que a infusão duodenal de amido acarretou um aumento na produção de leite, porém diminuiu a concentração de gordura no leite, sendo esta diminuição causada possivelmente devido a maior disponibilidade de glicose, o que poderia acarretar elevação de insulina no sangue, diminuindo a atividade lipolítica no tecido adiposo. A redução da concentração de gordura no leite

causou diminuição da energia no leite apenas nos níveis mais elevados de infusão, sugerindo que a maior parte do amido infundido foi oxidada ou ficou retida como energia nos tecidos.

Avaliando o efeito da infusão ruminal e duodenal na produção e composição do leite, Knowlton et al. (1998a), observaram aumentos semelhantes na produção de leite para os dois locais de infusão. Todavia, a infusão duodenal provocou um aumento na oxidação de glicose e na concentração de insulina plasmática e uma diminuição na concentração plasmática de ácidos graxos não-esterificados, indicando uma menor lipólise.

A redução na gordura do leite também foi associada à concentração de insulina no plasma e maior “turnover” de glicose quando dietas com grandes quantidades de concentrados foram fornecidas. Alta concentração de insulina diminui a lipólise e promove a lipogênese em detrimento da produção do lipídio do leite, porém os estudos de Reynolds et al. (1997) questionaram o papel da insulina como a única causa da redução da gordura do leite. Os autores observaram que a infusão de grandes quantidades de insulina e glicose em vacas leiteiras durante quatro dias não teve efeito significativo na redução da gordura do leite como é observado quando grandes quantidades de amido são fornecidas. Os autores concluíram que as mudanças no balanço da energia em direção a deposição da gordura corporal acompanhada da redução da gordura do leite pode ser em parte mediada pela elevação da concentração da insulina periférica. Segundo Van Soest (1994) a lipogênese no tecido adiposo responde a insulina, enquanto que na glândula mamária não, e cita alguns autores que sugeriram que o aumento da insulina estimula a atividade da lipase no tecido adiposo, reduzindo a disponibilidade dos ácidos graxos para glândula mamária acarretando a queda na gordura do leite.

Outra explicação para o decréscimo do teor da gordura do leite de vacas alimentadas com alta concentração de amido foi relacionada recentemente ao aumento na produção de ácidos graxos insaturados na forma *trans* no rúmen (Gaynor et al., 1994; Gaynor et al., 1995). A infusão no abomaso de ácidos graxos – *trans* resultou em aumento na suplementação intestinal e redução na concentração da gordura do leite, provavelmente via efeito direto sobre a glândula mamária (Gaynor et al., 1994). Aumentos na quantidade de C_{18:1-trans} no rúmen e na gordura do leite e redução no teor da gordura do leite quando dietas ricas em grãos no concentrado foram fornecidas foram verificados por Gaynor et al. (1995).

2.1.7.5 Alteração na proteína do leite

A concentração da proteína no leite é influenciada por muitos fatores, mas a magnitude dessas mudanças é menor que aquela observada para o conteúdo de gordura do leite. O aumento no teor protéico de dietas deficientes para níveis mais adequados resultam em aumentos nos teores de proteína no leite (Kennely & Glimm, 1998). A diminuição na taxa e extensão da digestão da proteína dietética no rúmen tem aumentado a porcentagem da proteína no leite, embora este efeito parece ser maior sobre o rendimento em termos de produção de leite e da produção de proteína no leite (Khorasani et al., 1994; Kennely & Glimm, 1998). A melhor utilização do N no rúmen foi verificado por Aldrich et al. (1993) e Shabi et al. (1998), quando vacas alimentadas com dietas sincronizadas com fontes de amido e proteína de rápida degradação ruminal, apresentaram aumentos no fluxo de nitrogênio bacteriano no intestino delgado, e o teor da proteína no leite foi aumentado, porém nenhum efeito sobre a produção de leite foi constatado para essas dietas. Aumentos nos teores de concentrados

acima de 50% da matéria seca resultaram em aumentos nos teores de proteína do leite como relatado por Fredeen (1996) e Kennelly & Glimm (1998).

Com relação aos efeitos das fontes de amido sobre o aumento na concentração da proteína do leite, os resultados observados na literatura divergiram quanto ao fornecimento de amido de rápida fermentação ruminal e aqueles que escapam da fermentação do rúmen, como por exemplo, o milho. O efeito da fonte de amido foi observado sobre a qualidade da proteína, mas não sobre o teor de proteína do leite. A concentração de caseína foi menor e da proteína do soro maior, quando o milho substituiu a cevada, uma fonte de rápida degradação ruminal (Khorasani et al., 1994). Estes autores concluíram que os efeitos da fonte de amido ou da relação forragem:concentrado parece ter maior impacto sobre a razão proteína:gordura do leite e sobre o rendimento relativo em proteína e gordura, do que sobre o teor protéico do leite.

Aumento na concentração da proteína do leite (Nocek & Tamminga, 1991; De Visser, 1993; Reynolds et al., 1997) e maiores produções de leite (Yu et al., 1997; Crocker et al., 1998; Yu et al., 1998) têm sido relatados para dietas com amido de alta degradabilidade ruminal e maior digestibilidade total do amido. O aumento na concentração de proteína do leite parece ser devido mais ao aumento na energia metabolizável fermentável, resultado da maior digestão da matéria orgânica ruminal e, conseqüentemente, da maior síntese de proteína microbiana e maior fornecimento de proteína no intestino, do que apenas ao efeito da fonte de amido (Reynolds et al., 1997). Estes autores, ainda, relacionaram as alterações no conteúdo da proteína do leite, com as mudanças na fermentação ruminal e nos metabólitos pós-absorção e nas respostas endócrinas, particularmente no “status” de glicose e insulina e na razão somatotropina:insulina, considerando o balanço de energia do animal. Os resultados das pesquisas sugerem que o aumento na concentração da proteína do

leite e na produção do leite é devido ao aumento no “turnover” de glicose e insulina plasmática e na suplementação de proteína metabolizável.

2.1.7.6 Alteração da lactose do leite

Dos três principais componentes do leite, a lactose parece ser aquele que menos altera às modificações alimentares. Sua concentração no leite, de modo geral, permanece constante, em média 5%. A lactose é o principal constituinte osmótico do leite. A lactose é derivada da glicose que pode ser proveniente da gliconeogênese ou da glicose absorvida no intestino delgado. Os resultados da infusão do ácido propiônico ou de glicose com a finalidade de modificar a composição do leite foram desanimadores, como relatado por Kennelly & Glimm (1998).

2.2 Nitrogênio não protéico

O nitrogênio é reconhecido como um elemento essencial para os animais há muitos anos. O uso do nitrogênio não protéico (NNP), na nutrição dos ruminantes teve sua origem em 1879, na Alemanha, sendo que em 1939 participava do arraçamento de animais nos Estados Unidos (Maynard et al., 1984, Huntington & Archibeque, 1999). A uréia, um NNP, começou a ser fabricada industrialmente em 1870, quando Bassarow promoveu sua síntese à partir do gás carbônico e da amônia. Mas foi no período de 1914 a 1918, devido a escassez de alimentos ocasionado pela primeira guerra mundial, que a Alemanha intensificou a utilização da uréia como fonte protéica na alimentação de ruminantes. O intuito do aumento na utilização de uréia visava uma produção intensiva e de baixo custo de carne e de leite.

O NNP não são proteínas, ou seja, não são aminoácidos reunidos por vínculo peptídico e existem tanto em animais quanto nas plantas. Embora exista uma variedade de composto NNP (compostos de purinas e pirimidinas, uréia, biureto, ácido úrico, glicosídeos nitrogenados, alcalóides, sais de amônio e nitratos), a uréia por causa do custo, disponibilidade e emprego, é uma das mais utilizadas. A uréia possui características específicas: é deficiente em todos os minerais, não possui valor energético próprio; é extremamente solúvel e no rúmen é rapidamente convertida em amônia, no entanto se fornecida em doses elevadas pode ocasionar toxidez (Maynard et al., 1984).

Considera-se que a degradabilidade da proteína no rúmen é a conversão da proteína da dieta até amônia, envolvendo então, o processo de digestão (proteína até aminoácidos) e de fermentação (aminoácidos até ácidos graxos voláteis) (Broderick et al., 1991 e Russell et al., 1991). Desta forma, a proteína é um dos ingredientes de custo mais elevado na dietas dos animais e a economia da produção está altamente dependente da eficiência de utilização da proteína. A uréia, entretanto, é transformada rapidamente à amônia, tendo um custo energético menor que o despendido pela proteína bruta.

2.2.1 Composição química da uréia

A uréia é solúvel em água, álcool, composto orgânico sólido, possui cor branca e é cristalizado através do sistema prismático. Quimicamente, é classificada como amida, daí ser considerada um composto nitrogenado não protéico (NNP), possui em sua composição pequena quantidade de ferro e chumbo, que não são considerados tóxicos (Tabela 1.3).

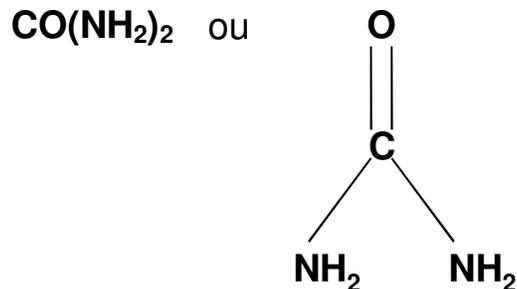
TABELA 1.3.Composição da uréia encontrada no Brasil

Compostos	Proporção (%)
Nitrogênio	46,4
Biureto	0,55
Água	0,25
Amônio livre	0,008
Cinza	0,003
Ferro + Chumbo	0,003

Petrofertil S.D.

A uréia é obtida através da síntese da amônia com o gás carbônico, em um reator, sob condições de elevada temperatura e pressão. A amônia na presença de CO₂ do ar dá a formação do carbamato de amônia. E, finalmente, esse produto, sob determinada pressão e temperatura, é decomposto em uréia e água (Petrofértil, [19--]).

A reação não se processa integralmente, necessitando de purificação, pois permanece no reator a uréia, carbamato de amônia, água e excesso de amônia. Nesta fase a mistura passa através das torres separadoras de alta pressão e de baixa pressão, a vácuo, onde se obtém uma solução de água-uréia. Os gases NH₃, CO e H₂O que saem da seção de purificação são absorvidos na seção de recuperação retornando para o reator como solução de reciclo (Petrofértil, S.D.). Assim, a fórmula da uréia é:



A amônia pertence à classe de substâncias chamadas eletrólitos fracos e, em solução, suas duas formas, a ionizada (NH_4) e a não ionizada (NH_3), estão em equilíbrio e as respectivas concentrações dependem do pH e da temperatura (Visek, 1984). Baseado em princípios físico-químicos, deduziu-se que as membranas celulares de mamíferos são altamente permeáveis à forma não ionizada NH_3 e que um rápido equilíbrio entre as formas NH_3 e NH_4 é estabelecido. A variação no pH através das membranas acarreta na formação de gradientes, desta maneira, ocorre concentração de amônia dentro dos compartimentos com menor pH (Visek, 1984).

A absorção de amônia é provavelmente passiva na forma não ionizada NH_3 (Smith, 1975), isto é, essa passa através das membranas no sentido de uma concentração fisiológica menor (gradiente fisiológico). A quantidade de amônia na forma não ionizada no rúmen depende do pH e da quantidade total de amônia. O pH parece ser o fator mais importante na determinação da quantidade de amônia absorvida, sendo a proporção de amônia na forma não ionizada pequena (0,38 a 2,50% para pH de 6,62 a 7,42). Para que se estabeleça rapidamente o equilíbrio da amônia que sai do meio, a forma não ionizada é rapidamente protonada para a forma ionizada: $\text{NH}_3 + \text{H}^+ \leftrightarrow \text{NH}_4$ (Visek, 1984, Huntington & Archibeque, 1999). Uma vez que a concentração de amônia na circulação periférica é mantida a baixos níveis devido à conversão de amônia a

uréia no fígado, existe um gradiente permanente que permite a absorção da amônia em excesso à capacidade de utilização dos microorganismos.

2.2.2 Degradação da proteína no rúmen

As proteínas dos alimentos, mais as proteínas endógenas da saliva, as células epiteliais descamadas e os restos dos microorganismos lisados, juntos, constituem o pool de proteína potencialmente fermentável no rúmen (Nolan, 1993), sendo que as proteínas constituem os principais compostos nitrogenados presentes nas forragens (Nolan, 1993; Van Soest, 1994).

A degradação da proteína é um processo múltiplo (Owens & Zinn, 1988; Russel et al., 1991), envolvendo solubilização, hidrólise extracelular, transporte para o interior da célula, deaminação e a formação de produtos finais (amônia, AGV, bióxido de carbono e metano), enquanto o termo fermentação refere-se somente aos dois últimos passos (Russel et al., 1991) e o termo digestão refere-se aos demais componentes (Valadares Filho, 1995). Portanto, fermentação e digestão são componentes distintos de um processo único, a degradação. De uma forma geral, todos os microorganismos ruminais parecem estar envolvidos no complexo sistema de degradação protéica ruminal.

Estudos diferenciados entre bactérias e protozoários têm mostrado que ambos possuem atividade proteolítica, mas a atividade específica da fração bacteriana tem se mostrado de 6 a 10 vezes maior que a dos protozoários (Cotta & Hespell, 1986). Isto pode ser explicado em parte pelo mecanismo empregado na degradação protéica. Enquanto as bactérias seguem os passos convencionais citados anteriormente, nos protozoários, o mecanismo parece se iniciar com o engolfamento de pequenas partículas alimentares e bactérias (Tamminga, 1979).

Os compostos solúveis no rúmem são atacados mais rapidamente e digeridos de forma mais completa do que os compostos insolúveis devido em parte às diferenças no acesso microbiano (Owens & Zinn, 1988; Nolan, 1993). O NRC (1985) afirma que parte das proteínas podem ser hidrolizadas diretamente a partir da fração particulada, sem necessariamente passar pelo estado solúvel. Atualmente, a solubilidade é utilizada mais como índice de taxa do que de extensão de proteólise (Owens & Zinn, 1988).

O primeiro passo para que se efetive a proteólise dos compostos dietéticos é a adsorção, ou da proteína solúvel à superfície bacteriana (Nungent & Mangan, 1981) ou da bactéria à partícula insolúvel de proteína (Broderick et al., 1991), o que confirma a não necessidade da total solubilização da fração protéica para que ocorra o ataque microbiano.

As enzimas proteolíticas estão intimamente associadas à parede celular bacteriana (NRC, 1985; Owens & Zinn, 1988) explicando a necessidade de adsorção inicial à partícula protéica para que se tenha início ao processo de proteólise. A hidrólise da proteína pelas enzimas microbianas leva à liberação de oligopeptídeos, os quais são então quebrados em pequenos peptídeos e aminoácidos (Wallace & Cotta, 1988), tornando-se prontamente disponíveis para absorção pelas bactérias, ocorrendo então, internamente, pela ação das endopeptidases, o complemento do processo de hidrólise protéica.

No processo de absorção, algumas bactérias parecem utilizar preferencialmente peptídeos a aminoácidos, mas a razão não é bem conhecida. Isto pode simplesmente ocorrer pelo fato de que, a utilização de peptídeos pode consistir de uma vantagem competitiva sobre a clivagem até aminoácidos, podendo haver maior eficiência em termos de custo de ATP por mol de aminoácido (Nolan, 1993).

O metabolismo bacteriano dos aminoácidos absorvidos é complexo e altamente integrado. Alguns são incorporados diretamente na proteína microbiana, enquanto que o restante é deaminado, formando α -cetoácidos e amônia, sendo os primeiros utilizados no processo de fermentação para produção de energia e a amônia excretada no meio (Nocek & Russel, 1988; Broderick et al., 1991). No interior do microrganismo podem ocorrer normalmente reações de transaminação, utilizando amônia e α -cetoácidos, a fim de sintetizar aminoácidos necessários para a síntese e momentaneamente não disponíveis no meio intracelular. Segundo Tamminga (1979) alguns microrganismos podem realizar a clivagem do aminoácido simplesmente pelo fato de não possuir transportadores específicos para excretá-lo. Poucas espécies utilizam os aminoácidos como fonte primária de energia (Russel et al., 1991).

Sendo que, para que haja incorporação de aminoácidos na proteína do microrganismo, há concomitantemente a necessidade de disposição de energia para que o processo seja efetivado. Desta forma, para que se reduzam as perdas de compostos nitrogenados ou, se maximize a fixação em proteína microbiana, há necessidade de sincronização das taxas de degradação de proteína e carboidratos no rúmen (Russel, 1992) fornecendo-se assim energia simultaneamente à síntese de proteína microbiana.

O comportamento de incorporação de aminoácidos em proteína microbiana não é homogêneo em toda a flora ruminal. Segundo Russel et al. (1992) os microrganismos ruminais diferem em dois grupos básicos: o primeiro, que degrada carboidratos não estruturais (CNE), utiliza peptídeos e amônia para síntese de proteína microbiana, numa razão média de 2/1 (66% de peptídeos e 34% de N amoniacal); o segundo grupo, que degrada carboidratos estruturais (CE) somente é capaz de utilizar amônia para síntese microbiana. O processo de captação de nitrogênio do meio, na forma de amônia é realizado por dois mecanismos enzimáticos: o primeiro é chamado de glutamato sintase e não

requer energia; o segundo, chamado de glutamamina sintetase, exige ATP, e é mais amplamente utilizado com baixos níveis de amônia no meio (Erfle et al., 1977). Desta forma, a amônia liberada no processo de fermentação de aminoácidos, juntamente com o N amoniacal presente no meio pode ser incorporado novamente ao processo, na forma de proteína. Porém, em condições normais, a produção de amônia no rúmen, muitas vezes, excede a sua capacidade de utilização, ocorrendo acúmulo e posterior remoção do ambiente ruminal, principalmente via difusão, podendo posteriormente retornar ao rúmen ou ser perdida como uréia (Russel et al., 1991; Coelho da Silva, 1992). Segundo Russel et al. (1992) quanto maior for a degradabilidade da proteína da ração, maior será a produção de amônia e possivelmente, maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na forma de uréia.

2.2.3 Ciclo da uréia e reciclagem de nitrogênio

A proteína dietética é amplamente degradada no rúmen, gerando grande quantidade de amônia. Esta é potencialmente incorporada pelos microrganismos, principalmente os que degradam carboidratos estruturais, na forma de proteína microbiana. Porém, em muitas ocasiões a amônia liberada suplanta a capacidade de captura e metabolismo pelos microrganismos. Segundo Nolan (1993), o N amoniacal do rúmen pode ser removido, além da fixação na proteína microbiana, por difusão através da parede do rúmen ou do fluxo de fluido para o trato posterior, porém, esta segunda via é quantitativamente menos importante.

Nos mamíferos, a amônia absorvida no trato gastrointestinal (nos ruminantes, principalmente no rúmen - retículo), ou ainda liberada durante o catabolismo de aminoácidos e ácidos nucleicos, é convertida no fígado a uréia, sendo posteriormente excretada na urina (Nolan, 1993; Brody, 1994).

Segundo Brody (1994), para que haja a formação de uma molécula de uréia, são necessários três moléculas de ATP, o que acaba se tornando extremamente custoso energeticamente para o animal, porém, a cada volta do ciclo, é formada uma molécula de fumarato que pode ser incorporada ao ciclo do ácido cítrico, potencializando a formação de duas moléculas de ATP, o que nos leva a um gasto de apenas um ATP por molécula de uréia formada.

Quanto ao destino final da uréia produzida no metabolismo da amônia, os ruminantes assumem uma característica importante frente aos outros mamíferos, que é a possibilidade do retorno (reciclagem) deste nitrogênio, agora na forma de uréia para o trato digestivo, notadamente no rúmen retículo (NRC, 1985). A reciclagem de uréia ocorre principalmente através da saliva ou por difusão através da parede ruminal (Van Soest, 1994) e ao chegar ao rúmen é prontamente degradada a amônia pelas bactérias ureolíticas, que habitam principalmente a superfície epitelial do órgão (Coelho da Silva & Leão, 1979), tornando o nitrogênio novamente disponível para os microrganismos.

A concentração de amônia no rúmen é função do equilíbrio entre as taxas de produção e absorção (Broderick et al., 1991). Sua absorção é feita por difusão passiva através da parede ruminal (Nolan, 1993) e está intimamente ligada à concentração de sua forma não ionizada no fluido ruminal (potencialmente absorvível), sendo portanto função de sua concentração total e do pH do meio (Nolan, 1993).

Segundo Van Soest (1994), o nível de amônia no sangue tende a ser menor que o do rúmen, ao passo que, o nível de uréia é menor no rúmen que no sangue, criando um potencial favorável de transferência mútua entre os dois compostos favorecendo a reciclagem. Esta torna-se fundamental quando o animal se encontra exposto a baixos níveis nutricionais, o que torna os

ruminantes aptos a conservar melhor a proteína que outras espécies sob estas condições (Broderick et al., 1991).

O NRC (1985) considera que, a quantidade de nitrogênio reciclado na forma de uréia para o rúmem é função do animal e das condições dietéticas e sugere a equação descrita abaixo para o cálculo da reciclagem total de nitrogênio: $Y = 121,7 - 12,01X + 0,3235X^2$

Onde: Y = N-uréia reciclado (% do N ingerido); X = Proteína dietética ingerida.

Para Van Soest (1994) a quantidade de uréia reciclada é relativamente independente do N dietético, uma vez que o pool corporal de uréia está sob controle fisiológico homeostático, esta tenderia a ser constante. Desta forma, o que variaria seria a quantidade relativa ou eficiência de reciclagem do nitrogênio. Em condições de baixo plano nutricional protéico, as perdas na urina seriam relativamente menores, aumentando a proporção reciclada de N, situação inversa em uma nutrição protéica mais elevada.

A Tabela 1.4 mostra a relação de nitrogênio reciclado em função de seu consumo, de acordo com a equação descrita pelo NRC (1985):

TABELA 1.4. Proporção de N reciclado em função do N ingerido.

Proteína ingerida (% MS)	N reciclado (% N ing.)
1	110,01
2	98,34
3	88,58
5	69,74
10	33,95
12	24,16

Fonte: NRC (1985).

A reciclagem assume portanto, grande importância para manutenção dos níveis mínimos de N ruminal para que se observe ao menos os níveis mínimos de produtividade sob baixos planos nutricionais. Segundo Minson (1990) para que haja funcionamento do rúmen sem comprometimento das atividades microbiológicas básicas, há necessidade de ao menos 7% de proteína bruta (\approx 1% de N) na MS ruminal. O NRC (1989) recomenda, para que sejam observados níveis aceitáveis de digestibilidade ruminal da MS seja mantida uma concentração de amônia ruminal igual ou superior a 5 mg/dl.

2.2.4 Efeito do uso de NNP sobre o consumo de matéria seca e sobre a composição e produção de leite

Alterações no consumo de MS em animais recebendo uréia foram observadas em alguns estudos. Segundo Huber & Kung (1981), a diminuição no consumo de alimentos com o uso de altas quantidades de uréia na dieta pode

ocorrer em animais, mesmo quando estes foram adaptados fisiologicamente. De acordo com Huber (1978), a redução no consumo em vacas ao ingerirem quantidades moderadas de uréia ocorre devido a sua baixa aceitabilidade e não por motivos ruminais ou pós ruminais.

O proposto mecanismo de ação da uréia sobre o consumo, devido a sua aceitabilidade, não é sustentado por alguns autores. Wilson et al. (1975) avaliaram o consumo de bovinos em dietas com 1% e 3% de uréia, com diferentes formas de administração: 1 ou 3% de uréia (15,85% PB) fornecido pela dieta; 1% de uréia na dieta e 2% via cânula ruminal e 1% de uréia na dieta com 2% de uréia via infusão ruminal contínua. Todas as dietas com mais de 1% de uréia reduziram o consumo, independentemente da forma de administração, o que indica que a palatabilidade não foi o único fator nesta redução. Os autores sugeriram que metabólitos intermediários da uréia podem ser os responsáveis pela diminuição da ingestão de alimentos, quando o teor de uréia na ração total está acima de 1%.

Boin (1994) postulou que o uso de uréia como fonte de nitrogênio para ruminantes pode, quando em quantidade que provoque intoxicações sub-agudas, ser responsável pela depressão no consumo de alimentos.

Trabalhando com vacas leiteiras canuladas, Carmo (2001) não verificou diferença no consumo de matéria seca e na digestibilidade aparente dos nutrientes no trato digestivo total, quando da substituição parcial do farelo de soja por 2% de uréia ou o equivalente em amiréia.

Segundo Rindsig (1977), a utilização de uréia para caprinos leiteiros não deve ultrapassar 1% da MS total da dieta, ou a substituição de nitrogênio protéico por NNP deve ser inferior a 30% do total de proteína da dieta, para que não ocorra redução no consumo.

Santos & Bose (1985) não observaram diferença no consumo de matéria seca total (volumoso e concentrado) por quilograma de peso metabólico com a inclusão de 0,4, 0,8 ou 1,2% da MS de uréia, em dietas para cabras em lactação. Entretanto, os autores observaram que à medida que se aumentou o teor de uréia na dieta houve redução no consumo de concentrado por quilo de peso metabólico com tendência de aumento do consumo de volumoso.

Fernandez et al. (1988), ao alimentarem cabras primíparas com dietas contendo: 9,5% de PB, 14% de PB e 14% de PB com 33% do N fornecido na forma de uréia (0,75% de uréia na MS) não observaram diferenças no consumo de matéria seca em relação a utilização de uréia. Do mesmo modo, Fernandez et al. (1997), ao avaliarem os efeitos da utilização de uréia (0,75 ou 1,28% da MS) na dieta de cabras leiteiras sobre o desempenho da lactação, não verificaram diferença no consumo de matéria seca.

Santos & Bose (1985) observaram redução na produção de leite de cabras (33 kg de PV e 6,5 kg de leite/semana) quando a uréia (0,4; 0,8; 1,2 da MS) substituiu parcialmente farelo de soja e de algodão. A fonte de volumoso utilizada foi cana-de-açúcar constituindo 70% da MS. Por outro lado, Brun-Bellut et al. (1991) relataram que a produção leiteira de cabras alimentadas com 36% de caroço de algodão (controle) ou concentrado contendo 1% de uréia associado a 24% de caroço de algodão não apresentavam diferenças quanto à produção de leite e leite corrigido para gordura. Entretanto, animais que receberam 2 ou 3% de uréia em suas dietas apresentaram menor produção de leite corrigido que os animais controle ou com 1% de uréia.

Os efeitos do uso de NNP sobre a produção de vacas leiteiras tem sido amplamente estudados. Broderick et al. (1993), ao compararem suplementação com proteína verdadeira ou com uréia em dietas com silagem de alfafa e milho

na alimentação de vacas leiteiras, não observaram diferenças em produção de leite assim como nos teores de proteína e gordura do leite.

Em uma vasta revisão de literatura sobre o uso de NNP em bovinos leiteiros, Santos et al. (1998) relataram que a substituição, parcial ou total, da proteína verdadeira por uréia, em um total de 23 comparações não afetou a produção de leite em 20 estudos, e aumentou o teor de proteína em 5, com vacas produzindo em média 34,5 kg/dia.

Recentemente, Imaizumi (2000) verificou que a uréia (1,3% da MS) associada ao farelo de soja, foi tão eficiente quanto o farelo de soja em suprir aminoácidos à glândula mamária de vacas em final de lactação produzindo entre 12 e 13 kg de leite/dia.

Recentemente, Carmo (2001), ao substituir parcialmente farelo de soja por uréia (2%) ou amiréia na dieta de vacas leiteiras em final de lactação (20 kg de leite/dia) não observou diferença na produção de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura, assim como na concentração de proteína e lactose do leite. Entretanto, teor de gordura do leite foi afetado pelos tratamentos sendo maior para o tratamento com uréia.

2.2.5 Avaliação do perfil protéico dos animais

O aumento de ingestão de N influencia os metabólitos nitrogenados ruminais, sangüíneos e o N uréico do leite (NUL). A concentração de N uréico no plasma pode ser afetada por vários fatores como teor e degradabilidade ruminal da proteína da dieta, potencial de produção e estágio de lactação (Blowey, 1992).

Vários fatores podem influenciar no aumento de nitrogênio uréico do plasma (NUP): aumento da ingestão de proteína; aumento da proporção de

proteína degradável no rúmen, já que resultaria em uma maior proporção de proteína dietética sendo convertida em amônia; diminuição na ingestão de energia disponível para síntese de proteína microbiana, aumentando a saída de amônia pela parede ruminal; aumento do pH ruminal levando ao aumento de NH_3 , o qual atravessa a parede ruminal com maior velocidade que NH_4 ; aumento do catabolismo e ou falência renal (NRC, 1989).

Broderick (1997), ao estudar a relação entre as concentrações de N uréico no leite e no plasma assim como, a capacidade de utilização da concentração de N uréico no leite (NUL) em demonstrar o perfil protéico dos animais, relataram como fatores de relevância: teor de proteína bruta da dieta, relação PB:ELL (Mcal), consumo excessivo de N e concentração de amônia ruminal.

A proporção de proteína degradável e não degradável no rúmen tem uma relação próxima com a quantidade de uréia circulando no sangue e, conseqüentemente, na concentração de uréia no leite. A amônia ruminal, uréia do sangue ou plasma e uréia no leite estão altamente correlacionadas (Brun-Bellut et al., 1983; DePeters & Ferguson, 1992; Burchard & Block, 1998). Em caprinos, Lu et al. (1990) e Sahlú et al. (1993) verificaram que o aumento da ingestão de PB elevou a concentração de amônia ruminal, porém, não apresentou diferença na concentração de nitrogênio uréico no plasma.

A amônia absorvida a partir do rúmen, e presente na corrente circulatória, é removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia diretamente por condensação com o CO_2 mitocondrial para formar carbamil-fosfato na presença da enzima carbamil-fosfato sintetase. Apenas metade do nitrogênio uréico (N-uréico) é originária da amônia livre, sendo o outro N proveniente do aspartato citoplasmático, atuando como doador específico de N na conversão da citrulina em arginina (Lehninger et al., 1995). A

síntese de uréia no fígado reflete não somente a absorção de amônia a partir do rúmen, bem como a captação de amônia, aminoácidos e peptídeos a partir de todo o trato gastrointestinal (Van der Walt, 1993).

Além das circunstâncias em que ocorre o aporte abrupto de grandes quantidades de compostos nitrogenados, excedentes de amônia podem também ser gerados quando houver desbalanço entre a disponibilidade de energia (baixa) e de proteína (alta), sendo a taxa na qual a energia é gerada para o crescimento microbiano não sincronizada com a degradação mais rápida de proteína. Na realidade, a taxa de produção de amônia no rúmen freqüentemente excede sua capacidade de utilização pelas espécies microbianas; portanto, quantidades consideráveis podem se acumular no rúmen (Russel et al., 1991).

Originalmente tinha-se que a quantidade diária de N ingerido era o maior determinante da produção corporal de uréia (Siddons et al., 1985 e Thomson et al., 1995). Harmeyer & Martens (1980) estimaram um coeficiente de correlação (r) de 0,88 entre ingestão de N e síntese de uréia no organismo e afirmaram que a forma de N oferecido e/ou absorvido (amônia ou aminoácidos) era relativamente pouco importante em termos de produção hepática de uréia. Broderick, em 1995, citado por Valadares et al. (1997), afirmou que a concentração elevada de uréia plasmática está relacionada com a utilização ineficiente da proteína bruta da dieta. Porém, mais recentemente, trabalhos mais extensos têm resultado em dados que demonstram correlações fracas entre ingestão de N e produção de uréia (Lapierre & Lobley, 2001). Roseler et al. (1993) chamam atenção acerca da qualidade da proteína ingerida quanto a sua degradabilidade ao nível ruminal.

O nitrogênio reciclado na forma de uréia sintetizada no fígado pode prover uma substancial contribuição para a disponibilização de N junto ao trato gastro-intestinal (Lapierre & Lobley, 2001). Parte da uréia sanguínea é

transferida ao rúmen através da saliva ou do epitélio ruminal, embora pareça que a uréia é capaz de entrar no sistema digestivo em todos os pontos do trato (Siddons et al., 1985). Segundo Nolan (1993), a transferência de uréia na saliva é o produto do fluxo salivar e a sua concentração varia de 30 a 60% da concentração sangüínea. Já a transferência através do epitélio ruminal ocorre provavelmente por difusão passiva, sendo que a camada epitelial queratinizada constitui barreira para o movimento da uréia, mas menos efetiva para a amônia aí formada pela ação da urease produzida pelas bactérias que proliferam nas camadas epiteliais cornificadas. Então, o potencial para transferência de uréia para o rúmen é aumentado se há alta concentração sangüínea, grande atividade de urease, baixo pH ruminal e diminuição da concentração ruminal de amônia (Siddons et al., 1985).

A uréia plasmática em excesso na corrente circulatória é eliminada através dos rins, sendo filtrada nos glomérulos e reabsorvida ao longo dos túbulos renais por processo passivo, secundário à reabsorção de fluídos (Kolb, 1984). Segundo Harmeyer & Martens (1980), a quantidade de uréia excretada pelos rins depende da concentração plasmática de uréia, da taxa de filtração glomerular e da reabsorção tubular de uréia. Esses autores afirmaram que os rins possuem mecanismos específicos que modificam a excreção ou retenção do N de acordo com as necessidades metabólicas dos animais. A excreção renal pode ser incrementada, contrapondo-se à retenção, quando o consumo de N é mais que suficiente para as demandas, e pode ser inibida quando a disponibilidade dietética é limitada. Os mesmos autores afirmaram ainda que alterações na concentração plasmática são os principais fatores regulatórios da excreção renal de uréia sob uma variedade de condições dietéticas.

2.3 Amiréia

2.3.1 Histórico e características

Em virtude do mecanismo pelo qual os microrganismos sintetizam proteína microbiana a partir da amônia (resultante na hidrólise da uréia ou da degradação de aminoácidos) e de esqueletos de carbono, a manipulação adequada de uma fonte de energia, ou da relação entre energia disponível e amônia liberada, poderia incrementar mais o uso de nitrogênio não protéico (NNP) (Smith, 1979). Campos & Rodrigues (1984) afirmaram que a eficiência da utilização da amônia é maior em dietas com baixo nível de nitrogênio e que contenham altos níveis de energia, além de minerais e outros componentes que aumentem a atividade microbiana. Desta forma, as perdas de nitrogênio amoniacal podem ser reduzidas se a taxa de fermentação dos carboidratos degradáveis no rúmen for devidamente sincronizada com a taxa de degradação de proteína, favorecendo o desenvolvimento da flora microbiana e a utilização dos alimentos (Herrera-Saldana et al., 1990a, b; Cameron et al., 1991).

A velocidade de degradação ruminal produzida pela ação microbiana ruminal sobre as diferentes frações dos alimentos repercute sobre a dinâmica e equilíbrio dos fluxos de substratos disponíveis para os microrganismos do rúmen (McCarthy et al., 1989); assim, qualquer metodologia que efetivamente torne a uréia solúvel à taxa mais lenta do que a fornecida *in natura* poderia conduzir à sua otimização em dietas para ruminantes, desde que adequadamente balanceadas para esse fim. A liberação gradual de amônia permite aos microrganismos do rúmen síntese contínua de proteína celular (Cass et al. 1994).

Pesquisadores do Estado do Kansas (EUA) combinaram grãos de cereais e uréia num processo de extrusão e cozimento, sob condições de calor, umidade e pressão, o que provoca a gelatinização do amido dos grãos. Este produto

recebeu o nome de *starea*, e nada mais é do que o resultante da fusão das palavras inglesas *starch* (amido) e *urea* (uréia) (Helmer et al., 1970a; 1970b e Bartley & Deyoe, 1975). Segundo os autores, neste tipo de processamento, o grânulo de amido é gelatinizado e a uréia é modificada de uma estrutura cristalina para uma forma não-cristalina, sendo a maior parte das estruturas não-cristalinas encontradas dentro da porção gelatinizada, tornando-a mais palatável que misturas não processadas de grão e uréia, melhorando a aceitabilidade do concentrado. De acordo com Stiles et al. (1970), a extrusão provoca a incorporação da uréia na estrutura do amido, o que promove melhora na aceitabilidade dos concentrados que a incluem em suas composições.

Na década de 80, no Brasil, este produto foi desenvolvido com o mesmo objetivo pela Universidade Federal de Lavras (então Escola Superior de Agricultura de Lavras) e recebeu o nome de *amiréia* (Maia et al., 1987).

Carmo et al. (1999) estudaram a degradabilidade do nitrogênio no milho extrusado com uréia e verificaram diminuição de cerca de 20% na solubilidade do nitrogênio, confirmando valores anteriormente obtidos por Silva (1999). Deste modo, este produto funciona como um complexo de liberação gradual de amônia, o que pode permitir aos microrganismos do rúmen uma síntese contínua de proteína. Isso foi evidenciado por Helmer et al. (1970b) quando, em um experimento *in vitro*, notaram concentrações (mg.mL^{-1}) maiores de proteína microbiana e menores de amônia no fluido ruminal após quatro horas de fermentação, quando o substrato utilizado foi a *starea*, ao invés da uréia. A menor concentração de amônia no fluido ruminal deve ter ocorrido como consequência do aumento da eficiência dos microrganismos em utilizar a *amiréia* como fonte de nitrogênio. Resultados semelhantes foram observados por Maia et al. (1987), os quais estimaram a síntese de proteína microbiana *in vitro* utilizando como substrato quatro misturas de raspa de mandioca (fonte de amido) com uréia, processadas ou não, e verificaram que a síntese protéica com

base nas misturas processadas (amiréia) foi superior (2,5 a 3 vezes) em relação às misturas não processadas. Também Sinclair et al. (1993) observaram que a produção de proteína microbiana (g N. kg^{-1} de MO ingerida) e a eficiência de síntese de proteína microbiana (g N. kg^{-1} de MO verdadeiramente fermentável) foram, respectivamente, 27 e 13% superiores, quando ovinos foram alimentados com dietas sincronizadas na liberação de N e energia no rúmen.

Helmer et al. (1970b) constatou, ainda, que a proteína microbiana produzida possuía mais aminoácidos essenciais.

Além disso, o amido gelatinizado que compõe a amiréia diminui as perdas de amônia a partir do rúmen, já que sua taxa de fermentação é sincronizada com a taxa de degradação da proteína (ou uréia). Quando o suprimento de carboidratos disponíveis no rúmen aumenta, há mais energia para induzir à síntese de proteína microbiana e à utilização de amônia (Russel, 1992).

Nocek & Taminga (1991) lembram que no sentido de otimizar a síntese protéica no rúmen, os carboidratos de degradação mais lenta teriam vantagem quando comparados aos carboidratos de rápida degradação, e que estes últimos, na verdade, perturbariam o equilíbrio do ecossistema ruminal, podendo vir a ser tóxicos para os próprios microrganismos, quando em excesso (Russel, 1998). Neste sentido, a avaliação do potencial de degradabilidade dos carboidratos tem papel importante no aspecto de contribuir para permitir a elaboração mais eficiente de produtos como a amiréia.

McCarthy et al. (1989) observaram que rações compostas de milho (carboidrato de degradação mais lenta), independentemente da fonte de proteína (farinha de peixe ou farelo de soja - lenta e rápida degradabilidade, respectivamente), propiciaram maiores consumos de MS, MO e amido e maior produção de leite em vacas Holandesas multíparas, em início de lactação, quando comparadas com rações que continham cevada (carboidrato de rápida

degradação ruminal). Assim, a taxa de fermentação do amido pode influenciar a taxa de utilização da amiréia pela alteração do suprimento de energia para o crescimento microbiano (Russel et al., 1984).

Outras tentativas de extrusão da uréia também foram levadas a efeito, como, por exemplo, o trabalho de Higgenbotham (1984), citado por Huber (1984), que forneceu, a vacas lactantes, uréia extrusada com sementes de algodão e obteve maiores produções leiteiras do que as alcançadas por vacas que forem alimentadas somente com sementes processadas sem uréia ou quando houve fornecimento de semente integral com e sem uréia.

2.3.2 Desempenho de animais alimentados com amiréia

Como suplemento nitrogenado para bovinos em sistema de pastejo, pode-se citar o trabalho de Teixeira et al. (1998), em que um tipo de amiréia (com 150%EqPB) foi administrado a novilhos mestiços (peso médio de 273,6 kg) sob pastejo de *Brachiaria decumbens*. Os autores verificaram que quando a amiréia foi fornecida junto ao sal mineral numa proporção de 2:1, o ganho de peso dos animais foi 49,4% superior ao obtido pelos animais que receberam apenas sal mineral+uréia (proporção 1:1), embora os consumos diários de uréia tivessem sido bastante próximos (23,03 e 28,09 g.animal⁻¹ para o tratamento uréia+sal mineral (1:1) e amiréia+sal mineral (2:1), respectivamente).

Por sua vez, Oliveira et al. (2002), utilizando machos da raça nelore com peso médio de 373,8 kg, não verificaram vantagens do uso da amiréia na composição de misturas múltiplas, nem mesmo com relação ao uso de uréia como fonte nitrogenada de uma das misturas, ou ainda com relação ao tratamento controle (apenas sal mineralizado). No entanto, os autores chamaram a atenção para a excelente qualidade das pastagens (*Brachiaria brizantha*, CV Marandu) que compunham os piquetes experimentais, o que poderia impedir a

manifestação do caráter suplementar das misturas múltiplas. Este aspecto fica ressaltado quando se verifica que a ingestão de MS total; em relação ao peso vivo dos animais, em todos os tratamentos, atingiu mais de 2%, sendo o maior índice verificado justamente no tratamento testemunha (sem suplementação de nitrogênio), que foi de 2,44% do peso vivo; nenhum dos resultados dentro desta variável diferiu significativamente dos outros.

Sob condições de engorda em regime de confinamento, Seixas et al. (1999) lembram que as rações utilizadas na alimentação dos animais são resultantes da combinação de diferentes alimentos e que a procura por ingredientes que proporcionem adequação nutricional e economia torna-se ponto chave para o empreendimento. Os autores utilizaram rações completas, enriquecidas com concentrados tendo o farelo de algodão, a uréia ou a amiréia como fonte de nitrogênio suplementar. A silagem de milho foi utilizada como volumoso. Não foram verificadas diferenças significativas entre as dietas quanto ao ganho de peso diário, conversão alimentar e conversão protéica, embora nestes três aspectos o concentrado com amiréia tenha proporcionado resultados numericamente melhores em relação aos outros tratamentos (farelo de algodão e uréia).

Salman et al. (1997), utilizando ovinos, avaliaram o consumo e digestibilidade aparente da MS e PB de dietas à base de silagem de milho suplementadas com farelo de algodão, uréia e amiréia e não conseguiram apurar diferenças significativas quanto ao consumo de MS e matéria seca digestível (MSD), embora salientassem que a ingestão desta última tivesse sido 40% maior que a alcançada pelo tratamento com uréia. Já com relação à digestibilidade aparente da MS, o tratamento com amiréia proporcionou os melhores resultados ($P < 0,05$).

Em outro trabalho, sob as mesmas condições experimentais e comparando as mesmas fontes (amiréia, uréia e farelo de algodão), Ezequiel et al. (2001) verificaram a superioridade da amiréia em relação à uréia no que concerne à digestibilidade da FDN, o que de certa forma pode ter repercutido em uma pequena (ainda que não significativa) melhora da digestibilidade da energia, apesar do baixo coeficiente de variação encontrado (5,95%).

Alguns ensaios em que se estudou a possibilidade de a amiréia substituir farelos protéicos também foram realizados. Por exemplo, Teixeira et al. (2000) avaliaram o desempenho de bezerros leiteiros, com idade inicial de 21 dias, que tiveram o farelo de soja (T1) de seus concentrados substituídos integralmente por amiréia (T2), mistura de raspa de mandioca + uréia (T3) ou pela combinação das duas alternativas (T4). Nenhuma diferença foi verificada entre os tratamentos quanto ao ganho de peso diário, o consumo de concentrado e de volumoso e a conversão alimentar dos bezerros, de maneira que os autores concluíram que a amiréia, inclusa nos concentrados ao nível de 17,4%, se mostrou viável como fonte protéica, comparada ao farelo de soja.

Animais cujas demandas protéicas são elevadas, como é o caso de vacas de alta produção, também foram alvo de estudos quanto ao uso da amiréia em suas dietas. A recomendação de se suplementar estes animais com proteína não degradável no rúmen, ou proteína protegida, tornou-se prática comum e amplamente aceita por nutricionistas e produtores nos últimos anos. Carmo et al. (2001) avaliaram a ingestão de MS, produção e composição do leite de vacas (múltiparas e primíparas) com período médio de lactação de 200 dias e produção de 22 kg.dia⁻¹, no início do experimento, que receberam dietas e que se alternaram, como fonte protéica, o farelo de soja, a amiréia e a uréia, e obtiveram melhores respostas, em termos de kg de leite diários produzidos, para as vacas que tiveram a amiréia como fonte de N, assim como também foram

melhores as ingestões de MS deste grupo, embora não tivessem sido analisadas estatisticamente.

Também alguns trabalhos foram realizados na tentativa de avaliar diferentes aspectos qualitativos da amiréia. Por exemplo, Teixeira et al. (1991) utilizaram ovinos fistulados no rúmen com o objetivo de avaliar a degradabilidade e a taxa de degradação *in situ* de amiréias (obtidas a partir de diferentes fontes de amido - raspa de mandioca, farinha de mandioca, sorgo e milho) comparativamente às do farelo de soja e farelo de algodão. Os tratamentos constituídos por amiréia apresentaram valores maiores de degradabilidade, sendo que a amiréia elaborada a partir da raspa de mandioca proporcionou os valores de degradabilidade mais elevados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRICH, J. M.; MULLER, L. D.; VARGA, G. A.; GRIEL JR.; E. L. C. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 4, p. 1091-1104, Apr. 1993.

ARIELI, A.; BRUCKENTAL, I.; KEDAR, O.; SKLAN, D. In sacco disappearance of starch nitrogen and fat in processed grains. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 51, n. 3/4, p. 287-295, Feb. 1995

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE QUEIJO – ABIQ. **Papel da associação**. São Paulo, 1995. 8 p.

BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W. Starea as a protein replace for ruminants. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 47, n. 30, p. 42-44, July 1975.

BEAUCHEMIN, K. A.; MCALLISTER, T. A.; DONG, Y. et al. Effects of mastication on digestion of whole cereal grains by cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 236-247, Jan. 1994.

BEAUCHEMIN, K. A.; RODE, L. M.; YANG, W. Z. Effects of nonstructural carbohydrates and source of cereal grain in high concentrate diets of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 8, p. 1640-1650, Aug. 1997.

BLAUWIEKEL, R.; KINCAID, R. L. Effect of crude protein and solubility and blood constituents of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 8, p. 2091-2098, Aug. 1986.

BLOWEY, R. W. **Bovine medicine diseases and husbandry of cattle** Oxford: Blackwell, 1992. p. 601-604: Blood Metabolites.

BOIN, C. Uréia para ruminantes. In: SIMPOSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. 198 p.

BRODERICK, G. A. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentration of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 11, p. 2964-2971, Nov. 1997.

BRODERICK, G. A.; CRAIG, W. M.; RICKER, D. B. Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grain plus mixtures of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2266-2274, Aug. 1993.

BRODERICK, G. A.; WALLACE, R. J.; ØRSKOV, E. R. Control of rate and extent of protein degradation. In: TSUDA, T.; SASAKI, Y.; KAWASHIMA, R. (Ed.). **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**. New York: Academic Press, 1991. p. 542-592.

BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1994. 658 p.

BRUN-BELLUT, J.; LAURENT, F.; VIGNON, B. Urea content in milk and nitrogen utilization in lactating goats. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 1983, Clermont-Ferrand. Versailles: INRA, 1983. p. 231.

BRUN-BELLUT, J.; LINDBERG, J. E.; HADJPANAYIOTOU, M. Protein nutrition and requirements of adult dairy goats. In: MORAND-FEHR, P. **Goat nutrition**. Wageningen: Pudoc, 1991. p. 82-93.

BURCHARD, J. F.; BLOCK, E. Nutrição do gado leiteiro e composição do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 1998, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1998. p. 87.

CALDAS NETO, S. F. **Digestibilidade parcial e total, parâmetros ruminais e degradabilidade de rações com mandioca e resíduos das farinhas**. 1999. 66 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

CAMERON, M. R.; KLUSMEYER, T. H.; LYNCH, G. L.; CLARK, J. H. Effects of urea and starch on rumen fermentation nutriente passage to the duodenum and performance of cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 4, p. 1321-1336, Apr. 1991.

CAMPOS, O. F. de; RODRIGUES, A. de A. Uréia para bovinos em crescimento. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 142-173.

CARMO, C. A. **Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação.** 2001. 74 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Querroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CARMO, F. R. G. et al. Degradabilidade ruminal "in situ" da matéria seca e proteína bruta da amiréia contendo 25% de uréia com diferentes granulometria. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNESP, 11., 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1999. p. 254.

CASPER, D. P.; SCHINGOETHE, D. J. Lactational response of dairy cows to diets varying in ruminal solubilities of carbohydrate and crude protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 4, p. 928-941, Apr. 1989.

CASPER, D. P.; SCHINGOETHE, D. J.; EISENBEISZ, W. A. Response of early lactation dairy cows feed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 4, p. 1039-1050, Apr. 1990.

CASS, J. L.; RICHARDSON, C. R.; SMITH, K. J. Evaluation of slow ammonia release from urea/calcium compounds. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, p. 243, 1994. Supplement, 1.

CASSE, E. A.; RULQUIN, H.; HUNTINGTON, G. B. Effect of mesenteric vein infusion of propionate on splanchnic metabolism in primiparous Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 11, p. 3296-3303, Nov. 1994.

CERNEAU, P.; MICHALET-DOREAU, B. In situ starch degradation of different feeds in the rumen. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 31, n. 1, p. 65-72, 1991.

CHEN, K. H.; HUBER, J. T.; SIMAS, J.; THEURER, C. B.; SU, P.; CHAN, S. C.; SANTOS, F.; WE, Z.; SWINGLE, R. S. Effect of enzyme treatment or steam-flaking of sorghum grain on lactation and digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, N. 8, p. 1721-1727, Aug. 1995.

CNA. Valor bruto da produção agropecuária brasileira. **Indicadores Rurais**, v. 46, n. 181, p. 1-12, nov./dez. 2001.

COELHO DA SILVA, J. F. Proteína na nutrição de ruminantes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 175, p. 9-15, 1992.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocetes, 1979. 384 p.

COTTA, M. A. Interaction of ruminal bacteria in the production and utilization of maltooligosaccharides from starch. **Applied Environmental Microbiology**, Washington, v. 58, n. 1, p. 48-53, Jan. 1992.

COTTA, M. A.; HESPELL, R. B. Protein and amino acid metabolism of rumen bacteria. In: MILLIGAN, L. P.; GROVUM, W. L.; DOBSON, A. (Ed.). **Control of digestion and metabolism in ruminants**. New Jersey: Prentice-hall, 1986. p. 122-136.

CROCKER, L. M.; DePETERS, E. J.; FADEL, J. G.; TAYLOR, S. J.; WYCKOFF, J. A. Influence of processed corn grain in diets of dairy cows on digestion of nutrients and milk composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 9, p. 2394-2407, Sept. 1998.

CROOM, W. J.; JR, BULL, L. S.; TAYLOR, I. L. Regulation of pancreatic exocrine secretions in ruminants: A review. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 122, n. 1, p. 191-210, Jan. 1992.

CUTTER, E. G. **Anatomia vegetal**. São Paulo: Roca, 1987. 336 p.

De VISSER, H. Characterization of carbohydrates in concentrates for dairy cows. In: RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION, 1993, Nottingham. **Anais....** Nottingham, 1993. p. 19-38.

De VISSER, H.; Van Der TOGT, P. L.; HUISERT, H.; TAMMINGA, S. Structural and non-structural carbohydrates in concentrate supplementes of silage-based dairy cows rations. 2. Rumen degradation, fermentation and kinetics. **Netherlands Journal of Agriculture Science**, Wageningen, v. 40, n. 4, p. 420-445, Dec. 1990.

DePETERS, E. J.; FERGUSON, J. D. Nonprotein nitrogen and distribution in milk of cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 11, p. 3192-3198, Nov. 1992.

DePETERS, E. J.; TAYLOR, S. J. Effects of feeding corn or barley on composition of milk and diet digestibility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 8, p. 2027-2032, Aug. 1985.

ERFLE, J. D.; SAUER, F. D.; MAHADEVAN, S. Effect of ammonia concentration on activity of enzymes of ammonia assimilation and on synthesis of amino acids by mixed rumen bacteria in continuous culture. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 60, n. 7, p. 1064-1072, July 1977.

EZEQUIEL, J. M. B.; MATARAZZO, S. V.; SALMAN, A. K. D.; JUNIOR, A. P. M.; SOARES, W. V. B.; SEIXAS, J. R. C. Digestibilidade aparente da energia e da fibra de dietas para ovinos contendo uréia, amiréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 231-235, jan. 2001.

FERNANDEZ, J. M.; CROOM Jr, W. J.; JOHNSON, A. D.; JAQUETTE, R. D.; EDENS, F. W. Subclinical ammonia toxicity in steers: Effects on blood metabolite and regulatory hormone concentrations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n. 12, p. 3259-3266, Dec. 1988.

FERNANDEZ, J. M.; SAHLU, T.; LU, C. D.; IVEY, D.; POTHOIBA, M. J. Production and metabolic aspects of nonprotein nitrogen incorporation in lactation rations of dairy goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 26, n. 1/2, p. 105-117, Dec. 1997.

FIRKINS, J. L. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 126, p. 1347-1354, Apr. 1996. Supplement.

FOX, D. G.; SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, Nov. 1992.

FREDEEN, A. H. Considerations in the nutritional modification of milk composition. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 59, n. 1/3, p. 185-197, June 1996.

FREGADOLLI, F. L.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; BRANCO, A. F.; NETO, S. F. C.; KASSIES, P. M.; DALPONTE, A. O. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 1: Digestibilidades parcial e total. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, n. 30, v. 3, p. 858-869, maio/jun. 2001.

GAYNOR, P. J.; ERDMAN, R. A.; TETER, B. B.; SAMPUGNA, J.; CAPUCO, A. V.; WALDO, D. R.; HAMOSH, M. Milk fat yield and composition during abomasal infusion of cis or trans octadecenoates in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 1, p. 157-165, Jan. 1994.

GAYNOR, P. J.; WALDO, D. R.; CAPUCO, R. A.; ERDMAN, R. A.; DOUGLAS, L. W.; TETER, B. B. Milk fat depression, the glucogenic theory, and *trans*-C_{18:1} fatty acids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 9, p. 2008-2015, Sept. 1995.

GRANT, J. J. Influence of corn and sorghum starch on the in vitro kinetics of forage fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 6, p. 1563-1569, June 1994.

HALE, W. H. Feed preparation and processing. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **Digestion physiology and nutrition of ruminants**. 2. Ed. Corvallis: O & B Books, 1980. v. 3, p. 19-35.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, n. 10, p. 1707-1728, Oct. 1980.

HELMER, L. G.; BARTLEY E. E.; DEYOE, C. W. Feed processing. VI- Comparison of Starea, urea and soybean meal as protein sources for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 7, p. 883-887, July 1970a.

HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E.; DEYOU, C. W.; MEYER, R. M.; PFOST, H. B. Feed processing. V- Effect of na expansion processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 3, p. 330-335, Mar. 1970b.

HENNING, P. H.; STEYN, D. G.; MEISSNER, H. H. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 9, p. 2516-2528, Sept. 1993.

HERRERA-SALDANA, R.; GOMES-ALARCO, R.; TORABI, M.; HUBER, J. T. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 1, p. 142-148, Jan. 1990a.

HERRERA-SALDANA, R. E.; HUBER, J. T.; POORE, M. H. Dry matter, crude protein and starch degradability of five cereal grains. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 9, p. 2386-2693, Sept. 1990b.

HUBER, J. T. Non-protein nitrogen in dairy cattle rations. In: HUBER, J. T. COOK, R. M. **Large dairy herd management**. Gainesville: University Press of Florida. 1978. p. 293.

HUBER, J. T. Uréia ao nível do rúmen. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 6-24.

HUBER, J. T.; KUNG, Jr. L. Protein and non-protein nitrogen utilization by dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 64, n. 6, p. 1176-1182, June 1981.

HUNTINGTON, G. B. Ruminant starch utilization progress has been extensive. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 60, n. 4, p. 16, Apr. 1994.

HUNTINGTON, G. B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 3, p. 852-867, Mar. 1997.

HUNTINGTON, G. B.; ARCHIBEQUE, S. L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**. 1999.

IMAIZUMI, H. **Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sanguíneos de vacas holandesas em final de lactação.** 2000. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

JOHNSON, T. R. Fuentes alternas de almidón. **Alimentos balanceados para animales.** p. 19-25, 1998.

JURJANZ, S.; COLIN-SCHOELLEN, O.; GARDEUR, J. N.; LAURENT, F. Alteration of milk fat by variation in the source and amount of starch in a total mixed diet fed to dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 11, p. 2924-2933, Nov. 1998.

JURJANZ, S.; COLIN-SCHOELLEN, O.; LAURENT, F. Influence de la nature de l'amidon du complément énergétique et d'une supplémentation en méthionine sur les performances zootechniques de vaches laitières. **Annales de Zootechnie**, Paris, v. 45, n. 5, p. 467-472, 1996.

KENNELLY, J. J.; GLIMM, D. R. The biological potential to alter the composition of milk. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 78, n. 1, p. 23-28, Mar. 1998.

KHORASANI, G. R.; BOER, G. de, ROBINSON, B.; KENNELLY, J. J. Influence of dietary protein and starch on production and metabolic responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 3, p. 813-824, Mar. 1994.

KNOWLTON, K. F.; DAWSON, T. E.; GLENN, B. P.; HUNTINGTON, G. B.; ERDMAN, R. A. Glucose metabolism and milk yield of cows infused abomasally or ruminally with starch. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 12, p. 3248-3258, Dec. 1998a.

KNOWLTON, K. F.; GLENN, B. P.; ERDMAN, R. A. Performance, ruminal fermentation, and site of starch digestion in early lactation cows fed corn grain harvested and processed differently. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, p. 1972, 1998b.

KOLB, E. **Fisiologia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1984. 612 p.

KOTARSKI, S. F.; WANISKA, R. D.; THURN, K. K. Starch hydrolysis by the ruminal microflora. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 122, n. 1, p. 178-190, Jan. 1992.

KREHBIEL, C. R.; BRITTON, R. A.; HARMON, D. L.; PETERS, J. P.; STOCK, R. A.; GROTTJAN, H. E. Effects of varying levels of duodenal or midjejunal glucose and 2-deoxyglucose infusion on small intestinal disappearance and net portal glucose absorption in steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 74, n. 3, p. 693-700, Mar. 1996.

KREIKEMEIER, K. K.; HARMON, D. L. Abomasal glucose, maize starch and maize dextrin infusions in cattle: small intestinal disappearance, net portal glucose flux and ileal oligosaccharide flow. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 73, n. 5, p. 763-772, May 1995.

KREIKEMEIER, K. K.; HARMON, D. L.; BRANDT Jr, R. T. Effect of various levels of abomasal glucose, corn starch and corn dextrin on small intestinal disappearance and net glucose absorption. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 328-338, Jan. 1991.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G. E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, p. 223-236, 2001. Supplement 1.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839 p.

LÓPEZ, J.; STUMPF JR, W. Influência do grão de sorgo como fonte de amido em ovinos alimentados com feno. Parâmetros plasmáticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 4, p.1183-1190, jul./ago. 2000.

LU, C. D.; POTCHOIBA, M. J.; SAHLU, T.; FERNANDEZ, J. M. Performance of dairy goats fed isonitrogenous diets containing soybean meal or hydrolyzed feather meal during early lactation. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 3, n. 5, p. 425-434, Sept. 1990.

LYKOS, T.; VARGA, G. A.; CASPER, D. Varying degradation rates of total nonstructural carbohydrates: effects on ruminal fermentation, blood metabolites, and milk production and composition of high producing Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 12, p. 3341-3355, Dec. 1997.

MAIA, R. L. A. et al. Avaliação da qualidade da amiréia (produto da extrusão amido:uréia) através do método de estimativa da produção de proteína microbiana “in vitro”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., 1987, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1987. p. 95.

MARQUES, J.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; ALCADE, C. R.; NASCIMENTO, W. G. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1528-1536, set./out. 2000.

MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M.; BRANCO, A. F.; NASCIMENTO, W. G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 269-277, jan./fev. 2000.

MATRAS, J.; BARTLE, S. J.; PRESTON, R. L. Nitrogen utilization in growing lambs: Effects of grain (starch) and protein sources with various rates of ruminal degradation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, n. 1, p. 339-347, Jan. 1991.

MAYNARD, L. A.; LOOSLI, J. K.; HINTZ, H. F.; WARNER, R. G. **Animal Nutrition**. Trad. Figueiredo, F. O. A. B. N. 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. p. 736.

McALLISTER, T. A.; BAE, H. D.; JONES, G. A.; CHENG, K. J. Microbial attachment and feed digestion in the rumen. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 11, p. 3004-3018, Nov. 1994.

McALLISTER, T. A.; PHILLIPE, R. C.; RODE, L. M.; CHENG, K. J. Effect of the protein matrix on the digestion of cereal grains by ruminal microorganisms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 1, p. 205-212, Jan. 1993.

McALLISTER, T. A.; RODE, L. M.; MAJOR, D. J.; CHENG, K. J.; BUCHANAN-SMITH, J. G. Effect of ruminal microbial colonization on cereal grain digestion. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 70, n. 2, p. 571-579, June 1990.

McCARTHY, R. D.; JR.; KLUSMEYER, T. H.; VICINI, J. L.; CLARCK, J. H. Effects of source of protein and carbohydrate on ruminal fermentation and passage of nutrients to the small intestine of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 8, p. 2002-2016, Aug. 1989.

MERTENS, D. R. Nonstructural and structural carbohydrates. In: **Proceedings large dairy herd management**. P. 219-235, 1992.

METAYER, J. P.; GROSJEAN, F.; CASTAING, J. Study of variability in French cereals. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 43, p. 87, 1993.

MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press, USA. 1990. 483 p.

NATURAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. rev. 1989. 157 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, DC. 1985. 138 p.

NOCEK, J. E.; RUSSEL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2070-2107, Aug. 1988.

NOCEK, J. E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk and composition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3598-3629, Oct. 1991.

NOCEK, J. E. Manejo de alimentação de vacas no pós-parto. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, 1997, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. p. 179-196.

NOLAN, J. V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, F. M.; FRANCE, F. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism.** CAB International, 1993. p. 123-145.

NUNGENT, J. H. A.; MANGAN, J. L. Characteristics of the rumen proteolysis of fraction I (18S) leaf protein from lucerne (*Medicago sativa* L.). **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 46, n. 1, p. 39-58, July 1981.

OLIVEIRA, J. S.; HUBER, J. T.; BEN-GHEDALIA, D.; SWINGLE, R. S.; THEURER, C. B.; PESSARAKLI, M. Influence of sorghum grain processing on performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 575-581, Feb. 1993.

OLIVEIRA, J. S.; HUBER, J. T.; SIMAS, J. M.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S. Effect of sorghum grain processing on site and extent of digestion of starch in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 6, p. 1318-1327, June 1995.

OLIVEIRA, L. O. F. de. et al. Efeito da suplementação com misturas múltiplas contendo amiréia ou uréia sobre o consumo e o desempenho de novilhos Nelore em pastagens de braquiária Brizanta cv. Marandu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

ORSKOV, E. R. Starch digestion and utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1624-1633, Nov. 1986.

ORSKOV, E. R.; MAYES, R. W.; PENN, A. The capacity for the removal of glucose from the small intestine by mature sheep. In: PROCEEDINGS OF THE NUTRITION SOCIETY, 30., 1971, London. **Anais...** London: Nutrition Society, 1971. p. 43.

OVERTON, T. R.; CAMERON, M. R.; ELLIOTT, J. P.; CLARCK, J. H. Ruminal fermentation and passage of nutrients to the duodenum of lactating cows fed mixtures of corn and barley. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 9, p. 1981-1998, Sept. 1995.

OWENS, F. N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D. C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Prentice Hall, 1988. p. 227-249.

OWENS, F. N.; ZINN, R. Protein metabolism of ruminants. In: CHURCH, C. D. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. New Jersey: Waveland Press, 1993. p. 564.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A.; KIM, Y. K. Limits to starch digestion in the ruminant small intestine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1634-1648, Nov. 1986.

PETROFÉRTIL. **Uréia petrofértil para alimentação de ruminantes**. Petrobrás, [19--]. 47 p.

PERSON, B.; KNUTSSON, M. Glucose and lactose absorption from the small intestine of dairy cows. **Journal of Veterinary Medicine**, Hamburg, v. 27, n. 8, p. 644-651, May 1980.

POORE, M. H.; MOORE, J. A.; ECK, T. P.; SWINGLE, R. S.; THEURER, C. B. Effect of fiber source and ruminal starch degradability on site and extent of digestion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2244-2253, Aug. 1993b.

POORE, M. H.; MOORE, J. A.; SWINGLE, R. S.; ECK, T. P.; BROWN, W. H. Response of lactating Holstein cows to diets varying in fiber source and ruminal starch degradability. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2235-2243, Aug. 1993a.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; CURTIS, H. **Biologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara dois, 1978. 724 p.

REYNOLDS, J. D.; BEEVER, D. E.; SUTTON, J. D.; et al. Effects of incremental duodenal starch infusion on milk composition and yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, p. 138, 1996.

REYNOLDS, J. D.; SUTTON, J. D.; BEEVER, D. E. Effects of feeding starch to dairy cattle on nutrient availability and production. In: RECENTS ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION. p. 105-134. 1997.

RINDSIG, R. B. Pratical dairy goat feeding. **Dairy Goat Journal**, Upper Darby, v. 55, n. 1, p. 12-19, 1977.

ROONEY, L. W.; PFLUGFELDER, R. L. Factors affecting digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 5, p. 1607-1623, Nov. 1986.

ROSELER, D. K.; FERGUSON, J. D.; SNIFFEN, C. J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen utilization by cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 525-534, Feb. 1993.

ROSSI, Jr. P.; BOSE, M. L. V.; BOIN, C.; SILVA, A. G.; WANDERLEY, R. da C. Degradabilidade ruminal do amido da silagem de milho, farelo de soja e sorgo em grão, em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 416-422, mar./abr. 1997.

RUSSEL, J. B. Minimização das perdas de nitrogênio pelos ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASIELIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 232-251.

RUSSEL, J. B. Strategies that ruminal bacteria use to handle excess carbohydrate. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 7, p. 1955-1969, July 1998.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J. A Net Carbohydrate and Protein System for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, Nov. 1992.

RUSSEL, J. B.; ONODERA, R.; HINO, T. Ruminal protein fermentation: new prespectives on previous contradictions. In: TSUDA, T.; KAWASHIMA, R. **Physiological aspects of digestion and metabolism in ruminants**: proceedings of the seventh international symposium on ruminant physiology. San Diego: Academic, 1991. p. 681-697.

RUSSEL, J. B.; SNIFFEN, C. J.; VAN SOEST, P. J. Effect of carbon-4 and carbon-5 volatile fatty acids on growth of mixed rumen bacteria in vitro. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 5, p. 987-994, May 1984.

SAHLU, T.; HART, S. P.; EERNANDEZ, J. M. Nitrogen metabolism and blood metabolites in three goat breeds fed increasing amounts of protein. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 10, n. 1/2, p. 281-292, Oct. 1993.

SALMAN, A. K. D.; MATARAZZO, S. V.; EZEQUIEL, J. M. B.; KRONKA, S. N.; SEIXAS, J. R. C.; SOARES, W. V. B.; JUNIOR, A. P. M. Estudo do balanço nitrogenado e da digestibilidade da matéria seca e proteína de rações, para ovinos, suplementadas com amiréia, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 179-185, jan. 1997.

SANTOS, F. A. P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; NUSSIO, L. G.; TARAZON, M.; LIMA, R. O. Performance and nutrient digestibility by dairy cows treated with bovine somatotropin and fed diets with steam-flaked sorghum or steam-rolled corn during early lactation. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 2, p. 404-411, Feb. 1999.

SANTOS, F. A. P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S.; WU, Z.; SIMAS, J. M.; CHEN, K. H.; CHAN, S. C.; SANTOS, J.; DePETERS, E. J. Comparison of barley and sorghum grain processed at different densities for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2098-2103, Sept. 1997.

SANTOS, F. A. P.; SANTOS, J. E. P.; THEURER, C. B.; HUBER, J. T. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: a 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 12, p. 3182-3213, Dec. 1998.

SANTOS, L. E.; BOSE, M. I. V. Produção de leite em caprinos alimentados com níveis crescentes de uréia. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 42, n. 1, p. 11-30, jan./jun. 1985.

SAUVANT, D.; CHAPOUTOT, P.; ARCHIMÈDE, H. La digestion des amidons par les ruminants et ses conséquences. **INRA Production Animal**, Tampico, v. 7, p. 115, 1994.

SEIXAS, J. R. C.; EZEQUIEL, J. M. B.; ARAUJO, W. A.; RESENDE, F. D.; JUNIOR, A. M.; KRONKA, S. N.; SILVA, L. D. F.; DOURADO, J. B.; SOARES, W. V. B. Desempenho de bovinos confinados alimentados com dietas à base de farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 432-438, fev. 1999.

SHABI, Z.; ARIELI, A.; BRUCKENTAL, I.; AHARONI, Y.; NOLAN, J. V.; BEEVER, D. E.; MACRAE, J. C. Effect of the synchronization of the degradation of dietary crude protein and organic matter and feeding frequency on ruminal fermentation and flow of digest in the abomasum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 7, p. 1991-2000, July 1998.

SIDDONS, R. C. Et al. Nitrogen digestion and metabolism in sheep consuming diets containing contrasting forms and levels of N. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 54, n. 1, p. 175-187, Jan. 1985.

SILVA, L. das D. F. da. **Degradabilidade ruminal da casca de soja e fontes protéicas e seus efeitos nas digestibilidades ruminal e intestinal de rações de bovinos**. 1999. 110 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

SIMAS, J. M. C.; PIRES, A. V.; RIBEIRO, C. V. et al. Efeito de fontes de amido no consumo, composição do leite e degradabilidade in situ de vacas holandesas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., Viçosa, 2000. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.

SINCLAIR, L. A.; GARNSWORTHY, P. C.; NEWBOLD, J. R.; BUTTERY, P. J. Effect of synchronizing the rate of dietary energy and nitrogen release on rumen fermentation and microbial protein synthesis in sheep. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 120, n. 2, p. 251-263, Feb. 1993.

SMITH, R. H. Nitrogen metabolism in the rumen and composition and nutritive value of nitrogen compounds entering the duodenum. In: McDONALD, I. W. E. WARNER, A. C. I. (Ed.). **Digestion and metabolism in the ruminant**. Australia: University of New England, 1975. p. 399-415.

SMITH, R. H. Synthesis of microbial nitrogen compounds in the rumen and their subsequent digestion. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 49, n. 6 p. 1604-1614, June 1979.

STILES, D. A.; BARTLEY, E. E.; MEYER, R. M.; DEYOE, C. W.; PFOST, H. B. Feed processing. VII. Effect of aN expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in cattle and urea toxicity. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 10, p. 1436-1447, Oct. 1970.

SUTTON, J. D. Altering milk composition by feeding. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 72, n. 10, p. 2801-2814, Oct. 1989.

SUTTON, J. D. Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 68, n. 12, p. 3376-3393, Dec. 1985.

SUTTON, J. D.; MORANTE, S. V.; BINES, J. A.; NAPPER, D. J.; GIVENS, D. I. Effect of altering the starch:fibre ratio in the concentrates on hay intake and milk production by Friesian cows. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 120, n. 3, p. 379, June 1993.

SWINKELS, J. J. M. Sources of starch, its chemical and physics. In: **Starch conversion technology**. p. 15, 1985.

TAMMINGA, S. Protein degradation in the forestomachs of ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 49, n. 6, p. 1615-1630, Dec. 1979.

TEIXEIRA, J. C. et al. Utilização da amiréia-150S como suplemento nitrogenado para bovinos em sistema de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. v. 1, p. 482-484.

TEIXEIRA, J. C.; PEREZ, J. R. O.; MORON, I. R.; VEIGA, R. D.; SANTOS, R. Aproveitamento do macho leiteiro utilizando dietas à base de amiréia 45S. II-Desempenho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 203-207, jan./mar. 2000.

TEIXEIRA, J. C. et al. Degradabilidade *in situ* da proteína (nitrogênio) e taxa de degradação de diferentes fontes de proteína e misturas grãos/uréia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p. 200.

THEURER, C. B. Grain processing effects on starch utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, n. 1, p. 1649-1662, Nov. 1986.

THOMSON, D. U.; PRESTON, R. L.; BARTLE, S. J. Influence of protein source and level on the performance, plasma urea nitrogen and carcass characteristics of finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 257, 1995. Supplement 1.

VALADARES FILHO, S. C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta em bovinos. In: PEREIRA, J. C. (Ed.) **Simpósio Internacional sobre Exigências Nutricionais de Ruminantes**. Viçosa, MG, 1995.

VALADARES, R. D. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M.; VALADARES FILHO, S. C.; SAMPAIO, I. B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentração de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1270-1278, jun. 1997.

VAN der WALT, J. G. Nitrogen metabolism of the ruminant liver. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v. 44, n. 3, p. 381-403, Mar. 1993.

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

WISEK, W. J. Amonia: Its effects on biological systems. Metabolic hormones, and reproduction. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 3, p. 481-498, Mar. 1984.

WALDO, D. R. Extent and partition of cereal grain starch digestion in ruminants. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 37, n. 4, p. 1062-1074, Oct. 1973.

WALLACE, R. J.; COTTA, M. A. Metabolism of nitrogen-containing compounds. In: HOBSON, P. N. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. England: Elsevier Applied Science, 1988. p. 217-250.

WILSON, G.; MARTZ, F.A.; CAMPBELL, J. R.; BECHER, B. A Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake of urea diets for ruminants **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, n. 8, p. 1431-1437, Nov. 1975.

YU, P.; HUBER, J. T.; SANTOS, F. A. P. Effects of ground, steam-flaked, and steam-rolled corn grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 777-783, Mar. 1998.

YU, P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; CHEN, K. H.; NUSSIO, L. G.; WU, Z. Effect of steam-flaked or steam-rolled corn with or without *Aspergillus oryzae* in the diet on performance of dairy cows fed during hot weather. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 12, p. 3293-3297, Dec. 1997.

ZEOULA, L. M.; ALCALDE, C. R.; FREGADOLLI, F. L. et al. Degradação ruminal do grão de cereais e da raspa de mandioca amassados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998a. p-35-37.

ZEOULA, L. M.; MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ALCALDE, C. R.; BRANCO, A. F.; SANTOS, G. T. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 898-905, set./out. 1999a.

ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; BRANCO, A. F.; DAMASCENO, J. C.; WATANABE, M. M.; FRIDRICH, D.; BILIERO, C. L. Valor nutritivo de rações compostas de fontes de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 28, n. 5, p. 1159-1167, set./out. 1999b.

ZEOULA, L. M.; SANTOS, G. T.; FREGADOLLI, F. L.; WATANABE, M. M.; MICHELAN, A. C.; FRIDRICH, D.; MORAIS, R. G. Efeito das fontes de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal sobre a produção de leite. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 20, n. 3, p. 339-346, Sept. 1998b.

ZINN, R. A. Influence of processing on the feeding value of barley for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 9, p. 2303-2309, Sept. 1993a.

ZINN, R. A. Influence of processing on the feeding value of oats for feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 9, p. 2303-2309, Sept. 1993b.

ZINN, R. A. Influence of tempering on the comparative feeding value of rolled and steam-flaked corn for feedlot steers. **Proceedings West Section American Science Animal Science**, Washington, v. 39, p. 286, 1988.

CAPÍTULO II

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELA AMIRÉIA EM RELAÇÃO AOS NÍVEIS PLASMÁTICOS DE GLICOSE E URÉIA

RESUMO

VILELA, Flávio Garcia. Efeito da substituição do farelo de soja pela amiréia em relação aos níveis plasmáticos de glicose e uréia. In: ____ **Substituição do farelo de soja pela amiréia 150S nos parâmetros sanguíneos, consumo, produção e composição do leite de vacas girolanda.** 2003. p. 73-98. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.¹

O experimento foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela amiréia sobre os níveis plasmáticos de glicose e uréia, em vacas lactantes, nas dependências da Fazenda Raposo – Nepomuceno, MG, entre novembro de 2001 e abril de 2002. O delineamento utilizado foi três quadrados latinos, sendo quatro animais por quadrado, totalizando 12 animais ($\frac{3}{4}$ holandês x $\frac{1}{4}$ gir). Os animais apresentavam peso médio de 443 kg e estavam na quarta lactação. Os tratamentos foram: T0 – 0% de amiréia 150 S; T1 – 33% de amiréia 150 S; T2 – 66% de amiréia 150 S; T3 – 100% de amiréia 150 S, sendo todos isoenergéticos e isoprotéicos. Utilizou-se a cana de açúcar (*Saccharum Officinarum* L.) como volumoso *ad libitum*. Cada período experimental teve a duração de 15 dias, sendo nove para adaptação e seis para coleta de dados. A coleta foi realizada por meio de tubos de ensaio contendo anti-coagulante no primeiro, terceiro e quinto dias através da veia jugular, logo após a ordenha da manhã. Em seguida, cada amostra foi submetida a centrifugação para separação do soro. Os resultados obtidos mostraram que, mesmo aumentando os níveis de nitrogênio não protéico e do amido, não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos.

¹ Comitê de orientação: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador); Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA; Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA; Joel Augusto Muniz - UFLA.

ABSTRACT

VILELA, Flávio Garcia. Effect of the substitution of the soybean meal for the starea in relation to the levels glucose plasmatic and urea. **In: _____ Substitution of the soybean meal for the starea 150S in the sanguine parameters, intake, production and composition of milk of half-breed cows.** 2003. p. 73-98. Thesis (Doctorate in Animal Science) - Federal University of Lavras, Lavras - MG.¹

The experiment was driven with the objective of evaluating the effect of the substitution of the soybean meal for the starea on the levels glucose plasmatics and urea, in cows dairy, in Fazenda Raposo's dependences - Nepomuceno, MG, between November of 2001 and April of 2002. The used desingn was three Latin squares, being four animals for square, totalizando 12 animals (³/₄ holsten x ¹/₄ gir). The animals presented medium weight of 443 kg and they were in the fourth nursing. The treatments were: T0 - 0% of starea 150 S; T1 - 33% of starea 150 S; T2 - 66% of starea 150 S; T3 - 100% of starea 150 S, being everybody isoenergetics and isoproteics. The cane of sugar was used (*Saccharum Officinarum* L.) as roughage *ad libitum*. Each experimental period had duration of and 15 days, being nine for adapation and six for collection of data. The collection was accomplished by means of rehearsal tubes contends anti-clotting in the first, third and fifth day through the jugular vein, soon after it milks it of the morning. Soon after each sample was submitted the centrifugation for separation of the serum. The obtained results showed that, same increasing the levels of nitrogen non proteic and of the starch, there was not difference (P>0.05) among the treatments.

¹ Guidance Committee: Júlio César Teixeira - UFLA (Adviser); Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA; Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA; Joel Augusto Muniz – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

O nitrogênio dietético é normalmente classificado em nitrogênio protéico e não protéico. Os componentes não protéicos incluem aminoácidos livres, peptídeos, ácido nucléico, amônia livre, sais de amônio, uréia, biureto, nitrato, assim como outros componentes que contem nitrogênio (Huber & kung, 1981).

Segundo Lopes (1984), suplementos protéicos (de origem vegetal ou animal) são normalmente os componentes mais caros das rações, por isso os compostos nitrogenados não protéicos tem sido utilizados na suplementação de animais ruminantes, representando uma alternativa para atender às exigências animais em proteína, ao mesmo tempo em que reduz os custos deste nutriente (Huber, 1984). Weiske e colaboradores em 1879, paracem ter sidos os primeiros a sugerir o emprego de compostos nitrogenados não protéicos como substitutos da proteína em dietas de ruminantes (Coelho da Silva & Leão, 1979).

A eficiência de utilização do nitrogênio proveniente de compostos nitrogenados não protéicos (como a uréia) pelos microrganismos do rúmen depende de uma série de fatores, e dentre eles a perfeita sincronização entre liberação de amônia decorrente da hidrólise da uréia e da presença de energia para síntese de proteína microbiana. A hidrólise da uréia é extremamente rápida o que pode facilitar a perda de nitrogênio através da urina e nos últimos anos tem havido um interesse considerável na redução das perdas de nitrogênio pelos ruminantes.

A sincronização entre a liberação de amônia no rúmen e a oferta de esqueletos de carbono, advinda da degradação de carboidratos, poderia tornar a síntese de proteína microbiana, bem como a degradação das fibras alimentares mais eficientes. Com este propósito, a amiréia, produto resultante da extrusão de fontes de amido com uréia, parece ser eficiente visto que o processamento destes

componentes (amido e uréia) pode ser benéfico em dois sentidos: 1) aumentando a velocidade de fermentação do amido no rúmen e, 2) reduzindo a intensidade de liberação de amônia oriunda da uréia, compatibilizando os dois fatores para a síntese de proteína microbiana.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela amiréia 150 S através dos níveis plasmáticos de uréia e glicose.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local, instalações e período de realização

O experimento foi conduzido nas dependências da Fazenda Raposo, no município de Nepomuceno – MG. A cidade está situada a 21°13' de latitude sul e 44°33' de longitude W.G.r. e altitude de 842 m.

Foi realizado em vacas leiteiras, em três períodos, sendo quatro vacas por período, nos meses de novembro de 2001 e abril de 2002.

Em cada um dos períodos, os procedimentos foram semelhantes, sendo que as diferenças entre os períodos ocorreram apenas em relação às condições climáticas.

Os animais experimentais foram instalados em baias individuais adequadas para o período experimental, providas de comedouros, bebedouros e cochos próprios para suplementação mineral.

Cada baia individual possuía um assoalho cimentado com uma camada de 10 cm de areia, separadas por régua de tábua e providas de cobertura. As amostras de sangue eram recolhidas em tubos de vidro com vácuo adicionando-se um anti-coagulante.

2.2 Animais e alimentação

Foram utilizadas 12 vacas ($\frac{3}{4}$ holandesas e $\frac{1}{4}$ gir) em início de lactação (80 dias) com peso médio de 443 kg. Os animais foram identificados com numeração própria e submetidos ao controle de endo e ectoparasitas.

A alimentação dos animais consistiu de cana de açúcar (*Saccharum officinarum* L.) picada fornecida *ad libitum* e 5 kg de ração por vaca/dia,

oferecida em 2 refeições diárias (às 6:00 e 17:00 horas) sendo 3 kg na ordenha de manhã e 2 kg na ordenha da tarde. A quantidade diária de cana consumida para cada animal foi em média 2,14% do peso vivo, proporcionando uma relação volumoso:concentrado de 70:30.

Cada animal tinha à disposição água limpa e fresca à vontade, trocada diariamente. Contavam também com suplemento mineral completo (macro e microminerais já misturados com NaCl) sempre disponível nos cochos específicos para este propósito.

2.3 Tratamentos

Os tratamentos foram isoenergéticos e isoprotéicos e consistiram da substituição da proteína do farelo de soja pela amiréia 150S (53,33% uréia, 44% milho e 2,67% enxofre), nas seguintes proporções:

T0: 0% de amiréia 150 S;

T1: 33% de amiréia 150 S;

T2: 66% de amiréia 150 S;

T3: 100% de amiréia 150 S.

Cada animal recebeu no respectivo período seu tratamento correspondente, sendo que todos animais passaram por todos tratamentos.

As dietas experimentais e sua composição química em função dos níveis de amiréia encontram-se nas Tabelas 2.1 e 2.2.

TABELA 2.1. Concentrados experimentais em função dos níveis de amiréia

Ingredientes	Níveis de amiréia (%)			
	0	33	66	100
Fubá de milho	55,40	65,53	69,80	82,00
Amiréia 150 S	0,00	4,20	5,90	11,10
Farelo de soja	42,30	26,30	19,70	0,00
Gordura animal	0,05	1,50	2,00	4,00
Calcário	0,85	0,72	0,65	0,50
Fosfato bicálcico	0,30	0,65	0,85	1,30
Sal comum	0,30	0,30	0,30	0,30
Premix mineral	0,30	0,30	0,30	0,30
Premix vitamínico	0,30	0,30	0,30	0,30
Enxofre em pó	0,20	0,20	0,20	0,20
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

TABELA 2.2. Composição dos concentrados experimentais em função dos níveis de amiréia

Nutrientes (%)	Níveis de amiréia (%)			
	0	33	66	100
MS	90,00	90,00	90,00	90,00
PB	24,02	24,03	24,00	24,03
PB do farelo de soja	19,04	11,84	8,87	0,00
PB da amiréia	0,00	6,30	8,85	16,65
NDT	77,40	76,90	76,58	76,13
FDN	9,34	8,69	8,43	7,60
FDA	5,94	5,06	4,70	3,61
EE	2,77	4,58	5,24	7,67
CHT	68,94	71,03	71,96	74,30
CE	9,34	9,03	8,91	8,49
CNE	59,60	62,00	63,05	65,81
Amido	43,11	51,51	55,03	65,16
Ca	0,54	0,54	0,54	0,54
P	0,50	0,49	0,50	0,49
NNP	1,55	1,97	2,14	2,66

2.4 Coleta de sangue

A coleta foi realizada no primeiro, terceiro e quinto dia de experimento, através da punção da veia jugular dos animais sempre 2 horas após a ordenha e refeição matinal. Utilizou-se tubos de vidros com vácuo, contendo anticoagulante, sendo que para cada amostra foi criado um procedimento operacional padrão.

Foi coletado um total de 144 amostras, sendo que a uréia foi determinada pela metodologia urease – Labtest e a glicose pela metodologia Trinder. Tanto para glicose como para uréia, utilizou-se Kit comercial de análise denominado Labtest Diagnóstica e os resultados expressos em mg/dl.

2.5 Análises bromatológicas

Para a determinação da matéria seca dos alimentos (cana-de-açúcar e concentrado) utilizou-se estufas com circulação forçada de ar, com temperatura regulada para 65° C por 72 horas e após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinhos tipo Willey com peneria de 1 mm.

As amostras da cana-de-açúcar e dos concentrados foram analisadas para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca) e fósforo (P), segundo metodologia descrita por Silva (1990).

Utilizou-se os métodos descritos por Van Soest et al. (1991) para determinação da FDN e FDA dos alimentos.

2.6 Delineamento e período experimental

O experimento foi conduzido de 01 de novembro de 2001 a 29 de abril de 2002, com duração de 180 dias.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, com 4 períodos experimentais, 4 tratamentos e 4 animais.

Foram utilizados 3 quadrados latinos com duração de 2 meses cada, sendo que cada animal teve 9 dias de adaptação e 6 dias de coleta para os estudos dos níveis plasmáticos de glicose e uréia.

Os dados obtidos para tais variáveis foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e quando significativos submetidos a estudo de regressão, seguindo o procedimento “GLM” do Software Statistical Analysis System (SAS, 1991) conforme modelo estatístico de análise conjunta.

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + A(Q)_{kj} + P(Q)_{lk} + QT_{ij} + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = Observação referente ao tratamento i no período j , no quadrado k ;

μ = Média geral;

T_i = Efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3$ e 4);

Q_j = Efeito do quadrado latino j ($j = 1, 2$ e 3);

$A(Q)_{kj}$ = Efeito do animal dentro de quadrado latino;

$P(Q)_{lk}$ = Efeito do período dentro de quadrado latino;

QT_{ij} = Efeito da interação quadrado e tratamento;

e_{ijkl} = Efeito do erro experimental associado a todas as observações, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Consumo

Os resultados para consumo de matéria seca indicam que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de amiréia utilizados (Anexo A).

As médias referentes ao consumo de matéria seca (CMS), expressas em quilogramas por dia (kg/dia), gramas por kg de peso metabólico por dia (g MS/kg^{0,75}/dia) e porcentagem do peso vivo por dia (%PV/dia), bem como o consumo do volumoso e concentrado, estão apresentados na Tabela 2.3. Observa-se nas Figuras 2.1, 2.2 e 2.3, que os dados em relação ao CMS (kg/dia; g MS/kg^{0,75}/dia e %PV/dia) são explicados pela regressão quadrática cujo estudo permite estabelecer os níveis ótimos de substituição do farelo de soja pela amiréia, sendo 33; 35,89 e 37,5%; respectivamente.

TABELA 2.3. Consumo em função dos níveis de amiréia.

Consumo	Níveis de amiréia (%)				CV
	0	33	66	100	
MS (kg/dia)	15,29	15,39	15,42	14,69	2,76
MS (g MS/kg ^{0,75} /dia)	158,26	159,25	159,60	152,00	2,82
MS (%PV/dia)	3,44	3,47	3,48	3,31	2,82
Volumoso (kg/dia)	40,70	41,13	41,25	38,41	3,92
Concentrado (kg/dia)	5,00	5,00	5,00	5,00	-

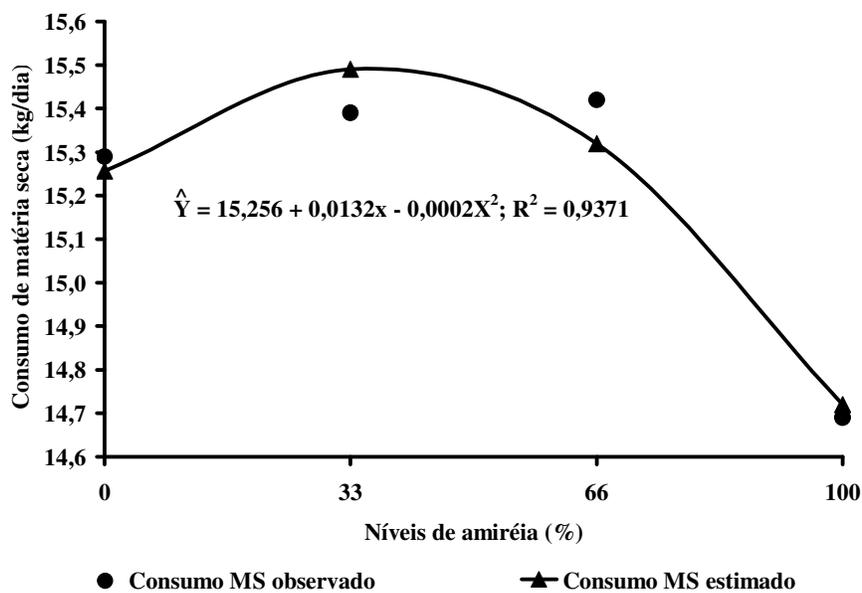


FIGURA 2.1. Consumo de matéria seca (kg/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréria 150S.

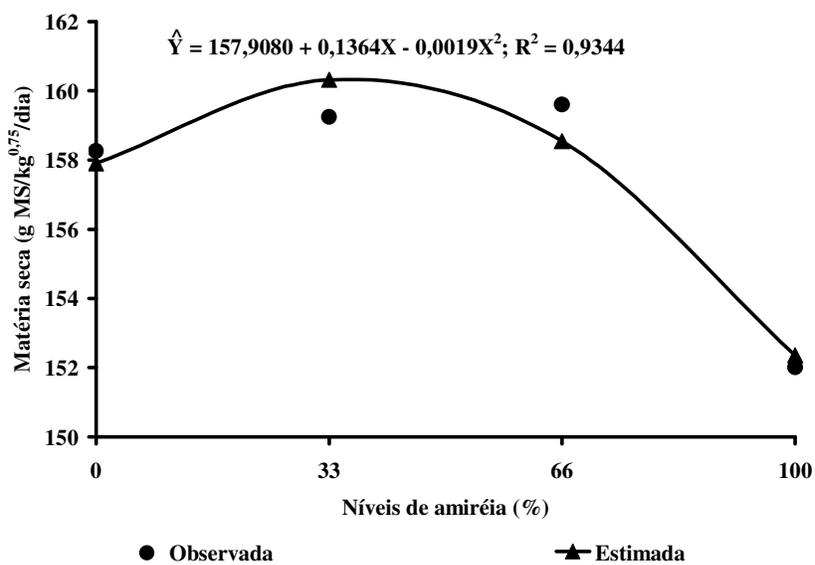


FIGURA 2.2. Consumo de matéria seca (g MS/kg^{0,75}/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréria 150S.

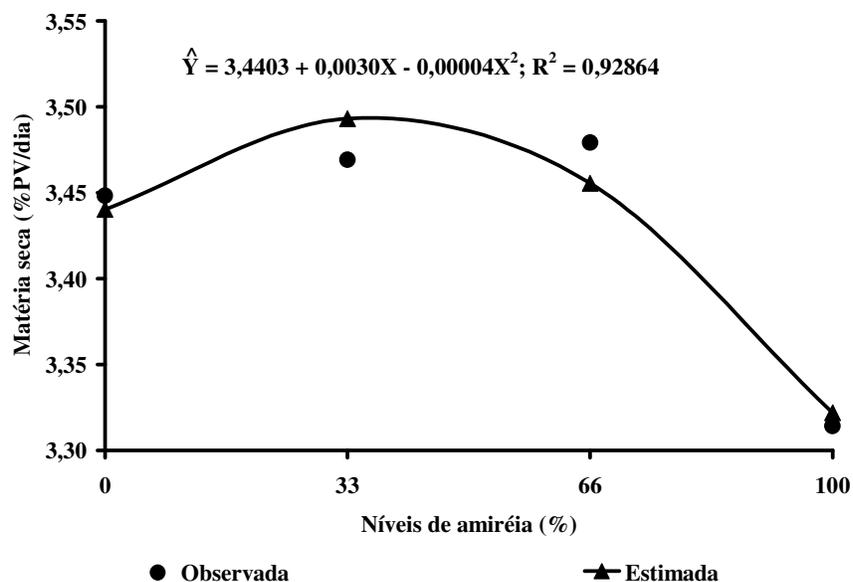


FIGURA 2.3. Consumo de matéria seca (%PV/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

Os valores de ingestão total (%PV/dia) encontrados são superiores aos preconizados pelo NRC (1989) para vacas em lactação com peso vivo médio de 443,42 kg (3,42% x 2,84%).

Na Tabela 2.3, pode-se observar redução no CMS (kg/dia) quando utilizamos 100% de amiréia em substituição ao farelo de soja. Segundo Rindsig (1977), a suplementação com uréia não deve ultrapassar 1% da matéria seca total da dieta. Este autor relata que sempre que a substituição de proteína verdadeira por nitrogênio não protéico for superior a 30% do total de nitrogênio da dieta, esta poderá levar à redução no consumo de matéria seca. Neste experimento, o teor de uréia no tratamento com 100% de amiréia foi de 2,01% da matéria seca da dieta.

Em bovinos leiteiros, vários estudos observaram o CMS em relação à utilização de uréia na dieta. Trabalhos com vacas em lactação, onde a uréia substituiu o farelo de soja, em dietas cujo volumoso foi silagem de milho mostraram que não houve efeito sobre o consumo de matéria seca (Plumer et al., 1971; Broderick, 1986; Broderick et al., 1993). Do mesmo modo, outros autores utilizando diferentes fontes de volumosos, não constataram efeito da inclusão de uréia no CMS (Baterman et al., 1994; Baker et al., 1995 e Lines & Weiss, 1996; Guidi, 1999; Imaizumi, 2000). Entretanto, Santos et al. (2001) observaram menor CMS com a inclusão de 1% de uréia na MS em dietas com silagem de milho.

Oliveira et al. (2001) verificaram menor CMS com a inclusão de 1,4 e 2,1% da MS de uréia em dietas para vacas leiteiras, entretanto o CMS foi semelhante entre os tratamentos 0,7% de uréia e farelo de soja. Por outro lado, Santos et al. (1998), observaram que a uréia foi capaz de aumentar o CMS em dietas com feno de alfafa em relação ao farelo de soja e farinha de peixe, para vacas em lactação.

Carmo (2001) observou resultado diferente a este experimento, não encontrando diferenças no CMS quando da substituição de farelo de soja por uréia (2%) ou amiréia em dietas para vacas em lactação. Roman-Ponce et al. (1975) e Helmer et al. (1970) relataram menor CMS para o tratamento com uréia, e semelhante entre os tratamentos amiréia e farelo de soja ($P < 0,01$).

Fernandez et al. (1997) não evidenciaram diferença quanto ao CMS, em cabras leiteiras, quando da utilização de uréia (25, 33 e 50% do total de N da dieta), assim como Singhal & Mudgal (1984), segundo os quais até 50% do N da dieta foram fornecidos na forma de uréia. Carvalho (1989), substituindo 15% da proteína bruta da dieta de cabras por uréia, não observou diferença no CMS.

Por outro lado, Ahmed et al. (2001) relataram que o tratamento de palhada de sorgo com uréia levou a redução no CMS ($P < 0,01$). MacGregor & Hodge (1988), também observaram redução no CMS com o uso de 1,4% de uréia na MS. Santos & Bose (1985) verificaram redução no CMS de dietas para caprinos com uréia, quando o teor de adição foi superior a 0,4% da MS.

Silva et al. (2001) trabalhando com vacas mestiças em início de lactação, produzindo ao redor de 20 kg de leite/dia, observaram efeito negativo da inclusão de uréia nas doses de 1,4 e 2,1% da matéria seca da dieta em comparação ao farelo de soja.

3.2 Níveis plasmáticos de glicose e uréia

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os níveis de amiréia utilizados em relação aos níveis plasmáticos de glicose, uréia e nitrogênio uréico (N uréico).

As médias referentes aos níveis plasmáticos de glicose, N uréico e uréia (mg/dl) estão apresentadas na Tabela 2.4.

TABELA 2.4. Conteúdo de glicose, N uréico e uréia no sangue (mg/dl) em função dos níveis de amiréia na dieta.

Níveis de amiréia	Glicose (mg/dl)	N uréico (mg/dl)	Uréia (mg/dl)
0	58,28	14,97	32,12
33	56,92	14,89	31,95
66	58,53	17,36	37,25
100	59,72	17,22	36,95
CV	9,50	24,57	24,57

Não foi possível avaliar os níveis plasmáticos de glicose e uréia através do tempo de coleta, o que poderia ocasionar estresse nas vacas e, com isto, uma possível queda na produção de leite.

As concentrações de uréia no plasma estiveram dentro da faixa considerado normal, 15 a 40 mg/dl (Química Básica, 1991), porém, estiveram mais próximas do limite superior, o que pode ter ocorrido graças à maior quantidade de amônia produzida no rúmen, decorrente de um aumento nos níveis de nitrogênio não proteico à medida que se eleva o consumo de amiréia. Desse modo, o presente estudo apresentou níveis de uréia sangüíneos superiores à maioria dos níveis médios relatados em literatura: 22,03 mg/dl (Robison et al, 1991); 14 mg/dl (De Peters & Fergunson, 1992); 13,60 mg/dl (Cozzi & Polan, 1994); 18,58 mg/dl (Backer et al., 1995). Pena & Satter (1984) e Ferreira (1987) encontraram valores próximos aos obtidos neste trabalho (34,63 e 35,15 mg/dl, respectivamente).

Resultados semelhantes foram encontrados por Imaizumi (2000), que também não encontrou diferenças na concentração de N uréico no plasma, quando comparou farelo de soja e uréia em vacas em lactação.

Huber et al. (1977), Plumer et al (1971) também não encontraram diferenças nas concentrações de nitrogênio uréico plasmático (NUP) quando compararam farelo de soja e uréia para vacas em lactação.

Carmo (2001) utilizando 2% da matéria seca como uréia na forma tradicional ou extrusada com milho (amiréia 150S) para vacas em final de lactação encontrou concentração de NUP maior para o tratamento com amiréia 150S, não encontrando, porém, diferença entre os tratamentos uréia e farelo de soja, considerando uma média única para todos os tempos de coleta.

Fernandes (2002), utilizando farelo de soja, farelo de soja + 2,8% de amiréia 150S e farelo de soja + 1,5% de uréia para cabras em lactação,

encontrou uma menor concentração de NUP para tratamento com farelo de soja, intermediário para o farelo de soja + amiréia 150S e maior para o tratamento farelo de soja + uréia.

A maior concentração de NUP encontrada nos tratamentos com nitrogênio não protéico não está necessariamente associada à alta concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, assim como a condição de hiperamonemia. Saluh et al. (1993), ao trabalharem com teores de proteína na dieta, não demonstraram alteração na concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, apesar de ter encontrado aumento do nitrogênio uréico associado ao aumento do teor de proteína da dieta. Broderick & Clayton (1997) após avaliação estatística de parâmetros que influenciam a concentração de uréia no leite e no plasma, concluíram que a associação entre amônia ruminal e NUP é fraca.

A concentração de uréia plasmática foi menor quando proteína verdadeira foi fornecida, comparada com uréia como suplemento de nitrogênio em trabalho de Broderick et al. (1993). Este autor propôs que as concentrações determinadas (< 11 mg/dl) indicavam uma deficiência de proteína degradável no rúmen nas dietas com proteína verdadeira.

Na Tabela 2.4, pode-se observar níveis de N uréico acima de 17 mg/dl e segundo Valadares et al. (1997) a faixa de concentração plasmática de nitrogênio uréico deve estar entre 13,52 e 15,15 mg/dl o que permitiria a máxima eficiência microbiana, sendo que valores maiores a estes indicariam a possibilidade de estar ocorrendo perdas de nitrogênio.

Vários fatores afetam as concentrações de NUP, dentre eles o teor e degradabilidade ruminal da proteína da dieta, o nível de produção, o estágio de lactação, dentre outros. Diversos trabalhos de pesquisas tem sido conduzidos com o objetivo de avaliar possíveis efeitos negativos de concentrações elevadas

de uréia no sangue ou plasma sobre diversos parâmetros reprodutivos (Broderick et al., 1997; Jonker et al., 1999).

Guidi (1999) estudando o uso de diferentes fontes de proteína (uréia, farelo de soja, soja grão tostado e farelo de glúten de milho) em vacas holandesas com produção de leite próximas a 30 kg/dia e com dietas isoproteicas (16,4% PB), verificou maiores níveis de N uréico para o tratamento uréia, confirmando as informações de Roseler et al. (1993) que, também trabalhando com vacas lactantes, verificaram que a maior proporção de proteínas degradáveis no rúmen resultou em aumento da concentração plasmática de uréia, chamando atenção não para a quantidade, mas em especial para a solubilidade da proteína ao nível ruminal.

Resultados semelhantes quanto a concentração de glicose plasmática foram encontrados por Carmo (2001), que também não encontrou diferenças entre os tratamentos (farelo de soja, farelo de soja + 3,84% de amiréia 150S e farelo de soja + 2% de uréia), nem entre os tempos de coleta.

Broderick et al. (1993), Guidi (1999) e Imaizumi (2000) também não encontraram diferenças na concentração de glicose quando adicionaram ureia à dieta de vacas em lactação.

Segundo o NRC (1989) um excesso de amônia ruminal poderia afetar o metabolismo de glicose. A hiperglicemia, geralmente está associada a hiperamonemia, quer seja clínica ou subclínica (Visek, 1984; Fernandez et al., 1990). Neste experimento, apesar das concentrações de N uréico encontradas serem um pouco mais altas nos níveis de 66 e 100% de amiréia, a concentração de glicose plasmática (Tabela 2.4) encontra-se dentro do padrão de normalidade, descartando assim a possibilidade de hiperamonemia subclínica.

Fernandez et al. (1990) demonstraram, em bovinos, que o aumento de glicose relacionado a hiperamonemia é o resultado da reduzida secreção

pancreática de insulina, assim como do desenvolvimento de resistência à insulina pelos tecidos sensíveis a ela. Adicionalmente, em bovinos, a produção de glicose hepática foi inibida durante a intoxicação por amônia, logo, a circulação elevada de glicose característica da hiperamonemia é resultante em grande parte ao desenvolvimento de hipoinsulinemia (Fernandez et al., 1988) e, ainda, à resistência à insulina.

4 CONCLUSÃO

A igualdade estatística entre os níveis séricos sugere que o processo de extrusão foi eficiente no preparo da amiréia, mesmo quando a quantidade de uréia foi mais alta, permitindo o mesmo comportamento a nível plasmático.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHMED, M. M. M.; EL HAG, F. M.; WAHAB, F. S.; SALIH, S. F. Feeding strategies during dry summer for lactating desert goats in a rainfed area under tropical conditions. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 39, n. 2, p. 161-166, Feb. 2001.

BAKER, L. D.; FERGUSON, J. D.; CHALUPA, W. Response in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2424-2434, Nov. 1995.

BATERMAN, T. G.; MARSHAL, R. T.; BEL YEA, R. L.; KERLEY, M. S.; SPAIN, J. N. Comparison of rumen protected methionine and lysine on blood meal and fish meal as protein supplements for early lactation in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, p. 91, 1994. Supplement, 1.

BRODERICK, G. A. Relative value of solvent and expeller soybean meal for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 10, p. 2958-2968, Oct. 1986.

BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 80, n. 11, p. 2964-2971, Nov. 1997.

BRODERICK, G. A.; CRAIG, W. M.; RICKER, D. B. Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grain plus mixtures of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2266-2274, Aug. 1993.

CARMO, C. A. **Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação**. 2001. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.

CARVALHO, F. F. R. **Efeitos de diferentes níveis de proteína bruta para cabras em lactação e uso de indicadores internos para estimar a digestibilidade dos nutrientes.** 1989. 56 p. Tese (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes.** Piracicaba: Livrocetes, 1979. 380 p.

COZZI, G.; POLAN, C. E. Corn gluten meal or dried brewers grains as partial replacement for soybean meal in the diet of Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 77, n. 3, p. 825-834, Mar. 1994.

DePETERS, E. J.; FERGUSON, J. D. Nonprotein nitrogen and protein distribution in the milk of cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 11, p. 3192-3209, Nov. 1992.

FERNANDES, R. H. R. **Substituição parcial do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para cabras em lactação.** 2002. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Piracicaba, SP.

FERNANDEZ, J. M.; CROOM Jr., W. J.; JOHNSON, A. D.; JAQUETTE, R. D.; EDENS, F. W. Subclinical ammonia toxicity in steers: Effects on blood metabolite and regulatory hormone concentrations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 66, n. 12, p. 3259-3266, Dec. 1988.

FERNANDEZ, J. M.; CROOM, W. J. Jr.; TATE, L. P. Jr.; JOHNSON, A. D. Subclinical ammonia toxicity in steers: Effects on hepatic and portal-drained visceral flux of metabolites and regulatory hormones. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 12, p. 1726-1742, June 1990.

FERNANDEZ, J. M.; SAHLU, T.; LU, C. D.; IVEY, D.; POTCHOIBA M. J. Production and metabolic aspects of nonprotein nitrogen incorporation in lactation rations of dairy goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 26, n. 1/2, p. 105-107, Dec. 1997.

FERREIRA, R. N. **Uso de caroço de algodão cru e tostado como suplemento proteico para vacas em lactação.** 1987. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

GUIDI, M. T. **Efeito de teores e fontes de proteína sobre o desempenho de, vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes.** 1999. 92 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W. Feed processing VI-comparision of starea, urea and soybean meal as protein sources for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 7, p. 883-887, July 1970.

HUBER, J. I.; KUNG, L. Protein and non-protein nitrogen utilization in cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, V. 64, n. 6, p. 1170-1195, June 1981.

HUBER, J. T. Uréia ao nível do rúmen. In: SIMPÓSIO OBRE NUTRRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1984. p. 6-24.

HUBER, J. T.; SANDY, R. A.; POLAN, C. E.; BRYANT, H. T.; BLASER, R. E. Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 50, n. 8, p. 1241-1247, Aug. 1977.

IMAIZUMI, H. **Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sangüíneos de vacas holandesas em final de lactação.** 2000p. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Piracicaba, SP.

JONKER, J. S.; KOHN, R. A.; ERDMAN, R. A. Milk urea nitrogen target concentrations of lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 1261-1273, June 1999.

LINES, L. W.; WEISS, W. P. Use of nitrogen from ammoniated alfafa hay, urea, soybean meal and animal protein meal by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, n. 11, p. 1992-1999, Nov. 1996.

LOPEZ, J. Uréia em rações para produção de leite. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 2., 1984, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1984. p. 200-225.

McGREGOR, B. A.; HODGE, R. W. Growth and production of lactating Australian feral does and their Angora cross kids when fed oats with urea or lucerne chaff. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 1, p. 195-201, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6. ed. Washington: National Academy, 1989. 157 p.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES, S. C. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 1358-1366, jul./ago. 2001.

PENA, F.; SATTER, L. D. Effect of feeding heated soybean meal and roasted soybeans on milk production in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, Jan. 1984. Supplement, 1.

PLUMER, J. R.; MILES, J. T.; MONTGOMERY, M. J. Effect of urea in the concentrate mixture on intake and production of cows fed corn silage as the only forage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 54, n. 12, p. 1861-1865, Dec. 1971.

QUÍMICA BÁSICA. **Bioclin**: uréia. método colorimétrico para diagnóstico "*in vitro*". Belo Horizonte, 1991. 2 p. Prospecto do método.

RINDSIG, R. B. Practical dairy goat feeding. **Dairy Goat Journal**, Upper Darby, v. 55, p. 12-19, 1977.

ROBINSON, P. H.; McQUEEN, R. E.; BURGESS, P. L. Influence of rumen undegradable protein levels on feed intake and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 74, n. 5, p. 1623-1631, May 1991.

ROMAN-PONCE, H.; VAN HORN, H. H.; MARSHALL, S. P.; WILCOX, C. J.; RANDELL, P. F. Complete rations for dairy cattle. V. Interacción of sugarcane bagasse quantity and form with soybean meal, urea, and starea. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, n. 9, p. 1320-1327, Sept. 1975.

ROSELER, D. K.; FERGUSON, J. D.; SNIFFEN, C. J.; HERREMA, J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen utilization by cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 525-534, Feb. 1993

SAHLU, T.; HART, S. P.; FERNANDEZ, J. M. Nitrogen metabolism and blood metabolites in three goat breeds fed increasing amounts of protein. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 10, n. 4, p. 281-292, May 1993.

SANTOS, F. A. P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S.; SIMAS, J. M.; CHEN, K. H.; YU, P. Milk yield and composition of lactating cows fed steam-flaked sorghum and graded concentrations of ruminally degradable protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 1, p. 215-220, Jan. 1998.

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., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 1544.

SANTOS, L. E.; BOSE, M. I. V. Produção de leite em caprinos alimentados com níveis crescentes de uréia. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 42, n. 1, p. 11-30, jan./jun. 1985.

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide: statistics**. 5. ed. Cary, 1991. 1290 p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 1990. 196 p.

SILVA, R. M. N. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, G. A.; OLIVEIRA, A. S. O. Uréia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, set./out. 2001.

SINGHAL, K. K.; MUDGAL, V. D. Biuret and urea in the ration of milk goats: fulllactation study. **Indian Journal of Animal Science**, New Delhi, v. 54, n. 2, p. 180-189, Feb. 1984.

VALADARES, R. D. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, N. M.; FILHO, S. C. V.; SAMPAIO, I. B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentração de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 1270-1278, jun. 1997.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

VISEK, W. J. Ammonia: It's effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 67, n. 3, p. 481-498, Mar. 1984.

CAPÍTULO III

EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA PELA AMIRÉIA NO CONSUMO, PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

RESUMO

VILELA, Flávio Garcia. Efeito da substituição do farelo de soja pela amiréia no consumo, produção e composição do leite. **In: _____. Substituição do farelo de soja pela amiréia 150S nos parâmetros sanguíneos, consumo, produção e composição do leite de vacas girolanda.** 2003. p. 99-131. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.¹

Doze vacas leiteiras ($3/4$ holandês x $1/4$ gir) foram utilizadas em um delineamento em quadrado latino, nas dependências da Fazenda Raposo – Nepomuceno, MG, entre novembro de 2001 e abril de 2002 para comparar o efeito da substituição parcial e total do farelo de soja pela amiréia na produção e composição do leite. Os animais apresentavam peso médio de 443 kg e estavam na quarta lactação. A amiréia substituiu o farelo de soja nas seguintes proporções: T0 – 0% de amiréia 150 S; T1 – 33% de amiréia 150 S; T2 – 66% de amiréia 150 S e T3 – 100% de amiréia 150 S, sendo que todos tratamentos foram isoenergéticos e isoprotéicos. Utilizou-se a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) como volumoso *ad libitum*. Cada período experimental teve duração de 15 dias, 9 dias para adaptação e 6 dias para coleta de dados. As amostras de leite de cada vaca foram retiradas e pesadas nas duas ordenhas (manhã e tarde) e enviadas para análise de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e uréia, pelo processo de infravermelho, junto a Clínica do Leite do Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP. A gordura e sólidos totais do leite não foram influenciados pelos tratamentos ($P>0,05$). A produção de leite; a proteína, a lactose e a uréia do leite diferiram entre os tratamentos ($P<0,05$). Conclui-se que, nas condições deste experimento, é viável a substituição total do farelo de soja pela amiréia, principalmente se considerarmos o aspecto econômico.

¹ Comitê de orientação: Júlio César Teixeira - UFLA (Orientador); Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA; Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA; Joel Augusto Muniz – UFLA.

ABSTRACT

VILELA, Flávio Garcia. Effect of the substitution of the soybean meal for the starea in the intake, production and composition of the milk. In: _____. **Substitution of the soybean meal for the starea 150S in the sanguine parameters, intake, production and composition of milk of half-breed cows.** 2003. p. 99-131. Thesis (Doctorate in Animal Science) - Federal University of Lavras, Lavras - MG.¹

Twelve cows dairy ($3/4$ hoslten x $1/4$ gir) were used in a desing in Latin square, in Fazenda Raposo's dependences - Nepomuceno, MG, between November of 2001 and April of 2002 to compare the effect of the partial and total substitution of the soybean meal for the starea in the production and composition of the milk. The animals presented medium weight of 443 kg and they were in the fourth nursing. The starea substituted the soybean meal in the following proportions: T0 - 0% of starea 150 S; T1 - 33% of starea 150 S; T2 - 66% of starea 150 S and T3 - 100% of starea 150 S, and everybody treatments were isoenergetics and isoproteics. It was used the sugar-cane (*Saccharum officinarum* L.) as roughage ad libitum. Each experimental period had duration of 15 days being 9 days for adaptation and 6 days for collection of data. The samples of milk of each cow were removed and weighed twice a day (morning and late) and sent for fat analysis, protein, lactose, total solids and urea, for the infrared process, close to Clinic of the Milk of the Department of Animal Production of ESALQ/USP. The fat and solids totals of the milk were not influenced by the treatments ($P>0.05$). The production of milk; the protein, the lactose and the urea of the milk differed among the treatments ($P<0.05$). It follows that under the conditions of this experiment, it is viable the total substitution of the soybean meal for the starea, mainly if we consider the aspect economic.

¹ Guidance Committee: Júlio César Teixeira - UFLA (Adviser); Juan Ramón Olalquiaga Pérez – UFLA; Paulo César de Aguiar Paiva – UFLA; Joel Augusto Muniz – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A suplementação protéica de vacas leiteiras de alta produção vem sendo amplamente estudada pela comunidade científica. O princípio de suplementação com fontes protéicas resistentes à degradação ruminal, para serem digeridas no intestino delgado do ruminante, com o objetivo de complementar a proteína microbiana, e assim aumentar a disponibilidade de aminoácidos essenciais para o animal, foi bem aceito por nutricionistas e pesquisadores, principalmente após a publicação do "Absorbed Protein Model" pelo National Research Council (NRC, 1985).

O modelo proposto pelo NRC (1985) representou um avanço em relação ao sistema de proteína bruta (PB) e sem dúvida, que a partir de então, um maior refinamento foi introduzido na formulação de dietas para vacas leiteiras. Entretanto, segundo Santos et al. (1998a), a simples prática de substituir fontes tradicionais de proteína, como o farelo de soja, o qual é rico em proteína degradável no rúmen (PDR), por fontes ricas em proteína não degradável no rúmen (PNDR), com o objetivo único de aumentar o teor de PNDR da dieta, não trouxe os resultados esperados em termos de produção e composição de leite. Isto levou a um questionamento quanto à recomendação de suplementação com proteína protegida, tendo como único critério a degradabilidade ruminal da fonte protéica. Uma maior atenção passou a ser dada à qualidade da fonte protéica em termos de balanço de aminoácidos essenciais.

A mais recente edição do NRC para gado leiteiro (NRC, 2001), evoluiu no sentido de permitir a adequação das dietas em PDR e em proteína metabolizável, além de permitir ajustes no perfil de aminoácidos desta proteína.

A utilização de fontes de nitrogênio de baixo custo, como a uréia, não teve efeito negativo no desempenho de vacas com produção diária entre 30 a 36

litros de leite, principalmente quando combinada com fontes ricas em amido degradável no rúmen, de acordo com Santos et al. (1998a, b), apesar da proposta ser contrária a tendência de utilização de fontes ricas em PNDR, o que mostra a necessidade do aprofundamento do conhecimento sobre a combinação de fontes protéicas e energéticas para maximizar a disponibilidade de energia e aminoácidos para a vaca leiteira.

Assim, o objetivo de presente trabalho foi avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela amiréia 150 S no consumo, produção e composição do leite de vacas no início de lactação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e animais

O trabalho foi conduzido nas instalações da Fazenda Raposo – Nepomuceno, MG, entre os meses de novembro de 2001 e abril de 2002. As instalações constavam de baias individuais providas de comedouros, bebedouros e cochos próprios para suplementação mineral.

Foram utilizadas 12 vacas ($3/4$ Holândes x $1/4$ Gir) em início de lactação (80 dias) com peso médio de 443 kg e produção de leite média de 13,10 kg/dia.

2.2 Tratamentos

O trabalho experimental foi delineado para estudar a inclusão parcial e total da amiréia na dieta de vacas em lactação. Os tratamentos foram isoenergéticos e isoproteicos e consistiram da substituição da proteína do farelo de soja pela amiréia 150S (53,33% uréia, 44% milho e 2,67% enxofre), nos seguintes níveis:

T0 – 0% de amiréia 150 S;

T1 – 33% de amiréia 150 S;

T2 – 66% de amiréia 150 S;

T3 – 100% de amiréia 150 S.

A alimentação dos animais consistiu de cana-de-açúcar fornecida *ad libitum* e 5 kg de ração/vaca/dia.

As dietas experimentais e sua composição química em função dos níveis de amiréia encontram-se nas Tabelas 2.1 e 2.2.

2.3 Período experimental e coleta de dados

O período experimental teve duração de 180 dias. Todas as vacas foram pesadas no início e no final do experimento. A condição corporal de cada vaca também foi avaliada no início e fim do experimento, utilizando-se a escala de 1 a 5, de acordo com Wildman et al. (1982).

Os animais foram ordenhados 2 vezes ao dia, às 6:00 e 17:00 horas e as produções individuais de leite pesadas em balanças eletrônicas durante todos os 6 dias de coleta. As amostras de leite de cada vaca foram enviadas para análise de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e uréia, pelo processo infravermelho, junto a Clínica do Leite do Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP.

As vacas foram também alimentadas 2 vezes ao dia às 6:00 e 17:00 horas e as sobras de alimento pesadas e descartadas diariamente.

Para a determinação da matéria seca dos alimentos (cana-de-açúcar e concentrado) utilizou-se estufas com circulação forçada de ar, com temperatura regulada para 65° C por 72 horas e após a pré-secagem, as amostras foram moídas em moinhos tipo Willey com peneria de 1 mm.

As amostras da cana-de-açúcar e dos concentrados foram analisadas para matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cálcio (Ca) e fósforo (P), segundo metodologia descrita por Silva (1990).

Utilizou-se os métodos descritos por Van Soest et al. (1991) para determinação da FDN e FDA dos alimentos.

2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino, com 4 períodos experimentais, 4 tratamentos e 4 animais.

Foram utilizados 3 quadrados latinos com duração de 2 meses cada, sendo que cada animal teve 9 dias de adaptação e 6 dias de coleta para o estudo do consumo, produção e composição do leite .

Os dados obtidos para tais variáveis foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e quando significativos submetidos a estudo de regressão, seguindo o procedimento “GLM” do Software Statistical Analysis System (SAS, 1991) conforme modelo estatístico de análise conjunta.

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + Q_j + A(Q)_{kj} + P(Q)_{lk} + QT_{ij} + e_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = Observação referente ao tratamento i no período j , no quadrado k ;

μ = Média geral;

T_i = Efeito do tratamento i ($i = 1, 2, 3$ e 4);

Q_j = Efeito do quadrado latino j ($j = 1, 2$ e 3);

$A(Q)_{kj}$ = Efeito do animal dentro de quadrado latino;

$P(Q)_{lk}$ = Efeito do período dentro de quadrado latino;

QT_{ij} = Efeito da interação quadrado e tratamento;

e_{ijkl} = Efeito do erro experimental associado a todas as observações, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Consumo

Os resultados para consumo de proteína bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos totais e não estruturais indicam que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de amiréia utilizados (Anexo B).

As médias referentes ao consumo diário da matéria seca, proteína bruta e FDN, expressos em kg/dia, $\text{g/kg}^{0,75}$ /dia e % do peso vivo, bem como, as médias referentes ao consumo de carboidratos totais e não estruturais estão apresentados na Tabela 3.1. Observa-se na Figuras 3.1 a 3.5 que os dados em relação ao consumo de proteína bruta (kg/dia e $\text{g/kg}^{0,75}$ /dia) e consumo de FDN (kg/dia, $\text{g/kg}^{0,75}$ /dia e % do PV/dia) são explicados pela regressão quadrática cujo estudo permite estabelecer os níveis ótimos de substituição do farelo de soja pela amiréia, sendo 30; 36; 49,5; 33,43 e 36,66%, respectivamente.

Com relação ao consumo de carboidratos, pode-se verificar níveis ótimos de 37,5% e 54,5%, respectivamente, para carboidratos totais e não estruturais (Figura 3.6 e 3.7).

TABELA 3.1. Consumo em função dos níveis de amiréia.

Consumo	Níveis de amiréia (%)				CV
	0	33	66	100	
MS (kg/dia)	15,29	15,39	15,42	14,69	2,76
MS (g MS/kg ^{0,75} /dia)	158,26	159,25	159,60	152,00	2,82
MS (%PV/dia)	3,44	3,47	3,48	3,31	2,82
PB (kg/dia)	1,35	1,36	1,36	1,34	0,84
PB (g PB/kg ^{0,75} /dia)	14,05	14,08	14,09	13,89	0,82
PB (%PV/dia)	0,30	0,31	0,31	0,30	1,28
FDN (kg/dia)	8,38	8,93	8,95	8,33	3,76
FDN (g FDN/kg ^{0,75} /dia)	92,01	92,47	92,62	86,31	3,83
FDN (%PV/dia)	2,00	2,01	2,02	1,88	3,85
Carboidratos totais (kg/dia)	42,18	42,69	42,85	40,26	3,58
Carboidratos não estruturais (kg/dia)	9,39	9,58	9,65	9,34	2,62
Amido (kg/dia)	2,16	2,58	2,75	3,26	-

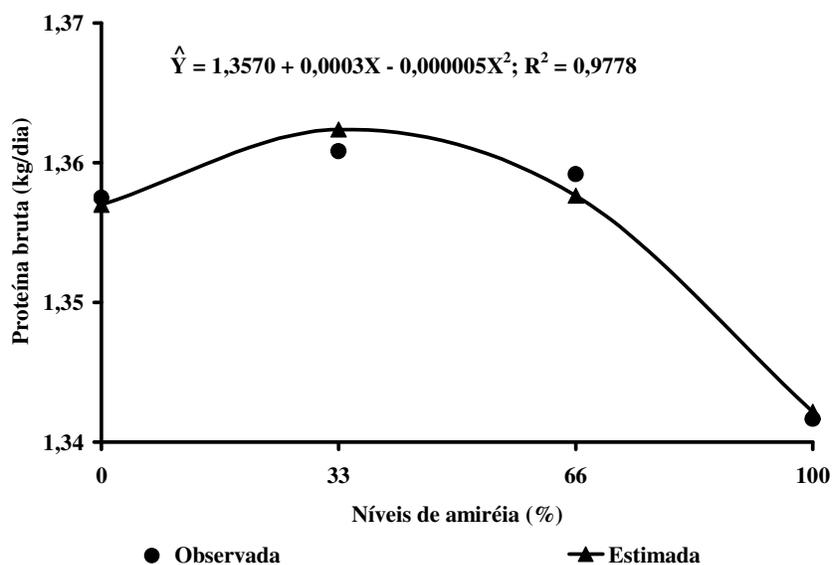


FIGURA 3.1. Consumo de proteína bruta (kg/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

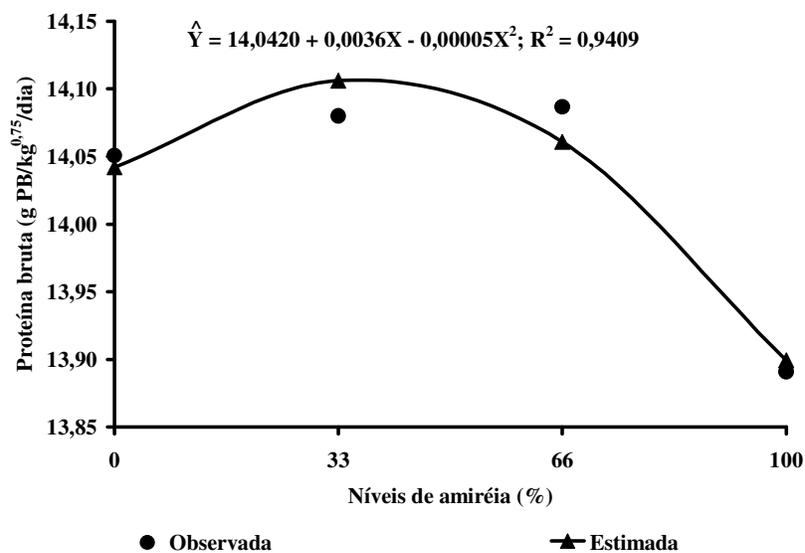


FIGURA 3.2. Consumo de proteína bruta (g/kg^{0,75}/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréria 150S.

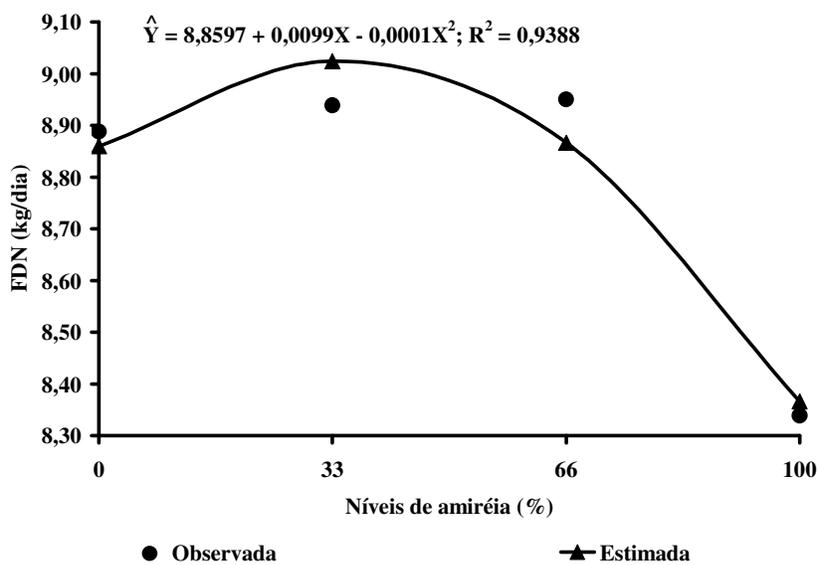


FIGURA 3.3. Consumo de FDN (kg/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréria 150S.

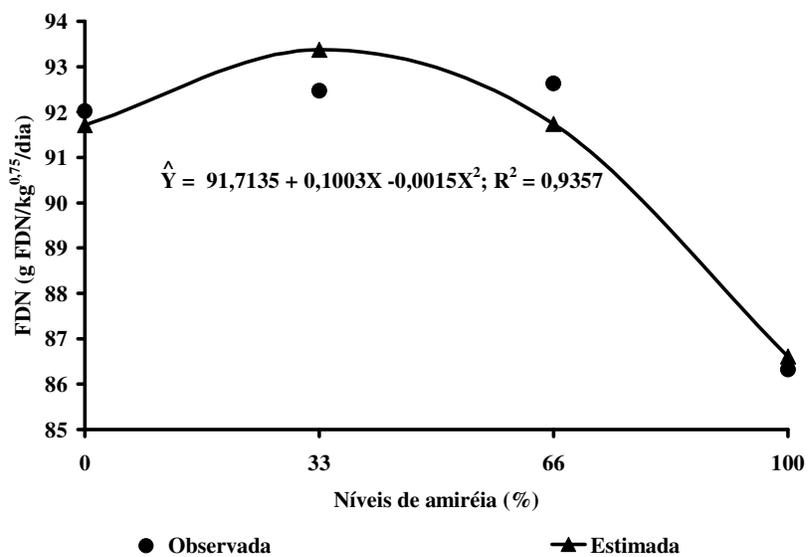


FIGURA 3.4. Consumo de FDN (g/kg^{0,75}/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

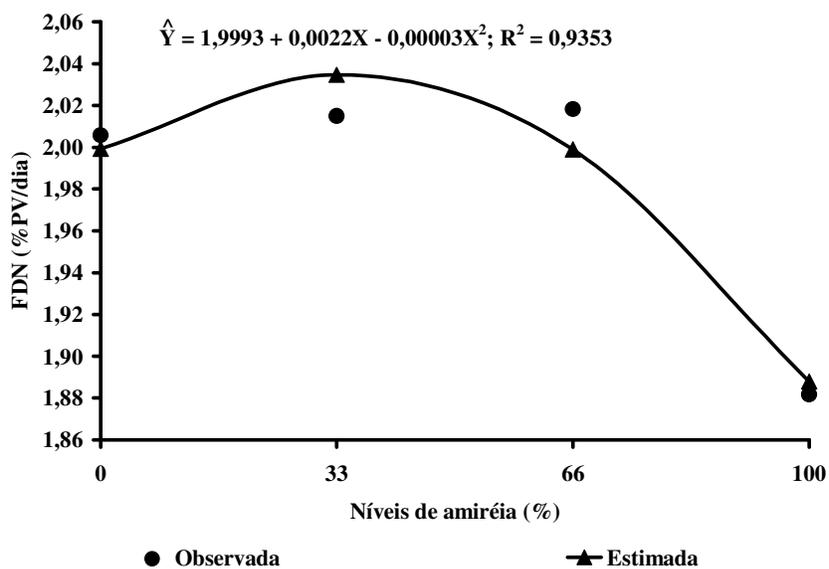


FIGURA 3.5. Consumo de FDN (% PV/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

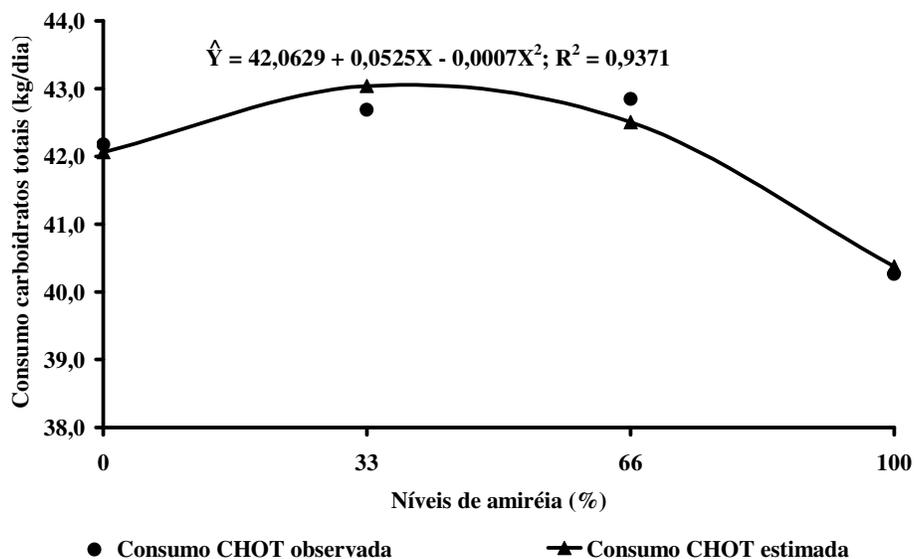


FIGURA 3.6. Consumo de carboidratos totais (kg/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

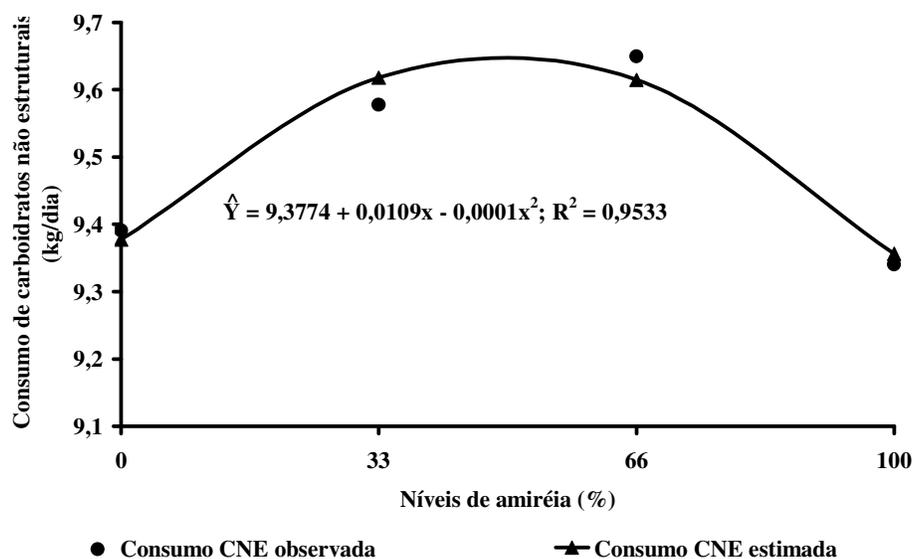


FIGURA 3.7. Consumo de carboidratos não estruturais (kg/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

A ingestão média de FDN em relação ao peso vivo (% PV) foi de 1,97%, superior às obtidas por Aroeira et al. (1995) (1,6% PV), que trabalharam com vacas mestiças holandês x zebu em lactação recebendo cana-de-açúcar + uréia e farelo de algodão.

Mertens (1994) verificou que em vacas leiteiras, em meio e final de lactação, o consumo de MS e a produção de leite foram máximos para consumo de FDN igual a 1,25% do peso vivo; no trabalho de Silva et al. (2001) pode ser verificada a confirmação destes índices. Dutra et al. (1997), Carvalho et al. (1997) e Tibo et al. (2000), trabalhando com novilhos, encontraram consumos médios de FDN equivalentes a 0,90% do PV. Dutra et al. (1997) comentam que para gado de corte estes valores não estão bem definidos, mas sugerem que provavelmente devem estar abaixo ou próximos de 1,0%. Tendo em vista que outros trabalhos apresentaram resultados bastante distintos destes valores preconizados, tanto para vacas lactantes (1,6% PV, segundo Araújo et al., 1995; 1,48%PV, segundo Moreira et al., 2001) como para bovinos de corte (1,25%PV, segundo Resende et al., 1995; 1,47%PV, segundo Silva et al., 2002; e até 1,87%PV, para Tifton-85, segundo Ítavo et al., 2002), parece que estes índices servem principalmente como referência da ingestão ou da qualidade da FDN ingerida.

O processo de regulação da ingestão em vacas em lactação pelo processo de enchimento é determinado pela capacidade do rúmen-retículo (R-R) de suportar a armazenagem de FDN. Em revisão realizada por Rayburn & Fox (1993), na qual foram utilizados dados de consumo de 29 experimentos de um total de 149 tratamentos, foram descritas ingestões, máximas, médias e mínimas de FDN com percentual de peso vivo de 1,72; 1,20 e 0,73%, respectivamente. Estes dados sugerem que o efeito de enchimento a partir do FDN presente na dieta não pode ter efeito único determinante da regulação de consumo, mas

também não pode ser menosprezado por ser um dos efeitos principais na regulação da ingestão de matéria seca.

3.2 Produção e composição do leite

Os resultados para produção de leite; proteína bruta, lactose e uréia do leite e eficiência protéica indicam que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os níveis de amiréia utilizados (Anexo B).

As médias referentes à produção de leite, leite corrigido a 4 e 3,5%, a eficiência protéica, bem como a composição do leite, estão apresentadas na Tabela 3.2. Observa-se nas Figuras 3.8 e 3.9 que os dados em relação à produção de leite (kg/dia) e a lactose do leite (%) são explicados pela regressão quadrática, cujo estudo permite estabelecer os níveis ótimos de substituição do farelo de soja pela amiréia, sendo 35 e 67,5%, respectivamente.

TABELA 3.2. Produção e composição do leite em função dos níveis de amiréia.

Produção	Níveis de amiréia (%)				CV
	0	33	66	100	
Leite (kg/dia)	13,35	13,22	13,48	12,36	3,37
Leite corrigido 4%	13,12	13,14	13,27	12,35	7,14
Leite corrigido 3,5%	14,18	14,20	14,35	13,35	7,14
PB do leite (kg)	0,48	0,45	0,46	0,41	7,34
Lactose do leite (kg)	0,60	0,61	0,57	0,57	6,21
Gordura do leite (kg)	0,52	0,53	0,53	0,50	7,50
Sólidos totais do leite (kg)	1,74	1,73	1,74	1,60	6,41
Eficiência protéica (%)	35,13	33,36	33,37	30,32	7,62
Composição					
PB (%)	3,60	3,46	3,41	3,33	2,74
Lactose (%)	4,49	4,60	4,57	4,60	1,45
Gordura (%)	3,93	3,99	3,95	4,04	5,15
Extrato seco desengordurado (%)	9,11	9,09	8,98	8,92	1,11
Sólidos totais (%)	13,04	13,08	12,93	12,96	1,77
Nitrogênio ureíco (mg/dl)	5,53	5,34	7,00	8,36	15,87
Uréia (mg/dl)	11,86	11,46	15,02	17,94	15,87

Neste experimento ocorreu uma diminuição na produção de leite (Figura 3.8), o que também foi verificado por Santos et al. (2001) ao substituir o farelo de soja pela uréia. Estes resultados, porém, discordam de diversos trabalhos em que o farelo de soja foi parcialmente substituído por uréia sem afetar a produção de leite (Plumer et al., 1971; Johnson et al., 1987; Casper et al., 1990; Broderick et al., 1993; Santos, 1998; Guidi, 1999; Imaizumi, 2000).

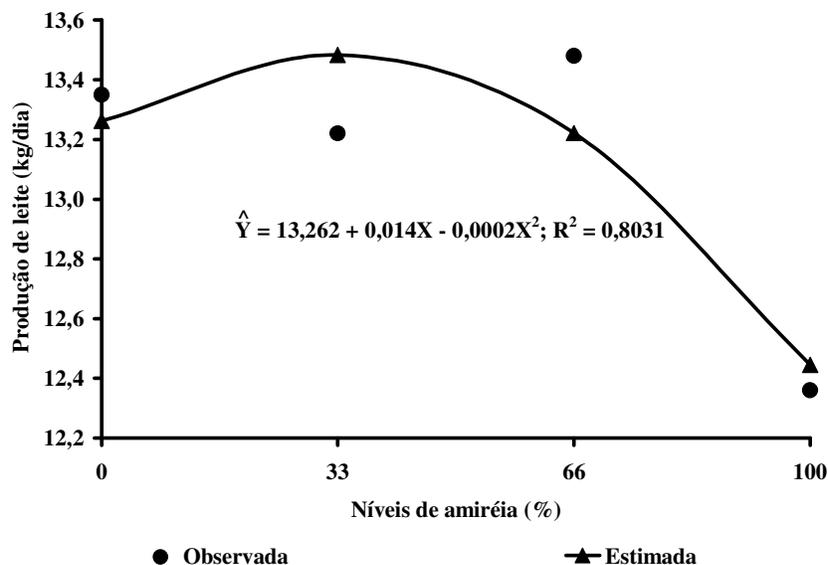


FIGURA 3.8. Produção de leite (kg/dia) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

Quando o farelo de soja, uréia e starea foram avaliados como fontes de nitrogênio, os animais alimentados com uréia produziram menos leite conforme Helmer et al. (1970) e Roman-Ponce et al. (1975), não havendo diferenças entre os tratamentos com farelo de soja e starea.

Susmel et al. (1995), trabalhando com vacas lactantes, observaram que as maiores produções de leite foram obtidas com a adição de uréia na ração, atribuindo-se à melhor utilização da fibra dietética. Entretanto, Holter et al. (1978) fornecendo uréia nos concentrados até o nível de 2,5% não encontraram efeito na produção de leite.

Silva et al. (2001) utilizando vacas lactantes (holandês x gir) contendo até 2,1% de uréia (MS) observaram diminuição na produção de leite corrigido a 3,5% de gordura com o aumento dos níveis de nitrogênio não protéico na ração,

o que também foi verificado neste experimento. As menores ingestões de matéria seca, com a elevação dos teores de nitrogênio não protéico neste experimento, poderiam implicar em menores produções de leite.

Em doze trabalhos revisados por Santos et al. (1998b), onze utilizaram vacas em início de lactação com produção acima de 30 kg de leite/dia e em apenas dois destes a inclusão da uréia na dieta reduziu a produção de leite. Em apenas um deste dois trabalhos a redução na produção pode ser parcialmente atribuída à redução no consumo de matéria seca.

Apenas um dos doze trabalhos revisados por Santos et al. (1998b), utilizou vacas com produção de 20 a 23 kg de leite/dia. A inclusão de 1,2% de uréia na dieta destas vacas reduziu o consumo de matéria seca e a produção de leite, semelhante ao relatado por Silva et al. (2001).

Carmo (2001), trabalhando com vacas holandesas em final de lactação com produção média de 20 kg de leite/dia utilizando 3,84% de amiréia na dieta não observou efeito sobre a produção de leite.

Na alimentação de cabras leiteiras, MacGregor & Hodge (1998) e Santos & Bose (1985), ao estudar o efeito da suplementação de uréia (1,4% da MS e 0,4, 0,8 e 1,2% da MS, respectivamente) observaram que a suplementação com uréia resultou em menor produção de leite. A produção de leite corrigida para gordura em cabras consumindo 2 e 3% de uréia foi menor que aquelas dos animais que recebiam a dieta controle ou a dieta com apenas 1% de uréia (Hadjipanayiotou & Norand-Fehr, 1991).

Em relação ao teor (%) de lactose (Figura 3.9) foram obtidos resultados contrários a Johnson et al. (1987) que não obtiveram efeito da inclusão de 0,72% de uréia na dieta sobre a lactose do leite.

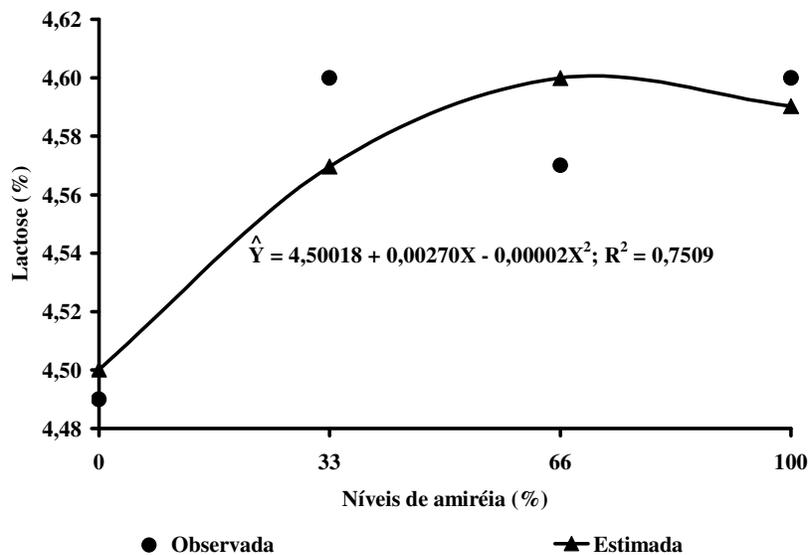


FIGURA 3.9. Lactose (%) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

As Figuras 3.10 a 3.13, mostram, respectivamente, uma diminuição linear ($P < 0,05$) na proteína do leite (%) e um acréscimo linear ($P < 0,05$) no nitrogênio uréico e uréia do leite (mg/dl); e uma diminuição linear ($P < 0,05$) na eficiência protéica (%) à medida que se elevam os níveis de amiréia utilizados.

Com relação à proteína do leite (%), ocorreu uma diminuição, assim como verificado por Helmer et al. (1970) e Silva et al. (2001) (Figura 3.10).

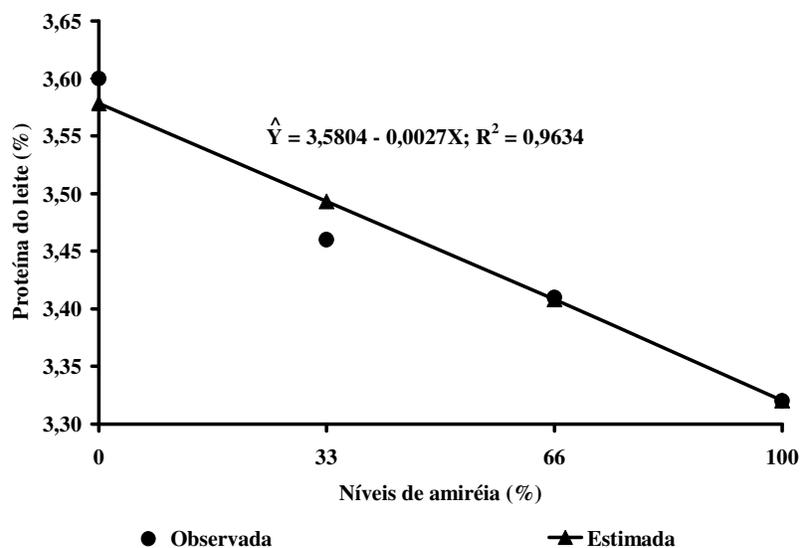


FIGURA 3.10. Proteína do leite (%) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

Segundo Jonker et al. (1999), dietas com baixos níveis de energia e excesso dos requerimentos de proteína degradável no rúmen em relação às exigências da vaca podem resultar em decréscimo na produção de leite e, conseqüentemente, da secreção de proteína do mesmo. De acordo com Roseler et al. (1993), a produção de proteína do leite foi positivamente relacionado à produção do leite, o que também foi evidenciado neste experimento.

Roman-Ponce et al. (1975) não obtiveram diferença no teor de proteína do leite de animais suplementados com farelo de soja, uréia ou starea, mas a produção de proteína foi menor para o tratamento com uréia, devido provavelmente, a menor produção de leite neste tratamento.

Carmo et al. (2001) utilizando farelo de soja, farelo de soja + 2% de uréia e farelo de soja + 3,84% de amiréia em vacas leiteiras não observaram efeito dos tratamentos sobre a produção e o teor de proteína.

Casper et al. (1990) observaram maiores teores de proteína do leite nas dietas com uréia e sugeriram que pode ter sido devido a um aumento no teor do nitrogênio não protéico do leite.

As concentrações médias de uréia e nitrogênio uréico no leite neste experimento foram de 14,07 e 6,55 mg/dl, respectivamente (Figuras 3.11 e 3.12), apresentando valores inferiores aos relatados por Oliveira et al. (2001), de 54,61 e 25,45 mg/dl, que trabalharam com rações isoproteicas e níveis crescentes de uréia (0; 0,6; 1,4 e 2,1%) para vacas holandesas.

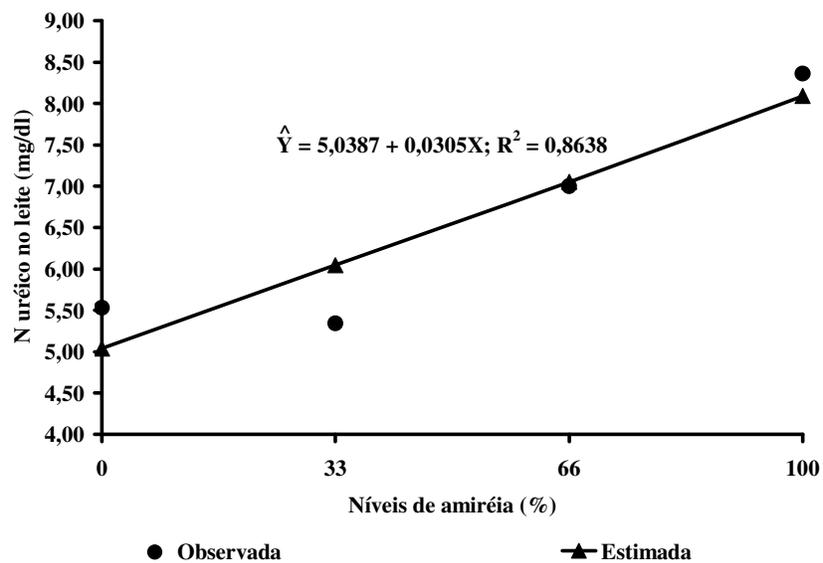


FIGURA 3.11. Nitrogênio uréico no leite (mg/dl) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

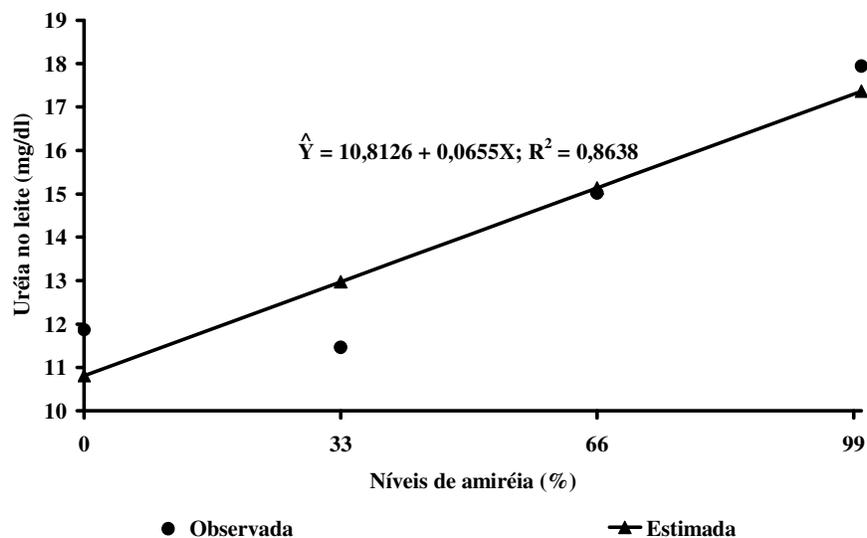


FIGURA 3.12. Uréia no leite (mg/dl) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

Segundo Jobim & Santos (2000) os valores médios de uréia no leite emquadram na faixa de 12 – 18 mg/dl, o que assemelham-se aos resultados descritos neste estudo. Altos valores de concentração de uréia no leite sugerem que está sendo suplementada mais proteína que a necessária, ou que, a ingestão de matéria seca não está adequada (Torrent, 2000).

Os conteúdos de uréia do leite diferiram entre os níveis de amiréia e também mostraram valores próximos aos relatados em outros trabalhos da literatura. Os resultados reportados por Baker et al. (1995) mostraram valores entre 15 e 23 mg/dl, DePeters & Cant (1992), em suas revisões, apresentaram um valor médio de 17 mg/dl e Wolfschoon-Pombo & Regner (1982), comparando dois métodos diferentes para determinação da uréia no leite, obtiveram valor médio de 14,3 mg/dl.

O nitrogênio não protéico, incluindo a uréia, tem importância econômica relevante para a indústria de laticínios, pois influencia diretamente a fabricação dos derivados do leite, particularmente o rendimento da produção de queijo; assim, visto que somente nitrogênio protéico se transforma em queijo, estes componentes tornam-se parâmetros importantes a serem determinados para o pagamento do leite por qualidade.

A eficiência protéica (%), cujo valor é obtido pela divisão entre proteína bruta do leite (kg) e proteína bruta total (kg), diferiu entre os tratamentos, apresentando valor médio de 33,04% (Figura 3.13), que é muito próximo ao valor obtido por Silva (2001) de 34,62%.

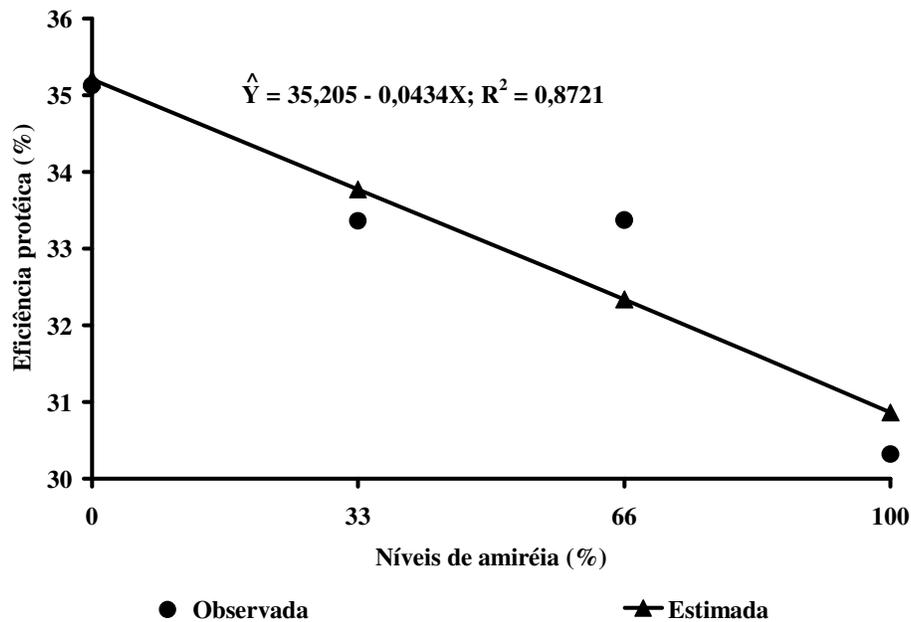


FIGURA 3.13. Eficiência protéica (%) em função dos níveis de substituição do farelo de soja pela amiréia 150S.

Assim como ocorreu neste experimento, Johnson et al. (1987), Casper et al. (1990), Broderick et al. (1993) e Guidi (1999) também não observaram nenhum efeito da uréia no teor de gordura do leite. Os trabalhos revisados por Santos et al. (1998b) também não mostraram efeito da suplementação com uréia no teor de gordura do leite de vacas produzindo entre 20 e 41 kg de leite/dia.

Entretanto, Silva et al. (2001) observaram efeito negativo da adição de uréia sobre a porcentagem de gordura do leite o que provavelmente poderia ser atribuído à redução no consumo de matéria seca.

Contrariamente, Susmel et al. (1995) obtiverem os maiores teores de gordura do leite quando a uréia foi o suplemento da ração para vacas leiteiras, o que poderia ser consequência da melhor utilização da fibra dietética, a qual provê os precursores para a síntese de lipídeos na glândula mamária.

Valadares Filho et al. (2000) utilizando 8,5% de PB na forma de nitrogênio não protéico em rações contendo aproximadamente 17% de PB, observaram constância no teor de gordura do leite até 50% do concentrado.

Observou-se que a produção de gordura do leite expressos em kg/dia (Tabela 3.2), não foi influenciada ($P>0,05$) pelo uso de diferentes níveis de nitrogênio não protéico, apresentado valor médio de 0,52 kg/dia, o que está de acordo com Cannas et al. (1998).

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos com relação ao teor dos sólidos totais (%), o que também foi verificado por Pereira et al. (2001), que trabalharam com diferentes fontes de proteína em substituição parcial à fonte protéica de uma dieta controle a base de farelo de soja.

Os teores de sólidos totais não diferiram entre os tratamentos com diferentes níveis de amiréia pois, para o seu cálculo, são considerados a densidade e o teor de gordura do leite, os quais, semelhantemente, tiveram seus valores bem próximos. Resultados semelhantes foram obtidos por Kerry &

Amos (1993), ao utilizarem o glúten de milho na dieta de vacas em lactação. Da mesma forma, não foram observados efeitos dos tratamentos sobre a porcentagem de extrato seco desengordurado do leite, o que parece coerente, pois este conteúdo é representado pelos sólidos totais menos a gordura, e nenhum destes parâmetros se mostrou diferente neste estudo.

3.2.1 Relação receita despesa

A análise refere-se à relação receita/despesa obtida da variação média kg de leite/animal/dia e da despesa/animal/dia com alimentação (Tabela 3.3). A receita apurada foi obtida com a venda do leite para a Cooperativa de Três Pontas.

Na Tabela 3.3 encontram-se as médias por tratamento da relação receita/despesa alimentar.

TABELA 3.3. Relação receita despesa das dietas experimentais.

Níveis de amiréia (%)	Receita (R\$)	Despesa (R\$)	Receita:Despesa
0	5,34	3,77	1,41
33	5,29	3,58	1,48
66	5,39	3,52	1,53
100	4,94	3,31	1,49
CV	13,71	2,86	12,89

Não houve diferença significativa ($P>0,05$) da relação receita despesa em relação aos níveis de amiréia utilizados, embora tenha ocorrido queda na produção de leite, o que foi compensado pelo melhor custo/benefício da inclusão da amiréia.

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que todos os tratamentos, nos níveis de inclusão estudados, podem ser seguramente utilizados sem qualquer prejuízo às características do leite, consideradas pelas indústrias de laticínios.

Com relação à produção de leite, é viável a substituição até o nível de 100% de amiréia, principalmente se considerarmos a relação custo/benefício.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, G. G. L.; SILVA, J. F. C.; FILHO, S. C.V.; LEÃO, M. I.; CASTRO, A. C. G.; QUEIROZ, A. C. Efeito da degradabilidade da proteína sobre o consumo e digestão de matéria seca, matéria orgânica e carboidratos estruturais em vacas lactantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 371-381, maio/jun. 1995.

AROEIRA, L. J. M.; LOPES, F. C. F.; DAYRELL, M. S.; LIZIEEIRE, R. S.; TORRES, M. P. Digestibilidade, degradabilidade e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia e do farelo de algodão em vacas mestiças holandês x zebu em lactação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 6, p. 1016-1026, jun. 1995.

BAKER, L. D.; FERGUSON, J. D.; CHALUPA, W. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 11, p. 2424-2434, Nov. 1995.

BRODERICK, G. A.; CRAIG, W. M.; RICKER, D. B. Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grains plus mixtures of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 8, p. 2266-2274, Aug. 1993.

CANNAS, A.; PES, A.; MANCUSO, R. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 2, p. 499-508, Feb. 1998.

CARMO, C. A. **Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação**. 2001. 74 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Querroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

CARVALHO, A. U.; FILHO, S.C. V.; SILVA, J. F. C.; QUEIROZ, A. C.; CECON, P. R.; MUNIZ, E. B. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1- Consumo e digestibilidade aparente. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 5, p. 986-995, set./out. 1997.

CASPER, D. P.; SCHINGOETHE, D. J.; EISENBEISZ, W. A. Response of early lactation dairy cows fed diets varying in source of nonstructural carbohydrate and crude protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 73, n. 4, p. 1039-1050, Apr. 1990.

DePETERS, E. J.; CANT, J. P. Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 75, n. 8, p. 2043-2070, Aug. 1992.

DUTRA, A. R.; QUEIROZ, A. C.; PEREIRA, J. C.; FILHO, S. C. V.; THIEBAUT, J. T. L.; MATOS, F. N.; RIBEIRO, C. V. M. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 787-796, abr. 1997.

GUIDI, M. T. **Efeito de teores e fontes de proteína sobre o desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes**. Piracicaba, 1999. 92 p.

HADJIPANAYIOTOU, M; MORAND-FEHR, P. Intensive feeding of dairy goats. In: MORAND-FEHR, P. **Goat nutrition**. Paris: Pudoc Wageningen, 1991. cap. 17, p. 197-208.

HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W. Feed Processing. VI. Comparison of starea, urea, and soybean meal as protein sources for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 53, n. 7, p. 883-887, July 1970.

HOLTER, J. B.; COLOVOS, N. F.; DAVIS, H. A.; URBAN, W. E. Urea for lactating dairy cattle. III. Nutritive value of rations of corn silage plus concentrate containing various levels of urea. **Journal of dairy Science**, Champaign, v. 51, n. 8, p. 1243-1248, Aug. 1978.

IMAIZUMI, H. **Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho e parâmetros ruminais e sanguíneos de vacas holandesas em final de lactação**. 2000. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

ÍTAVO, L. C. V.; FILHO, S. C. V.; SILVA, F. F.; VALADARES, R. F. D.; CECON, P. R.; ITAVO, C. C. B. F.; MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, P. V. R. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 2, p. 1024-1032, fev. 2002.

JOBIM, C. C.; SANTOS, G. T. Influência da qualidade de forragens conservadas sobre a qualidade do leite de vacas. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE, 2., 2000, Maringá. **Anais...** Maringá, PR, 2000. p. 1-9.

JOHNSON, C. O. L. E.; HUBER, J. T.; KING, K. J. Storage and utilization of brewers wet grains in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 70, n. 1, p. 98-107, Jan. 1987.

JONKER, J. S.; KOHN, R. A.; ERDMAN, R. A. Milk urea nitrogen target concentrations of lactating dairy cows fed according to National Research Council recommendations. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 1261-1273, June 1999.

KERRY, C. M.; AMOS, H. E. Effects of source and level of undegradable intake protein on nutrient use and performance of early lactation cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 499-513, Feb. 1993.

McGREGOR, B. A.; HODGE, R. W. Growth and production of lactating Australian feral does and their Angora cross kids when fed oats with urea or lucerne chaff. **Small Ruminant Research**, v. 1, p. 195-201, 1988.

MERTENS D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p. 450-493.

MOREIRA, A. L.; PEREIRA, O. G.; VALADARES, S. D.; CAMPOS, J. M. D.; SOUZA, V. G.; ZERVOUDAKIS, J. T. Produção de leite, consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, pH e concentração de amônia ruminal em vacas lactantes recebendo dietas contendo silagem de milho e fenos de alfafa e de capim coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 1089-1098, maio/jun. 2001. Supplement.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** Washington: National Academy, 2001. 381 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant nitrogen usage.** Washington: National Academy, 1985. 138 p.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; RENNÓ L. N.; QUEIROZ, A. C.; CHIZZOTI, M. L. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, set./out. 2001.

PEREIRA, A. M.; PÉREZ, J. R. O.; TEIXEIRA, J. C. ABREU, L. R de; J. A. Influência da fonte de proteína da dieta total na composição do leite de vacas holandesas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 6, p. 1446-1456, nov./dez. 2001.

PLUMER, J. R.; MILES, J. T.; MONTGOMERY, M. J. Effect of urea in the concentrate mixture on intake and production of cows fed corn silage as the only forage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 54, n. 12, p. 1861-1865, Dec. 1971.

RAYBURN, E. B.; FOX, D. G. Variation in neutral detergent fiber intake of holstein cows. **Journal Dairy Science**, Savoy, v 76, n. 2 p. 544-554, Feb. 1993.

RESENDE, F. D. de.; QUEIROZ, A. C.; FONTES, C. A. A.; RODRIGUEZ, R. R.; FREITAS, J. A.; SOARES, J. E.; JORGE, A. M. Fibra em detergente neutro versus fibra em detergente ácido na formulação de dietas para ruminantes. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 24, n. 3, p. 342-350, mar. 1995.

ROMAN-PONCE, H.; VAN HORN, H. H.; MARSHALL, S. P.; WILCOX, C. J.; RANDEALL, P. F. Complete rations for dairy cattle. V. Interaction of sugarcane bagasse quantity and form with soybean meal, urea and starea. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, n. 9, p. 1320-1327, Sept. 1975.

ROSELER, D. K.; FERGUNSON, J. D.; SNIFFEN, C. J.; HERREMA, J. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 76, n. 2, p. 525-534, Feb. 1993.

SANTOS, F. A. P. **Efeito de fontes protéicas e processamento de grãos no desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes**. 1998. 105 p. Tese (Livre Docência) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SANTOS, F. A. P.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B. Milk yield and composition of lactating cows fed steam-flaked sorghum and graded concentrations of ruminally degradable protein. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 1, p. 215-220, Jan. 1998a.

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., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. 1544 p.

SANTOS, F. A. P.; SANTOS, J. E. P.; THEURER, C. B.; HUBER, J. T. Effects of rumen undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 81, n. 12, p. 3182-3213, Dec. 1998b.

SANTOS, L. E.; BOSE, M. I. V. Produção de leite em caprinos alimentados com níveis crescentes de uréia. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 42, n. 1, p. 11-30, jan./jun. 1985.

SAS INSTITUTE INC. **SAS user's guide: statistics**. 5. ed. Cary, 1991. 1290 p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa: UFV, 1990. 196 p.

SILVA, L. das D. F.; EZEQUIEL, J. M. B.; AZEVEDO, P. S.; CATTELAN, J. W.; BARBOSA, J. C.; RESENDE, F. D.; CARMO, F. R. G. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 1258-1268, maio/jun. 2002.

SILVA, R. M. N. da.; EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L. Uréia para vacas em lactação. 1- Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, maio 2001.

SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; STEFANON, B. Nitrogen balance and partitioning of some nitrogen catabolites in milk and urine of lactating cows. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 44, p. 207-219, 1995.

TIBO, G. C.; FILHO, S. C. V.; VALADARES, R. F. D.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R.; LEÃO, M. I.; SILVA, R. B. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 1. Consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 910-920, maio/jun. 2000.

TORRENT, J. Nitrogênio uréico no leite e qualidade do leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE QUALIDADE DO LEITE, 2., 2000, Curitiba. **Anais...** Curitiba, PR, 2000. p. 27-29.

VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G. A.; VALADARES, R. F. D.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 106-114, Jan. 2000.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

WILDMAN, E. E.; JONES, G. M.; WAGNER, P. E. et al. A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 65, n. 3, p. 495-501, Mar. 1982.

WOLFSCHOON-POMBO, A. F.; REGNER, P. Determinação do teor de uréia em produtos lácteos. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, Juiz de Fora, v. 220, n. 37, p. 21-23, mar./abr. 1982.

ANEXOS

ANEXO A	CAPÍTULO II	Pag.
TABELA 1A.	Resumo da análise da variância para o consumo de matéria seca expressos em kg/dia, g MS/kg ^{0,75} /dia e %PV/dia.	133
TABELA 2A.	Resumo da análise da variância para o consumo de volumoso, conteúdo de glicose e N uréico no sangue (µg/dl).	133

TABELA 1A. Resumo da análise da variância para o consumo de matéria seca expressos em kg/dia, g MS/kg^{0,75}/dia e %PV/dia.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	Consumo de matéria seca					
		kg/dia		g MS/kg ^{0,75} /dia		%PV/dia	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	0,277758	0,2325	77,868452	0,0375	0,056758	0,0094
Amiréia (A)	3	1,428002	0,0012	152,109097	0,0016	0,070735	0,0017
Período (QL)	9	4,406667	0,0001	479,651699	0,0001	0,228523	0,0001
Animal (QL)	9	2,304901	0,0001	196,032449	0,0001	0,092651	0,0001
QL*A	6	0,636242	0,0155	66,853591	0,0201	0,032092	0,0188
Erro	18	0,175392		19,648685		0,009279	
CV (%)		2,76		2,82		2,82	

TABELA 2A. Resumo da análise da variância para o consumo de volumoso (kg/dia), conteúdo de glicose e N uréico no sangue (µg/dl).

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	Volumoso (kg/dia)		Glicose (mg/dl)		N uréico (mg/dl)	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	76,564577	0,0001	5,302975	0,8430	77,571665	0,0193
Amiréia (A)	3	21,167114	0,0010	15,908091	0,6757	22,377972	0,2673
Período (QL)	9	62,652288	0,0001	108,02334	0,0112	18,056226	0,3790
Animal (QL)	9	35,019471	0,0001	34,838279	0,3906	7,359804	0,8762
QL*A	6	9,392666	0,0135	77,181422	0,0608	15,392020	0,4654
Erro	18	2,507804		30,759887		15,664285	
CV (%)		3,92		9,50		24,57	

ANEXO B	CAPÍTULO III	Pag.
TABELA 1B. Resumo da análise da variância para o consumo de proteína bruta expressos em kg/dia, g MS/kg ^{0,75} /dia e %PV/dia.		135
TABELA 2B. Resumo da análise da variância para o consumo de fibra em detergente neutro expressos em kg/dia, g MS/kg ^{0,75} /dia e %PV/dia.		135
TABELA 3B. Resumo da análise da variância para o consumo de carboidratos totais e não estruturais (kg/dia).		136
TABELA 4B. Resumo da análise da variância para a produção de leite (kg) e produção de leite corrigido para 3,5 e 4% de gordura (kg). .		136
TABELA 5B. Resumo da análise da variância para a proteína bruta, lactose e gordura do leite (kg).		137
TABELA 6B. Resumo da análise da variância para sólidos totais (ST), eficiência protéica (EP) e proteína bruta (PB) do leite.		137
TABELA 7B. Resumo da análise da variância para lactose, gordura e extrato seco desengordurado (ESD) do leite.		138
TABELA 8B. Resumo da análise da variância para sólidos totais (ST), nitrogênio uréico (NU) e uréia do leite.		138
TABELA 9B. Resumo da análise da variância para receita, despesa e relação receita despesa para produção de leite.		139

TABELA 1B. Resumo da análise da variância para o consumo de proteína bruta expressos em kg/dia, g MS/kg^{0,75}/dia e %PV/dia.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	Consumo de proteína bruta					
		kg/dia		g MS/kg ^{0,75} /dia		%PV/dia	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	0,001315	0,0011	0,544915	0,0001	0,000352	0,0001
Amiréia (A)	3	0,000941	0,0022	0,101914	0,0015	0,000039	0,0884
Período (QL)	9	0,002688	0,0001	0,316046	0,0001	0,000135	0,0001
Animal (QL)	9	0,001438	0,0001	0,257213	0,0001	0,000185	0,0001
QL*A	6	0,000445	0,0195	0,045479	0,0184	0,000033	0,0991
Erro	18	0,000130		0,013069		0,000015	
CV (%)		0,84		0,82		1,28	

TABELA 2B. Resumo da análise da variância para o consumo de fibra em detergente neutro expressos em kg/dia, g MS/kg^{0,75}/dia e %PV/dia.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	Consumo de fibra em detergente neutro					
		kg/dia		g MS/kg ^{0,75} /dia		%PV/dia	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	0,058281	0,5952	42,787077	0,0510	0,030008	0,0169
Amiréia (A)	3	1,042347	0,0005	110,748602	0,0007	0,052124	0,0008
Período (QL)	9	2,730822	0,0001	297,220802	0,0001	0,141767	0,0001
Animal (QL)	9	1,410544	0,0001	123,308924	0,0001	0,056901	0,0001
QL*A	6	0,388617	0,0167	40,598260	0,0215	0,019122	0,0230
Erro	18	0,109116		12,135941		0,005809	
CV (%)		3,76		3,83		3,85	

TABELA 3B. Resumo da análise da variância para o consumo de carboidratos totais (CHOT) e não estruturais (CNE) (kg/dia).

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	Consumo (kg/dia)			
		CHOT		CNE	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	69,3482	0,0001	1,9015	0,0001
Amiréia (A)	3	16,9199	0,0019	0,2571	0,0214
Período (QL)	9	56,7163	0,0001	1,5516	0,0001
Animal (QL)	9	31,6983	0,0001	0,8697	0,0001
QL*A	6	8,5103	0,0135	0,2328	0,0135
Erro	18	2,2692		0,0621	
CV (%)		3,59		2,63	

TABELA 4B. Resumo da análise da variância para a produção de leite (kg) e produção de leite corrigido para 3,5 e 4% de gordura (kg).

CAUSAS DE VARIAÇÃO	G.L.	Produção de leite (kg)					
		Sem correção		3,5%		4%	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	15,924606	0,0001	7,730669	0,0038	6,601415	0,0038
Amiréia (A)	3	3,106541	0,0164	2,455474	0,0965	2,097624	0,0969
Período (QL)	9	1,674394	0,0540	2,549474	0,0437	2,179610	0,0438
Animal (QL)	9	8,521910	0,0001	9,859463	0,0001	8,436772	0,0001
QL*A	6	0,951704	0,2804	1,162174	0,3693	0,992020	0,3707
Erro	18	0,696294		1,001033		0,856691	
CV (%)		6,37		7,14		7,14	

TABELA 5B. Resumo da análise da variância para a proteína bruta, lactose e gordura do leite (kg).

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	Proteína (kg)		Lactose (kg)		Gordura (kg)	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	0,002764	0,1056	0,014895	0,0008	0,017297	0,0006
Amiréia (A)	3	0,009801	0,0007	0,004987	0,0328	0,002388	0,2279
Período (QL)	9	0,002398	0,0721	0,003649	0,0369	0,005234	0,0118
Animal (QL)	9	0,004086	0,0079	0,018460	0,0001	0,018306	0,0001
QL*A	6	0,001891	0,1674	0,002268	0,1901	0,001966	0,3049
Erro	18	0,001083		0,001372		0,001507	
CV (%)		7,34		6,21		7,50	

TABELA 6B. Resumo da análise da variância para sólidos totais (ST), eficiência protéica (EP) e proteína bruta (PB) do leite.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	ST (kg)		EP (%)		PB (%)	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	0,086786	0,0046	3,426827	0,5917	0,614252	0,0001
Amiréia (A)	3	0,052146	0,0171	47,937458	0,0018	0,158258	0,0001
Período (QL)	9	0,026497	0,0691	17,490785	0,0320	0,101147	0,0001
Animal (QL)	9	0,095391	0,0001	23,802997	0,0082	0,389924	0,0001
QL*A	6	0,018464	0,2148	8,589041	0,2852	0,017616	0,1226
Erro	18	0,011812		6,342638		0,008910	
CV (%)		6,41		7,62		2,74	

TABELA 7B. Resumo da análise da variância para lactose, gordura e extrato seco desengordurado (ESD) do leite.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	Lactose (%)		Gordura (%)		ESD (%)	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	0,388933	0,0001	1,501952	0,0001	1,978988	0,0001
Amiréia (A)	3	0,033902	0,0016	0,026589	0,6027	0,098124	0,0005
Período (QL)	9	0,046645	0,0001	0,240501	0,0008	0,174892	0,0001
Animal (QL)	9	0,018134	0,0051	1,121013	0,0001	0,630042	0,0001
QL*A	6	0,012258	0,0423	0,071091	0,1796	0,024280	0,0695
Erro	18	0,004390		0,041946		0,010093	
CV (%)		1,45		5,15		1,11	

TABELA 8B. Resumo da análise da variância para sólidos totais (ST), nitrogênio uréico (NU) e uréia do leite.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	ST (%)		NU (mg/dl)		Uréia (mg/dl)	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Quadrado latino (QL)	2	6,315431	0,0001	0,888325	0,4561	4,095577	0,4563
Amiréia (A)	3	0,056291	0,3884	23,938356	0,0001	110,262483	0,0001
Período (QL)	9	0,627544	0,0001	11,214306	0,0001	51,576051	0,0001
Animal (QL)	9	3,133255	0,0001	2,780883	0,0423	12,783046	0,0429
QL*A	6	0,109129	0,1089	0,768889	0,6461	3,537785	0,6473
Erro	18	0,052830		1,083042		4,995376	
CV (%)		1,77		15,87		15,88	

TABELA 9B. Resumo da análise da variância para receita, despesa e relação receita despesa para produção de leite.

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	Receita (R\$)		Despesa (R\$)		Receita/despesa	
		Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc	Q. M.	P>Fc
Amiréia	3	0,493025	0,4216	0,425675	0,0001	0,029186	0,4994
Erro	18	0,515348		0,010249		0,036383	
CV (%)		13,71		2,86		12,89	