

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR URÉIA OU  
AMIRÉIA EM DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS EM FINAL DE  
LACTAÇÃO**

**CAROLINA DE ALMEIDA CARMO**

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de  
São Paulo, para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia, Área de Concentração: Ciência  
Animal e Pastagens.

PIRACICABA  
Estado de São Paulo - Brasil  
Dezembro - 2001

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR URÉIA OU  
AMIRÉIA EM DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS EM FINAL DE  
LACTAÇÃO**

**CAROLINA DE ALMEIDA CARMO**

Zootecnista

**Orientador:** Prof. Dr. **FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS**

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de  
São Paulo, para obtenção do título de Mestre  
em Agronomia, Área de Concentração: Ciência  
Animal e Pastagens.

**P I R A C I C A B A**  
Estado de São Paulo - Brasil  
Dezembro - 2001

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Divisão de Biblioteca e Documentação - ESALQ/USP**

Carmo, Carolina de Almeida  
Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas  
leiteiras em final de lactação / Carolina de Almeida Carmo. -- Piracicaba, 2001.  
74p.

Dissertação (Mestrado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2001.  
Bibliografia.

1. Dieta animal 2. Farelos 3. Lactação animal 4. Suplementos alimentares  
para animais I. Título

CDD 636.2085

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O autor"

Aos meus pais Odete e José Roberto  
e aos meus irmãos Luciana e Fábio  
com amor

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Em especial ao Prof. Flávio Augusto Portela Santos, pela orientação, pelos ensinamentos e pelo belo exemplo profissional.

À FAPESP, pelo financiamento do projeto de pesquisa e pela concessão da bolsa de estudos.

Aos Profs. Alexandre Vaz Pires e Telma Teresinha Berchielli Moreno, pela participação na Banca Examinadora.

Aos Profs. Pedro de Andrade e Ivanete Susin, pela participação no Exame de Qualificação.

Ao Luiz César e à Carla Nussio, pela ajuda nas análises laboratoriais.

Aos colegas Hugo, Rodrigo (Xucro), Rafael (Fiotão), João Paulo (Gaveta), Cristiano (Rabugento), Valéria (Bigorna) e Marcelo (Rascunho), pela valiosa ajuda na condução da fase experimental.

Aos amigos Raquel, Décio e Rafael, pela companhia e ajuda na fase experimental e pela alegre convivência, da qual surgiram tão boas amizades.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xi
SUMMARY.....	xiii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Suplementação com fontes ricas em PNDR.....	3
2.2 Suplementação com fontes de NNP.....	9
2.3 Suplementação com amiréia.....	13
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Experimento 1.....	16
3.1.1 Local e animais.....	16
3.1.2 Tratamentos.....	17
3.1.3 Período experimental e colheita de dados.....	20
3.1.4 Delineamento experimental.....	22
3.2 Experimento 2.....	22
3.2.1 Local e animais.....	22
3.2.2 Tratamentos.....	23
3.2.3 Período experimental e colheita de dados.....	24
3.2.4 Delineamento experimental.....	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 Experimento 1.....	27
4.2 Experimento 2.....	46

5 CONCLUSÕES.....	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	67

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Efeito dos tratamentos sobre a produção de leite durante o período experimental	30
2 Efeito dos tratamentos sobre a produção de leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5% durante o período experimental	30
3 Efeito dos tratamentos sobre o teor de gordura do leite durante o período experimental	32
4 Efeito dos tratamentos sobre o teor de proteína do leite durante o período experimental	34
5 Efeito dos tratamentos sobre o teor de lactose do leite durante o período experimental	35
6 Efeito dos tratamentos sobre o teor de sólidos totais do leite durante o período experimental	36
7 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N ureico no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação durante a primeira fase do período experimental	37
8 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N ureico no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação durante a segunda fase do período experimental	39
9 Efeito dos tratamentos sobre a concentração de glicose no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação durante a primeira fase do período experimental	41

10	Efeito dos tratamentos sobre a concentração de glicose no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação durante a segunda fase do período experimental	43
11	Efeito dos tratamentos sobre o pH do fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação	49
12	Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N amoniacal no fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação	51
13	Efeito dos tratamentos sobre a concentração total de AGV no fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação	53
14	Efeito dos tratamentos sobre a porcentagem molar de ácido acético nos vários tempos de colheita após a alimentação	55
15	Efeito dos tratamentos sobre a porcentagem molar de ácido propiônico nos vários tempos de colheita após a alimentação	57
16	Efeito dos tratamentos sobre a porcentagem molar de ácido butírico nos vários tempos de colheita após a alimentação	59
17	Efeito dos tratamentos sobre a relação ácido acético : propiônico nos vários tempos de colheita após a alimentação	61
18	Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N ureico no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação	62
19	Efeito dos tratamentos sobre a concentração de glicose no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação	64

## LISTA DE TABELAS

	Página
1 Composição das dietas experimentais (% da MS)	17
2 Composição de nutrientes das dietas experimentais (% da MS)	18
3 Composição das dietas experimentais (% da MS)	19
4 Composição de nutrientes das dietas experimentais (% da MS)	19
5 Composição das dietas experimentais (% da MS)	23
6 Composição bromatológica das dietas	27
7 Ingestão de MS, produção e composição do leite, variação do peso e score corporal	28
8 Concentração de N ureico no plasma sangüíneo (mg/dL)	37
9 Concentração de N ureico no plasma sangüíneo (mg/dL)	38
10 Concentração de glicose no plasma sangüíneo (mg/dL)	41
11 Concentração de glicose no plasma sangüíneo (mg/dL)	42
12 Eficiência de extração de aminoácidos pela glândula mamária (%)	44
13 Eficiência de extração de aminoácidos pela glândula mamária (%)	45
14 Composição bromatológica das dietas	46
15 Consumo de nutrientes (kg/animal/dia)	47
16 Digestibilidade aparente dos nutrientes (%)	47
17 Valores de pH do fluido ruminal	48
18 Valores de concentração de N amoniacal no fluido ruminal (mg/L)	50
19 Valores de concentração total de AGV no fluido ruminal (mM)	52
20 Valores da porcentagem molar de ácido acético em relação ao total de AGV	54

21	Valores da porcentagem molar de ácido propiônico em relação ao total de AGV	56
22	Valores da porcentagem molar de ácido butírico em relação ao total de AGV	58
23	Valores da relação ácido acético : propiônico	60
24	Concentração de N ureico no plasma sanguíneo (mg/dL)	62
25	Concentração de glicose no plasma sanguíneo (mg/dL)	64

# **SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR URÉIA OU AMIRÉIA EM DIETAS PARA VACAS LEITEIRAS EM FINAL DE LACTAÇÃO**

Autora: CAROLINA DE ALMEIDA CARMO

Orientador: Prof. FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS

## **RESUMO**

Dois experimentos foram conduzidos com o objetivo de estudar a inclusão de uréia em nível elevado na dieta (2% da MS), na forma tradicional ou extrusada com milho (Amiréia 150S), em substituição parcial ao farelo de soja em dietas para vacas leiteiras. No experimento 1 foram utilizadas 38 vacas Holandesas em final da lactação, com produção média de 20 kg de leite/d, em um delineamento em blocos ao acaso. O período experimental teve a duração de 60 dias. As dietas eram compostas por silagem de capim elefante aditivada com polpa cítrica peletizada, raspa de mandioca, polpa cítrica peletizada, suplemento mineral e vitamínico e os respectivos suplementos protéicos: a) farelo de soja; b) farelo de soja + amiréia; c) farelo de soja + uréia. Os parâmetros avaliados foram consumo de matéria seca, produção e composição do leite, extração de aminoácidos pela glândula mamária e concentração de glicose e nitrogênio uréico no plasma sanguíneo. No experimento 2 foram utilizadas 5 vacas Holandesas canuladas no rúmen e duodeno, no período seco. Os tratamentos foram os mesmos utilizados no experimento 1. Os parâmetros avaliados foram consumo de matéria seca e nutrientes, digestibilidade de nutrientes no trato digestivo total,

produção de ácidos graxos voláteis, pH e concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen e parâmetros sanguíneos (glicose e nitrogênio uréico no plasma). No experimento 1, a substituição parcial do farelo de soja por fontes de nitrogênio não protéico, assim como o processamento da uréia na forma extrusada, não afetaram a produção de leite, leite corrigido para gordura, teor e produção de proteína e lactose do leite, produção de sólidos totais, concentração de nitrogênio ureico e glicose no plasma ( $P>0,05$ ). O teor e produção de gordura, teor de sólidos totais e eficiência de extração de aminoácidos pela glândula mamária foram maiores para o tratamento com uréia na forma tradicional ( $P<0,05$ ). No experimento 2 não foram observadas diferenças para consumo e digestibilidade aparente no trato total da matéria seca e nutrientes, concentração total de ácidos graxos voláteis no fluido ruminal, porcentagem molar dos ácidos acético, propiônico e butírico em relação ao total de ácidos graxos voláteis, relação acético:propiônico, concentração e nitrogênio ureico e glicose no plasma, ( $P>0,05$ ). O pH do fluido ruminal se manteve mais elevado nas primeiras horas após a alimentação no tratamento uréia em relação aos demais ( $P<0,05$ ). Ambas as fontes de NNP, apresentaram valores mais elevados de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal ( $P<0,05$ ). A substituição parcial do farelo de soja por uréia no teor de 2% da matéria seca da dieta é uma alternativa viável em dietas para vacas leiteiras em final de lactação e no período seco. O processamento da uréia na tentativa de reduzir a velocidade de liberação de amônia no rúmen, não apresentou vantagens em relação à uréia na forma convencional.

# Replacement Of Soybean Meal By Urea Or Starea In Diets For Late Lactation Dairy Cows

Author: CAROLINA DE ALMEIDA CARMO

Adviser: Prof. Dr. FLÁVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS

## SUMMARY

Two trials were conducted to study the partial replacement of soybean meal by high level (2% of DM) of urea in diets for late lactation dairy cows. Conventional urea also was compared to urea extruded with a starch source (Starea - 150S). In trial 1, 38 late lactation Holstein cows producing around 20 kg of milk/d, were used in a randomized block design. The experimental period lasted 60 days. Diets were composed by elephant grass silage with dried citrus pulp, tapioca meal, dried citrus pulp, tallow, mineral and vitamin mix and the protein supplements. The treatments were: a) soybean meal (FS); b) soybean meal + starea (A150S); c) soybean meal + urea (U). The partial replacement of soybean meal by high levels of NPN sources or the urea processing, did not affect milk and 3,5% FCM yields, protein content and yield, total solids yield, and plasma urea N and glucose. Feeding 2% of urea (U) increased milk fat and total solids content and the efficiency of amino-acids extraction by the mammary gland. In trial 2, 5 dry Holstein cows, fitted with ruminal canulas, were fed the same treatment diets used in trial 1 (corn silage was used instead of grass silage). Dry matter intake, total tract nutrient digestibility's, total rumen VFA molar concentration and acetic, propionic and butyric acid molar proportion, plasma urea-N and plasma glucose were not affected by treatments ( $P>0,05$ ). Rumen pH was higher for U diet, 2 to 4 hours post-feeding, and rumen ammonia N was higher for U and A150S diets ( $P<0,05$ ). The partial replacement of soybean meal by high levels of urea, is an

alternative to reduce costs of diets for late lactating cows milking around 20 kg/d. Extrusion of urea with a starch source, in attempt to slow ammonia release in the rumen (A150S), did not show any advantage compared to conventional urea.

## 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, a qual é rica 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 a 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.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Suplementação com fontes ricas em PNDR**

A suplementação protéica de vacas leiteiras é um dos tópicos mais estudados na área de nutrição de ruminantes. Grande quantidade de trabalhos de pesquisa têm sido publicados relacionados a fontes protéicas, teores de proteína da dieta, degradabilidade ruminal da proteína, perfil de aminoácidos das fontes protéicas e balanceamento de dietas considerando as exigências em aminoácidos essenciais, principalmente lisina (Lis) e metionina (Met), na tentativa de maximizar o desempenho animal. Apesar destes esforços muito ainda permanece desconhecido.

Até a publicação do NRC (1985) a nutrição protéica de bovinos baseava-se apenas na PB como parâmetro para a determinação de exigências e formulação de dietas. Havia, até então, poucas informações sobre a degradabilidade ruminal das fontes protéicas e sobre as exigências de aminoácidos dos bovinos.

Pesquisas conduzidas há mais de 30 anos mostraram que o rúmen foi capaz de suprir toda a proteína necessária para a produção de até 4500 Kg de leite por lactação de vacas recebendo uréia como única fonte de nitrogênio (N) (Virtanen, 1966). No entanto, como o potencial genético dos rebanhos leiteiros especializados vem crescendo no mundo todo, resultando em produções por animal cada vez mais altas, a proteína microbiana sintetizada no

rúmen precisa ser complementada com proteína dietária não degradável no rúmen, para suprir as exigências protéicas de manutenção e produção de leite destes animais (Santos et al., 1998a).

Para que o desempenho de vacas de alta produção seja máximo suas necessidades em aminoácidos essenciais devem ser atendidas, sem esquecer da necessidade do suprimento de nitrogênio no rúmen para a síntese de proteína microbiana (NRC, 2001).

Não apenas a quantidade de proteína microbiana e de proteína alimentar que escapa a fermentação ruminal são importantes, mas também a qualidade desta última. O perfil de aminoácidos essenciais (AAE) na proteína que chega ao intestino é tão importante quanto a quantidade desta proteína, para que se possa maximizar o desempenho, uma vez que a exigência do animal é por AAE absorvidos e não por PB (Schwab, 1994; Huber & Santos, 1996).

Devido às limitações do sistema de PB em estimar as exigências protéicas de vacas de alta produção, novos sistemas foram publicados tanto na América do Norte quanto na Europa durante os últimos 16 anos (Agricultural and Food Research Council, 1992; Fox et al., 1992; National Research Council, 1985, 1989, 1996, 2001; Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992).

O sistema de proteína metabolizável (ARC, 1992) estima o grau no qual a proteína alimentar é degradada no rúmen para suprir proteína degradável aos microrganismos. A quantidade de proteína não degradável que escapa à fermentação ruminal, para ser digerida no intestino é calculada por diferença (Beever & Cottrell, 1994).

O sistema de Cornell (Fox et al., 1992; Russell et al., 1992; Sniffen et al., 1992) é um sistema dinâmico, o qual tem um sub-modelo de fermentação, que compara as taxas de fermentação de carboidratos com as de degradação de proteínas e estima a quantidade de matéria orgânica digerida no rúmen, síntese de proteína microbiana, produção de amônia e fluxo de material

não digerido para o intestino delgado. O modelo de Cornell oferece a possibilidade de estimarmos o fluxo de aminoácidos para o intestino do ruminante e, conseqüentemente, adequarmos a dieta para as necessidades do animal. Através do programa CPM - Dairy é possível se fazer uma tentativa no sentido de adequarmos a dieta em termos de aminoácidos essenciais para vacas de alta produção.

O sistema mais difundido na América do Norte para vacas leiteiras foi, até o final do ano 2000, o sistema de “proteína absorvida” proposto pelo NRC (1985, 1989), o qual usava um método fatorial para estimar os requerimentos de proteína absorvida para todas as categorias de gado leiteiro. Este método dividia o requerimento em proteína absorvida em 2 frações: PDR e PNDR. Mais recentemente, em sua última edição para gado leiteiro, o NRC (2001) aprimorou este sistema, agora denominado de sistema de “proteína metabolizável”.

Baseados nas recomendações do NRC (1985, 1989), diversos autores (Chalupa & Ferguson, 1988; Clark et al., 1987; Huber & Chen, 1992; Huber & Herrera-Saldana, 1994; Polan, 1992; Satter, 1986) começaram a desenvolver trabalhos com suplementação de fontes ricas em PNDR, supondo-se existir uma possível deficiência de PNDR em dietas com suplementos convencionais como farelo de soja (pobre em PNDR). Porém, a maior parte dos resultados não se mostraram de acordo com o previsto. Algumas hipóteses que poderiam explicar esses resultados adversos são: a) menor síntese microbiana, devido à uma redução na PDR; b) perfil inadequado de AAE na PNDR; c) baixa digestibilidade intestinal da PNDR.

Diversos autores (Chen et al., 1993; Clarck et al., 1992; Huber & Chen, 1992; Schwab, 1994; Huber & Santos, 1996; Polan, 1992; Santos, 1996; Santos et al., 1998; Sloan et al., 1999) enfatizaram o fato de que para se ter sucesso com a suplementação de PNDR estas fontes devem ter um perfil

adequado de aminoácidos para complementar o da proteína microbiana, tendo como padrão a proteína do leite.

Estudos de infusão no abomaso e duodeno indicaram que Lis e Met são, provavelmente, os 2 aminoácidos mais limitantes para a síntese de leite e de proteína do leite, em dietas comumente fornecidas para vacas de alta produção (King et al., 1999; Schwab et al., 1992a,b). Foi inicialmente sugerido que os teores de Lis e Met como porcentagem dos aminoácidos essenciais totais no bolo alimentar que chega ao duodeno deveria ser ao redor de 15 e 5%, respectivamente, para maximizar a produção de leite e de proteína no leite (Schwab et al., 1992a,b; Schwab, 1994). Mais recentemente, o grupo comandado pelo Dr. Schwab (Sloan et al., 1999) propôs balancear Lis e Met utilizando o modelo de Cornell (CPM - Dairy), para se atingir níveis de 6,82 % de Lis e 2,19% de Met na proteína metabolizável da dieta. Esta recomendação é uma tentativa de aproximação da recomendação prática de Rulquin et al. (1993). Sendo assim, é importante que a fonte de PNDR a ser usada tenha um bom balanço desses dois aminoácidos. Valores correspondentes de Lis e Met, utilizando o NRC (2001), são respectivamente 7,2 e 2,4% na proteína metabolizável da dieta.

Com o objetivo de integrar e analisar o conhecimento sobre o uso de suplementos protéicos e nutrição protéica de vacas leiteiras, Santos et al. (1998a) revisaram 108 trabalhos publicados entre 1985 e 1997. Os dados revisados de 15 ensaios (29 comparações), com vacas canuladas no rúmen e duodeno, mostraram que a suplementação com fontes ricas em PNDR, em substituição parcial ou total ao farelo de soja, não resultou em benefícios consistentes no que se refere ao fluxo de proteína e aminoácidos essenciais para o duodeno. A síntese de proteína microbiana foi reduzida pela suplementação com fontes ricas em PNDR em 76% das comparações. Entretanto, a suplementação com farinha de peixe resultou em balanço favorável de Lis e Met no bolo alimentar do duodeno. Os 88 ensaios de

produção (127 comparações) mostraram que a suplementação com fontes ricas em PNDR, em substituição parcial ou total ao farelo de soja, aumentou a produção de leite em apenas 17% dos casos. As fontes mais promissoras e que responderam pela maioria dos resultados positivos foram a farinha de peixe e o farelo de soja tratado (tratamento térmico ou químico). A suplementação com glúten de milho respondeu pela maioria dos resultados negativos. O teor de proteína do leite foi reduzido em 22% das comparações, aumentado em apenas 5% das comparações e não afetado nas restantes 73%, com a suplementação de fontes ricas em PNDR. A redução no teor de proteína do leite em 22% dos casos provavelmente se deveu a uma redução no fluxo de proteína microbiana para o duodeno e ou fluxo de uma proteína total de qualidade inferior. Esses dados sugerem, de forma consistente, que para se ter vantagem com a suplementação de fontes ricas em PNDR estas têm que ter perfil adequado de aminoácidos essenciais, especialmente Lis e Met.

Quanto ao balanço de aminoácidos, apenas a farinha de peixe possui um bom balanço de Lis e Met. O farelo de glúten de milho, grãos destilados e resíduo de cervejaria são pobres em Lis, enquanto farinha de sangue, farinha de carne e ossos são pobres em Met e a farinha de pena é pobre em ambos os aminoácidos (Schwab, 1994).

Uma redução na síntese de proteína microbiana pode ocorrer quando se usa fontes protéicas ricas em PNDR, em médias ou altas proporções na dieta. Isto se deve a uma limitação na disponibilidade de nitrogênio no rúmen, o que se comprovou na observação de menores passagens de nitrogênio microbiano quando farelo de soja foi substituído por fontes ricas em PNDR (Santos et al., 1998a).

Na maioria dos trabalhos revisados por Santos et al. (1998a) a fração protéica que chega ao intestino para ser digerida, representada pela passagem de nitrogênio não amoniacal, não foi aumentada com o aumento de PNDR na dieta. Quanto a passagem de aminoácidos essenciais para o

intestino, principalmente Lis e Met, não foi aumentada pelo uso de fontes protéicas ricas em PNDR.

Existem suposições de que a combinação de fontes protéicas ricas em PNDR com diferentes perfis de aminoácidos resultariam em uma melhor suplementação para vacas de alta produção. Entretanto, na maioria das vezes, não se tem observado melhor desempenho de vacas recebendo combinações de fontes ricas em PNDR comparadas com o farelo de soja, exceto quando farinha de peixe ou farelo de soja tratado são incluídos na mistura.

A recomendação de Lis e Met contida no NRC (2001), visando maximizar a eficiência de uso da proteína metabolizável, é de 7,2% de Lis e 2,4% de Met na proteína metabolizável. Esta recomendação é muito próxima das de Rulquin et al. (1993), utilizando o sistema francês PDI e correspondente aos valores de 6,82 e 2,19% recomendados por Sloan et al. (1999) utilizando o programa CPM - Dairy, do modelo de Cornell.

A tentativa de se atingir tais níveis utilizando fontes ricas em PNDR e também em Lis e Met, como a farinha de peixe, por exemplo, pode exigir a inclusão de doses elevadas deste suplemento na dieta. Além do alto custo, resultados negativos podem ocorrer. Santos et al. (2001) observaram redução na produção de leite e no teor e produção de gordura do leite quando doses de 6% de farinha de peixe foram incluídas na dieta em substituição parcial ao farelo de soja.

A recomendação mais promissora para vacas de alta produção parece ser suprir doses adequadas de PDR, para maximizar a síntese microbiana e então, ajustar a proteína metabolizável da dieta com inclusões menores de fontes ricas em PNDR de alta qualidade, complementadas com Lis e Met protegidas da degradação ruminal, visando níveis destes 2 aminoácidos essenciais próximos dos recomendados pelo NRC (2001).

## 2.2 Suplementação com fontes de nitrogênio não protéico

Uma vez que a proteína microbiana é superior em qualidade que a grande maioria dos suplementos protéicos do mercado, torna-se clara a necessidade de se otimizar a fermentação ruminal e conseqüentemente a produção microbiana. Isto pode ser alcançado, fornecendo volumoso de alta qualidade (aumento da ingestão de matéria seca (MS)), aumentando a degradabilidade ruminal do carboidratos não fibrosos e fornecendo adequadas quantidades de N para utilização pelos microrganismos (síntese de proteína microbiana).

Zinn & Shen (1998), avaliando a ingestão de proteína degradável e requerimentos de aminoácidos metabolizáveis de novilhos confinados, concluíram que estes animais necessitam de um mínimo de 100g de PDR por kg de matéria orgânica (MO) digestível. De forma conservadora, o NRC (1996) para gado de corte adotou uma exigência de 130g de proteína degradável por kg de NDT. A produção de proteína microbiana, calculada como 13% dos nutrientes digestíveis totais, é corrigida em função do teor de fibra efetiva da dieta. Uma redução de 2,2% na síntese microbiana é aplicada para cada unidade percentual de redução no teor de fibra efetiva na dieta abaixo de 20%. Esta foi a forma encontrada para se introduzir o efeito de pH ruminal na eficiência do crescimento microbiano.

A mais recente edição do NRC para gado leiteiro (NRC, 2001), adotou uma exigência de PDR igual a 1,18 a quantidade de proteína microbiana sintetizada no rúmen, a qual é calculada como 13% dos nutrientes digestíveis totais (NDT) (NDT ajustado para consumo). Esta nova versão é mais dinâmica que a anterior, uma vez que, em caso de disponibilidade de PDR inferior ao valor acima mencionado, a quantidade de proteína microbiana é

automaticamente reduzida para 85% da quantidade de PDR. Nenhum fator de correção foi adotado nesta versão para o efeito de pH ruminal.

Kalscheur et al. (1999) estudaram a resposta de vacas lactantes em diferentes estágios de lactação à dietas com variadas concentrações e degradabilidades de PB. Esses autores concluíram que, como não houve efeito da dieta sobre a produção de leite, o decréscimo da PB em dietas de vacas no terço médio ou final de lactação pode reduzir o custo da dieta e a quantidade de N excretado pelo animal.

Bateman et al. (1999) avaliaram a suplementação com fontes ricas em PNDR em comparação ao farelo de soja e uréia em combinações com aminoácidos protegidos para vacas leiteiras. Os autores concluíram que a fonte de proteína não alterou a produção e composição do leite nem a ingestão de MS.

Avaliando a resposta em produção de leite à suplementação com diferentes quantidades de proteína de baixa degradabilidade ruminal, Wu & Satter (2000) sugeriram que dietas de início de lactação para vacas de alta produção devem conter, no mínimo, 17,5% de PB sendo de 35 a 37% como PNDR.

Bach et al. (2000) também avaliaram o efeito do teor de PB e do perfil de aminoácidos sobre o metabolismo de N durante o início da lactação. A produção de leite e a quantidade de aminoácidos extraídos pela glândula mamária tenderam a ser maiores com dietas com alta qualidade de aminoácidos nos dois teores de PB estudados (15 e 18% da MS). A eficiência de utilização de nitrogênio para síntese de proteína do leite foi maior para as dietas com 15% de PB.

O efeito da suplementação com diversos teores de PB e PDR também foram estudados por Castillo et al. (2001), que concluíram que um baixo teor de PB (15%) e uma média a baixa degradabilidade ruminal da fonte

protéica levaram a uma redução na excreção de N sem comprometer a produção de leite (24,8 kg/d).

O potencial para melhora da eficiência e taxa de utilização do N da dieta por novilhos Holandeses alimentados com uma mistura de subprodutos animais (balanceados em aminoácidos) foi determinado por Knaus et al. (2001). Quando a uréia foi utilizada como suplemento único de N chegou-se a igual taxa de eficiência de uso de N comparada a mistura de subprodutos animais.

Vinte e três comparações, a partir de doze trabalhos, foram compiladas por Santos et al. (1998a) a fim de se avaliar os efeitos da inclusão de uréia na dieta de vacas de alta produção em substituição parcial ou total de diversos suplementos protéicos. A inclusão de uréia na dieta foi de 0,4 a 1,8% da MS. O consumo de MS não foi afetado em 17, diminuiu em 4 e aumentou em 2 comparações, enquanto a produção de leite permaneceu inalterada em 20 e diminuiu em 3 comparações, devido à inclusão de uréia na dieta. O teor de proteína do leite não foi afetado em 17 comparações e foi aumentado em 5 comparações. A produção média de leite foi de 32,7 kg/d para vacas suplementadas com uréia e 33,3 kg/d para vacas recebendo exclusivamente fontes suplementares de proteína verdadeira. Esses dados mostram que a possibilidade de baixar o custo da dieta através do uso de uréia não deve ser descartado nos rebanhos de alta produção.

Huber et al. (1967), trabalhando com diversos teores de uréia na dieta de vacas leiteiras alimentadas com silagem de milho como único volumoso obtiveram diminuição da produção de leite quando a uréia fornecia 38 e 48% do N da dieta. Decréscimos também ocorreram quando a uréia forneceu de 21 a 23% do N da dieta, enquanto não houve efeito na produção quando a uréia respondeu por 11% do N. As digestibilidades da MS, fibra bruta (FB) e extrativo não nitrogenado (ENN) diminuiram com a adição de uréia na dieta.

Em trabalho realizado para avaliar o consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite de vacas alimentadas com 4 níveis

de uréia na dieta (Oliveira et al., 2001), a produção de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura, teor e produção de proteína e produção de gordura do leite diminuíram linearmente com o aumento do teor de uréia na dieta.

Não foi observado efeito sobre a produção de leite quando suplementos protéicos foram substituídos por uréia em dietas para vacas alimentadas com milho mais mistura de silagens de milho e alfafa, de acordo com Broderick et al. (1993). A proteína do leite foi menor quando o suplemento protéico era farinha de carne e ossos. Os suplementos protéicos abaixaram a concentração de uréia no plasma mas não alteraram a concentração dos aminoácidos essenciais no plasma.

O efeito da suplementação com uréia sobre a produção de leite de vacas alimentadas com silagem de milho também foi avaliado por Plumer et al. (1971). A produção de leite, proteína e sólidos não gordurosos do leite não foram afetadas pela substituição do farelo de soja por uréia nos teores de 2 e 3% do concentrado e o teor de gordura do leite foi maior nos tratamentos que continham uréia.

Santos et al. (2001) trabalharam com vacas produzindo ao redor de 30 litros de leite por dia, consumindo dietas ricas em amido degradável no rúmen, contendo silagem de milho como volumoso e milho grão processado na forma de pipoca (descarte industrial). A inclusão de 1% de uréia na dieta, em substituição parcial ao farelo de soja diminuiu a produção de leite (32,13 x 30,98) sem, no entanto, afetar as produções de gordura ou de proteína. Dietas com uréia apresentaram um consumo de MS inferior, o que pode explicar as diferenças em produção de leite.

Os dados de Santos (1996; 1998) mostraram que para vacas multíparas, produzindo ao redor de 30 a 36 kg de leite por dia, recebendo dietas ricas em amido degradável no rúmen, proveniente de sorgo floculado, a inclusão de até 1% de uréia na dieta, em substituição ao farelo de soja, não afetou negativamente a produção de leite, podendo até aumentar a produção

quando o consumo de alimento aumenta. Entretanto, há uma carência de dados na literatura quanto à possibilidade de suplementar vacas no terço médio da lactação com níveis mais elevados de uréia, principalmente quando a dieta contém fontes de carboidratos não estruturais de alta degradabilidade ruminal.

O efeito de teores e fontes de proteína sobre o desempenho de vacas em lactação (28 kg leite/d) foi avaliado por Guidi (1999). A ingestão de matéria seca, produção de leite, teor e produção de gordura e eficiência alimentar não foram afetados pelos teores e fontes de proteína.

Imaizumi (2000) também avaliou diferentes fontes de proteína e teores de proteína degradável no rúmen sobre o desempenho de vacas em final de lactação. As fontes utilizadas foram farelo de soja e uréia e não influenciaram o consumo, produção de leite, leite corrigido para 3,5% de gordura, produção de gordura, teor e produção de proteína, lactose e sólidos totais no leite.

### **2.3 Suplementação com amiréia**

Trabalhos conduzidos na década de 70 por pesquisadores americanos (Helmer et al., 1970a; Helmer et al., 1970b; Helmer & Bartley, 1971) testaram um produto denominado “Starea”, resultante da extrusão da uréia com uma fonte de amido (sorgo ou milho). O objetivo deste processamento foi obter uma fonte de uréia de liberação ruminal mais lenta que a uréia tradicional. Estudos “in vitro” mostram vantagens deste produto em relação à uréia quanto a síntese de proteína microbiana. Para vacas em lactação, produzindo ao redor de 15 a 19 litros de leite por dia, a “Starea” foi superior à uréia tradicional e comparável ao farelo de soja.

Roman-Ponce et al. (1975) avaliaram o farelo de soja, uréia e

"Starea" como fontes de N em dietas para vacas em lactação. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos com farelo de soja e "Starea" na produção de leite, sendo que o tratamento com uréia apresentou a menor produção.

Trabalhos conduzidos no Brasil, por pesquisadores da Universidade Federal de Lavras (Maia et al., 1987; Teixeira et al., 1998), com um produto denominado amiréia, também proveniente da extrusão do milho com uréia, mostraram haver vantagens em relação à uréia não tratada para ruminantes.

Seixas et al. (1997, 1999) avaliaram o desempenho de bovinos confinados suplementados com amiréia, uréia, farelo de soja ou algodão e não observaram diferenças entre os tratamentos na ingestão de MS, ganho de peso (% do peso vivo) e conversão alimentar.

O valor nutricional de rações com diferentes fontes de proteína para ovinos foi avaliado por Salman et al. (1997). A suplementação com amiréia melhorou a digestibilidade da MS, mas não aumentou a eficiência de utilização de N pelos animais.

Silva et al. (1994) não observaram diferenças na digestibilidade da MS, MO e PB de rações fornecidas para ovinos contendo amiréia, uréia ou farelo de soja.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a inclusão de uréia em nível elevado na dieta (2% da MS), na forma tradicional ou extrusada com milho (Amiréia 150S) em substituição parcial ao farelo de soja, para vacas leiteiras em final de lactação. As dietas testadas eram ricas em carboidratos de alta degradação ruminal, devido à inclusão de polpa cítrica peletizada e raspa de mandioca. Para isso foram realizados dois experimentos. Os parâmetros avaliados no experimento 1 foram a produção e composição do leite, consumo de MS, parâmetros sanguíneos (glicose e N ureico no plasma) e extração de aminoácidos pela glândula mamária. Os parâmetros avaliados no experimento

2 foram o consumo e digestibilidade no trato digestivo total da MS e nutrientes, produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, pH e concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen e parâmetros sanguíneos (glicose e N uréico no plasma).

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

### **3.1 Experimento 1**

#### **3.1.1 Local e animais**

O trabalho foi conduzido nas instalações do Departamento de Produção Animal da “Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo. As instalações constavam de um sistema de confinamento do tipo "freestall" com quatro lotes, contendo 14 baias por lote. Foram utilizados 3 dos 4 lotes do "freestall", onde foram alojadas 13 vacas em cada lote.

Foram utilizadas 38 vacas Holandesas, sendo 27 multíparas e 11 primíparas, com período médio de lactação de 200 dias no início do período experimental e com uma produção de leite média de 22 kg/d. Todas as vacas receberam injeções de somatotropina bovina (BOOSTIN) a cada 14 dias.

### 3.1.2 Tratamentos

O trabalho experimental foi delineado para estudar a inclusão de uréia ao nível de 2% da MS na dieta de vacas em lactação. As fontes de uréia utilizadas foram a uréia adubo tradicional e a uréia extrusada com uma fonte de amido como milho ou sorgo (Amiréia 150S), tendo como tratamento controle uma terceira dieta exclusiva com farelo de soja. Estes tratamentos foram formulados para resultar em dietas isoprotéicas e isoenergéticas, utilizando o programa CPM - Dairy. As dietas continham silagem de capim elefante aditivado com polpa cítrica, polpa cítrica peletizada, raspa de mandioca, mistura mineral e vitamínica, e os respectivos suplementos protéicos (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição das dietas experimentais (% da MS).

Item	FS	A150S	U
Silagem de capim	45,19	45,19	45,19
Polpa Cítrica Peletizada	9,04	12,01	12,70
Raspa de Mandioca	15,95	21,37	22,53
Farelo de soja	23,98	11,75	11,75
Uréia	-	-	2,00
Amiréia-150S	-	3,84	-
Sebo	2,66	2,66	2,66
Minerais e vitaminas	3,19	3,19	3,19

FS = farelo de soja; A150S = amiréia 150S; U = uréia.

Tabela 2. Composição de nutrientes das dietas experimentais (% da MS).

Item	FS	A150S	U
PB <sup>1</sup> , %	16,10	16,10	16,10
ELL <sup>2</sup> , Mcal/kg	1,65	1,62	1,62
FDN <sup>3</sup> , %	29,30	29,00	29,00
FDNe <sup>4</sup> , %	22,70	22,70	22,70
EE <sup>5</sup> , %	4,60	4,60	4,60

FS = farelo de soja; A150S = amiréia 150S; U = uréia; 1 = proteína bruta; 2 = energia líquida de lactação; 3 = fibra em detergente neutro; 4 = fibra em detergente neutro efetiva.; 5 = extrato etéreo.

Após os primeiros 40 dias do período experimental, foram feitos ajustes nas dietas (Tabelas 3 e 4), devido a queda de produção de leite dos animais, o que era esperado, considerando o estágio de lactação em que se encontravam.

Tabela 3. Composição das dietas experimentais (% da MS).

Item	FS	A150S	U
Silagem de capim	57,35	57,35	57,35
Polpa Cítrica Peletizada	8,36	12,85	13,80
Raspa de Mandioca	8,36	12,85	13,80
Farelo de soja	20,60	7,77	7,77
Uréia	-	-	2,00
Amiréia-150S	-	3,86	-
Sebo	1,90	1,90	1,90
Minerais e vitaminas	3,40	3,40	3,40

FS = farelo de soja; A150S = amiréia 150S; U = uréia.

Tabela 4. Composição de nutrientes das dietas experimentais (% da MS).

Item	FS	U	A150S
PB <sup>1</sup> , %	14,00	14,00	14,00
FDN <sup>2</sup> , %	34,20	34,20	34,20
FDNe <sup>3</sup> , %	28,30	28,30	28,30
EE <sup>4</sup> , %	4,00	4,00	4,00

FS = farelo de soja; U = uréia; A150S = amiréia 150S; 1 = proteína bruta; 2 = fibra em detergente neutro; 3 = fibra em detergente neutro efetiva; 4 = extrato etéreo.

O período pré-experimental teve a duração de 10 dias. Durante este período todas as vacas receberam uma mesma dieta, contendo 45% de silagem de capim elefante aditivada com polpa cítrica peletizada, raspa de

mandioca, polpa cítrica peletizada, farelo de soja, uréia e uma mistura com minerais, vitaminas e bicarbonato de sódio, formulada para conter 16,0 % de PB, 1,7 Mcal de energia líquida para lactação e 30 % de fibra em detergente neutro (FDN). Durante os 10 dias deste período, as vacas foram ordenhadas 2 vezes ao dia, às 6:00 e 18:00 horas, as produções de leite foram medidas diariamente e uma coleta de leite para composição foi feita no final do período. Os dados de produção e composição do leite obtidos durante este período foram utilizados como covariáveis para análise dos dados do período experimental.

Os dados de produção de leite e dias em lactação durante o período pré-experimental foram utilizados para a distribuição das vacas em blocos casualizados.

### **3.1.3 Período experimental e colheita de dados**

O período experimental teve a duração de 60 dias. Todas as vacas foram pesadas no início e 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 eram ordenhados 2 vezes ao dia, às 06:00 e 18:00 horas e as produções individuais de leite registradas duas vezes por semana em cada ordenha, através de medidores do tipo "True Test". Amostras de leite de cada vaca foram retiradas semanalmente nas 2 ordenhas diárias (manhã e tarde) e enviadas para análise de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e células somáticas, pelo processo de infra-vermelho, junto a Clínica do Leite do Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP.

As vacas eram alimentadas duas vezes ao dia, às 6:00 e às 18:00 horas e as sobras de alimento eram pesadas e descartadas diariamente antes do fornecimento do período da manhã.

A silagem era amostrada semanalmente e os outros alimentos a cada nova partida, sendo as amostras armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Sub-amostras da silagem foram secas a  $105^{\circ}\text{C}$  por 24 horas para determinação do teor de MS a fim de se proceder o ajuste semanal da formulação das dietas. Para fins de análises laboratoriais, as amostras de alimento e dietas foram compostas para o período total, sendo secas a  $65^{\circ}\text{C}$  em estufa de ventilação forçada, moídas em partículas de tamanho de 2mm e analisadas para PB, MS e MO de acordo com AOAC (1990), FDN e fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com os métodos propostos por Van Soest (1991). As análises foram realizadas junto ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Produção Animal, ESALQ/USP.

As amostras de sangue foram colhidas em tubos antiglicolíticos com anticoagulante, durante dois dias, ao 30<sup>o</sup> e 60<sup>o</sup> dia do período experimental, utilizando-se para tal os 4 blocos de maior produção de leite. O padrão de colheita foi: zero hora (horário pré-alimentação), duas, quatro e seis horas após a alimentação da manhã. As amostras foram centrifugadas a 4000g por 20 minutos e o plasma foi mantido congelado a  $-18^{\circ}\text{C}$  até procederem-se as respectivas análises. As análises realizadas foram: glicose pelo autoanalisador YSI 2700 Select (Biochemistry Analyser, Yellow Spring-OH), e uréia segundo Chaney & Marbach (1962), adaptado para ser usado em placas de microtítulo e lido em aparelho do tipo Elisa Reader BIORAD (absorbância de 550nm). Duas amostras extras por vaca foram colhidas 4 horas após a alimentação da manhã, sendo uma amostra da artéria ou veia coccígea e outra da veia mamária, para a determinação da eficiência de extração de aminoácidos pela glândula mamária segundo Piepenbrink et al. (1998).

### **3.1.4 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, constando de 9 blocos de vacas multíparas e 4 blocos de vacas primíparas. Os animais foram distribuídos nos blocos de acordo com o número de lactações (primípara ou multípara), e com a produção de leite e dias em lactação, medidos durante os 10 dias do período pré-experimental. Os 3 tratamentos foram então sorteados dentro de cada bloco.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento "MIXED" do programa estatístico "SAS". Após detectada significância, as médias foram comparadas pelo Teste dos Quadrados Mínimos.

## **3.2 Experimento 2**

### **3.2.1 Local e animais**

O trabalho foi conduzido nas instalações do Departamento de Produção Animal da "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo. As instalações constavam de um sistema de confinamento do tipo "tie stall", com baias individuais.

Foram utilizadas cinco vacas Holandesas, no período seco, fistuladas com cânulas no rúmen e no duodeno proximal.

### 3.2.2 Tratamentos

O trabalho experimental foi delineado para estudar a inclusão de uréia na dose de 2% da MS na dieta de vacas secas. As fontes de uréia utilizadas foram a uréia adubo tradicional e a uréia extrusada com uma fonte de amido como milho ou sorgo (Amiréia 150S), tendo como tratamento controle uma terceira dieta exclusiva com farelo de soja. Estes tratamentos foram formulados para resultar em dietas isoprotéicas e isoenergéticas, utilizando o programa CPM - Dairy. As dietas continham silagem de milho, polpa cítrica peletizada, raspa de mandioca, mistura mineral e vitamínica, e os respectivos suplementos protéicos (Tabela 5).

Tabela 5. Composição das dietas experimentais (% da MS).

Item	FS	A150S	U
Silagem de milho	45,00	45,00	45,00
Polpa Cítrica Peletizada	10,53	10,53	10,53
Raspa de Mandioca	15,35	23,76	25,59
Farelo de soja	25,96	13,70	13,72
Uréia	-	-	2,00
Amiréia-150S	-	3,85	-
Minerais e vitaminas	3,16	3,16	3,16

FS = farelo de soja; A150S = amiréia 150S; U = uréia.

### 3.2.3 Período experimental e colheita de dados

O período experimental teve a duração de 42 dias, composto de 3 períodos de 14 dias, sendo 9 dias para adaptação dos animais às dietas e 5 dias para colheita dos dados.

Os animais eram alimentados uma vez ao dia, às 18:00 horas. As sobras de alimento eram pesadas e descartadas diariamente, antes do fornecimento das dietas. Durante o período de colheita de dados o fornecimento da dieta era feito em quantidade para que a sobra fosse mínima (baseado no consumo dos animais durante o período de adaptação) e havendo sobra de alimento, esta era colocada dentro do rúmen.

Todos os alimentos e dietas foram amostrados durante cada período de colheita de dados, agrupadas para se obter uma amostra por período e armazenadas a -18°C. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada à 65°C por 48 horas, moídas em partículas de tamanho de 2mm e analisadas para determinação da MS, MO e PB de acordo com AOAC (1990), FDN e FDA de acordo com os métodos propostos por Van Soest (1991). As análises foram realizadas junto ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Produção Animal, ESALQ/USP.

O marcador externo utilizado para determinação da digestibilidade no trato digestivo total foi o óxido de cromo e foi colocado no rúmen através da cânula, embrulhado em papel, na quantidade de 50 g/d, em duas doses de 25g, aproximadamente às 8:00 e às 20:00 horas, do 5º ao 14º dia de cada período.

Amostras das fezes foram colhidas nos quatro primeiros dias do período de colheita de dados, em intervalos de quatro horas, atrasando-se o horário em 1 hora por dia para se ter amostragens em cada hora do dia. As amostras foram agrupadas por animal e por período e armazenadas a -18°C. Após o término do período experimental foram secas em estufa de ventilação

forçada a 65°C por 48 horas, moídas em partículas de tamanho de 2mm e analisadas para determinação de MS, MO e PB de acordo com AOAC (1990) e FDN e FDA de acordo com os métodos propostos por Van Soest (1991). As análises foram realizadas junto ao Laboratório de Bromatologia do Departamento de Produção Animal, ESALQ/USP. Também foi feita determinação da concentração de cromo por fluorescência de raios X, no Laboratório de Instrumentação Nuclear do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA-USP.

A digestibilidade aparente no trato total foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\text{Digestibilidade}_{\text{nutriente}}(\%) = (1 - [i]_{\text{alimento}}/[i]_{\text{fezes}} \times [n]_{\text{fezes}}/[n]_{\text{alimento}}) \times 100$$

Onde:

[i] = concentração do indicador (cromo);

[n] = concentração do nutriente.

As amostragens do fluido ruminal foram feitas simultaneamente às de fezes, alternando-se os horários, tendo amostras ao longo de 24 horas com intervalos de duas horas. As amostras de digesta ruminal foram retiradas de vários pontos do rúmen, filtradas em tecido de fralda e devolvidas ao rúmen. O pH do fluido obtido foi determinado imediatamente após a colheita e uma amostra foi retirada em cada horário de colheita e armazenada a -18°C. Após o período experimental foram centrifugadas e uma alíquota de 800µL do sobrenadante foi adicionada a 100µL de solução de padrão interno (ácido 2 etil butírico) e 200µL de ácido metafosfórico a 25%, em frascos para leitura em cromatógrafo líquido gasoso Hewlett Packard 5890 Series II (Hewlett Packard Company, Avondale, PA) para determinação de ácidos graxos voláteis por cromatografia gasosa, de acordo com Palmquist & Conrad, (1971). Outra alíquota foi utilizada para determinação de nitrogênio amoniacal, conforme metodologia de Chaney & Marbach (1962), adaptada para ser usada em placas

de microtítulo e lida em aparelho do tipo Elisa Reader BIORAD (absorbância de 550nm).

Amostras de sangue foram colhidas no quinto dia do período de colheita de dados, através de punção venosa na cauda, em tubos a vácuo e com fluoreto de sódio como antiglicolítico e oxalato de potássio como anticoagulante, nos tempos de 0, 2, 4 e 6 horas após a alimentação. As amostras foram centrifugadas a 4000g por 20 minutos e o plasma foi mantido congelado a -18°C até procederem-se as respectivas análises. As análises realizadas foram: glicose pelo autoanalisador YSI 2700 Select (Biochemistry Analyser, Yellow Spring-OH) e uréia segundo Chaney & Marbach (1962), adaptado para ser usado em placas de microtítulo e lido em aparelho do tipo Elisa Reader BIORAD (absorbância de 550nm).

### **3.2.4 Delineamento experimental**

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados, constando de 5 blocos, sendo que cada bloco era representado por um animal. Foram realizados 3 períodos, correspondentes às repetições.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento "GLM" para as variáveis consumo e digestibilidade no trato digestivo total, para as demais variáveis foi utilizado o procedimento "MIXED", ambos do programa estatístico "SAS". Após detectada significância, as médias foram comparadas pelo Teste dos Quadrados Mínimos.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Experimento 1

Os dados da análise bromatológica dos ingredientes são apresentados na Tabela 6. A composição das dietas foi estimada a partir dos resultados dos ingredientes.

Tabela 6. Composição bromatológica das dietas.

	MS (%)	MO	% da MS		
			PB	FDN	FDA
Silagem de capim	23,21	90,29	8,01	49,11	34,73
Farelo de soja	88,60	93,81	48,67	10,43	6,19
Raspa de mandioca	88,03	98,37	2,81	12,03	7,56
Polpa cítrica	85,60	94,17	6,81	24,13	21,40
Dietas Fase 1					
FS	40,03	89,98	17,32	28,94	20,50
A150S	40,07	90,54	17,07	28,68	20,39
U	40,08	90,62	17,22	28,90	20,51
Dietas Fase 2					
FS	34,68	89,07	15,42	33,32	23,60
A150S	34,78	89,37	15,38	33,61	24,11
U	34,66	92,79	14,95	33,94	24,38

Os dados de ingestão de matéria seca (MS), produção e composição do leite são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7. Ingestão de MS, produção e composição do leite, variação do peso e score corporal.

	FS	A150S	U	Pr=F	EPM
IMS (kg) <sup>a</sup>	14,83	15,98	15,22	-	-
Produção de leite (kg)	19,13	19,73	18,48	0,2666	0,4833
LCG3,5% (kg) <sup>b</sup>	18,31	19,50	19,52	0,1487	0,5231
Composição do leite					
Gordura (%)	3,45b	3,45b	3,80a	0,0589	0,1225
(kg)	0,62b	0,67ab	0,71a	0,0580	0,0443
Proteína (%)	3,10	3,06	3,12	0,2632	0,0313
(kg)	0,59	0,60	0,57	0,7059	0,0316
Lactose (%)	4,37	4,32	4,29	0,2985	0,0412
(kg)	0,85	0,85	0,80	0,2486	0,0517
Sólidos totais (%)	11,52b	11,54b	11,92a	0,0709	0,1422
(kg)	2,15	2,25	2,25	0,5439	0,1384
Variação do peso corporal (kg)	13,15	15,37	18,00	0,8178	5,3858
Variação do score corporal	0,21b	0,49a	0,13b	0,0200	0,08997

FS= farelo de soja; A150S= amiréia; U= uréia; EPM= erro padrão da média; <sup>a</sup>Ingestão de matéria seca; <sup>b</sup>Leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5%; Pr=F = probabilidade de haver efeito significativo entre os tratamentos; EPM = erro padrão da média; Letras diferentes nas linhas referem-se a médias que diferem entre si pelo Teste dos Quadrados Mínimos (P<0,05).

A ingestão de MS não foi analisada estatisticamente, uma vez que as medidas foram feitas por grupo de animais por tratamento e não individualmente. O dados mostram que numericamente a uréia e a amiréia não reduziram o consumo em comparação com o farelo de soja.

Roman-Ponce et al. (1975), observaram uma ingestão de MS igual para os tratamentos com farelo de soja e "Starea", porém, os animais que receberam o tratamento com uréia apresentaram menor consumo.

Oliveira et al. (2001) observaram diminuição do consumo de MS quando uréia foi incluída na dieta em doses semelhantes a do presente trabalho (1,4 e 2,1%). A inclusão de 0,7% de uréia na MS não afetou o consumo, em comparação com o farelo de soja exclusivo

Resultados semelhantes entre farelo de soja e uréia foram observados em 2 estudos conduzidos no Departamento de Produção Animal da ESALQ/USP, com vacas no terço médio de lactação, produzindo ao redor de 30 a 32 litros de leite/d, onde a inclusão de 1% de uréia na dieta em substituição parcial ao farelo de soja resultou em redução numérica no consumo (Santos et al., 2001), semelhante a deste ensaio, enquanto que a inclusão de 2% em comparação com 1% de uréia também reduziu numericamente o consumo de MS (Imaizumi, não publicado).

Entretanto, Plumer et al. (1971) e Guidi (1999) não obtiveram diferença no consumo quando substituíram parcialmente o farelo de soja por uréia, em quantidades de 2 ou 3% do concentrado e 1,1% da MS da dieta, respectivamente.

Na revisão de literatura conduzida por Santos et al. (1998a) foram compilados doze trabalhos, que estudaram a suplementação de uréia para vacas com produção entre 30 a 40 kg de leite por dia. Os efeitos da uréia sobre o consumo de MS foram inconsistentes, em alguns casos aumentando, em outros não afetando, ou ainda reduzindo o consumo.

Em nenhum dos trabalhos revisados a inclusão de uréia na dieta de vacas no terço final de lactação afetou o consumo negativamente. Os poucos trabalhos que mostraram efeitos negativos significativos utilizaram vacas principalmente no início de lactação, ou no máximo, vacas produzindo acima de 30 kg de leite por dia, no terço médio da lactação.

As Figuras 1 e 2 ilustram o efeito dos tratamentos sobre a produção de leite e leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5% durante o período experimental.

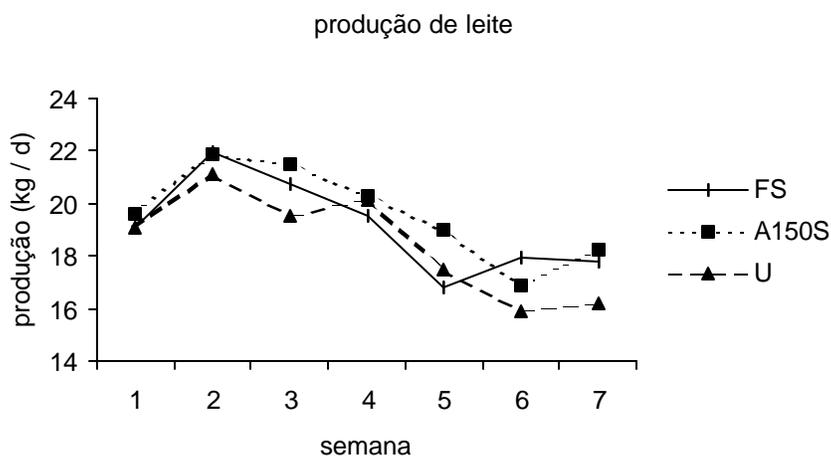


Figura 1 - Efeito dos tratamentos sobre a produção de leite durante o período experimental.

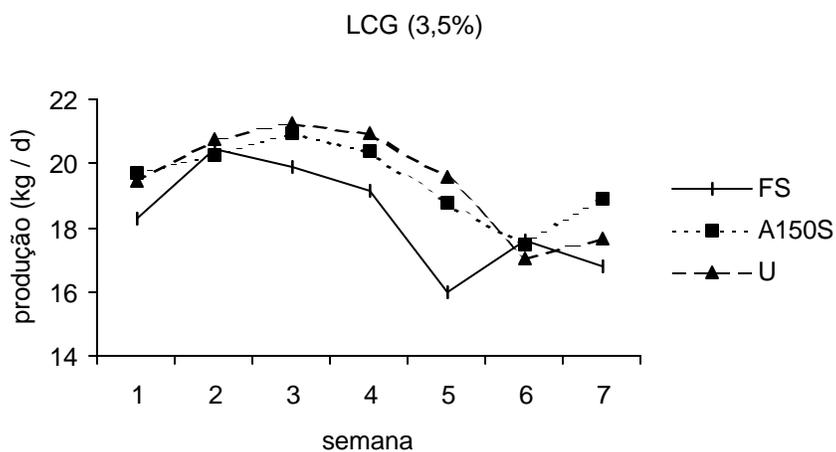


Figura 2 - Efeito dos tratamentos sobre a produção de leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5% durante o período experimental.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) para produção de leite, nem para leite corrigido para teor de gordura igual a 3,5%. Estes dados concordam com 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 et al., 1998; Guidi, 1999; Imaizumi, 2000).

Mas quando farelo de soja, uréia e "Starea" foram avaliados como fontes de N, os animais alimentados com uréia produziram menos leite conforme Helmer et al. (1970b) e Roman-Ponce et al. (1975), não havendo diferença entre os tratamentos com farelo de soja e "Starea".

Menor produção de leite com inclusão de uréia também foi relatado por Santos et al. (2001) e por Imaizumi (não publicado).

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

Nos doze trabalhos revisados por Santos et al. (1998a), onze utilizaram vacas com produção acima de 30 kg de leite/d e em apenas dois deles a inclusão de uréia na dieta reduziu a produção de leite. Em ambos os trabalhos as vacas estavam em início de lactação. Em apenas um destes dois trabalhos a redução na produção pode ser parcialmente atribuída à redução de consumo de MS.

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

Na maioria dos trabalhos revisados, quando ocorre efeito negativo da uréia na produção de leite, esta parece estar relacionada a uma redução no consumo de MS. Esta redução no consumo, resultando em uma menor produção de leite, parece estar mais relacionada ao estágio de lactação do que à produção de leite em si, uma vez que esta seja de 20 ou 30 a 40 kg leite/d. Entretanto, Santos et al. (2001) e Imaizumi (não publicado) observaram leve

efeito negativo da uréia tanto em consumo como em produção de leite de vacas no terço médio da lactação.

Quando vacas de alta produção, no início da lactação, têm seu desempenho afetado negativamente pela adição de uréia, sem que tenha havido redução de consumo, é provável que uma deficiência de proteína metabolizável esteja ocorrendo, devido à limitação do potencial do rúmen em suprir quantidades adequadas de proteína microbiana para o intestino da vaca. Santos et al. (1998b) observaram que vacas em início de lactação, produzindo ao redor de 45 kg leite/d, apesar de não terem seu consumo reduzido pela adição de uréia na dieta, apresentaram redução significativa da produção de leite.

Na Figura 3 pode-se observar o efeitos dos tratamentos sobre o teor de gordura do leite durante o período experimental.

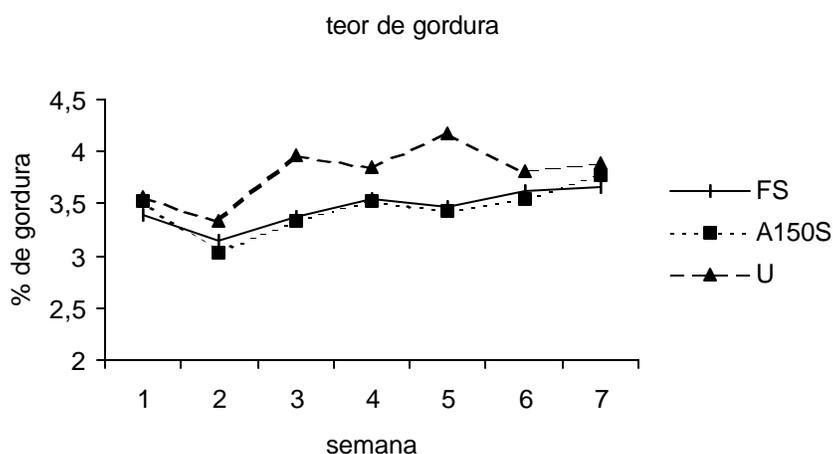


Figura 3 - Efeito dos tratamentos sobre o teor de gordura do leite durante o período experimental.

O teor de gordura do leite foi maior para o tratamento U ( $P < 0,05$ ), não havendo diferença entre os tratamentos FS e A150S ( $P > 0,05$ ). A produção

de gordura também foi maior ( $P < 0,05$ ) para o tratamento U, intermediária para o tratamento A150S e inferior para o tratamento FS. Estes dados são semelhantes aos relatados por Roman-Ponce et al. (1975), Helmer et al. (1970b) e Plumer et al. (1971) onde o teor de gordura do leite foi maior para os animais que receberam o tratamento com uréia.

Entretanto, SILVA et al. (2001) observaram efeito negativo da adição de uréia sobre a porcentagem de gordura do leite, o que poderia ser explicado por uma redução no consumo de energia devido ao menor consumo de MS.

Huber et al. (1967), Johnson et al. (1987), Casper et al. (1990), Broderick et al. (1993) e Guidi (1999) não observaram nenhum efeito da uréia no teor de gordura do leite. Os trabalhos revisados por Santos et al. (1998a) também não mostraram efeito da suplementação com uréia no teor de gordura do leite de vacas produzindo entre 20 a 41 kg leite/d.

Um possível efeito benéfico da uréia na degradação de fibra e ou no pH ruminal poderiam explicar o maior teor de gordura nesse tratamento, observado no presente trabalho. Os dados do experimento 2 (Tabela 17), mostram que os valores de pH ruminal nas primeiras duas horas após a alimentação foram superiores para o tratamento U, sendo que apenas neste tratamento o pH ruminal se manteve acima de 6 nas primeiras quatro horas após a alimentação. A ausência de efeito benéfico da amiréia no teor de gordura do leite poderia ser um indicador de que esse produto realmente teve uma liberação mais lenta no rúmen, entretanto, os dados de amônia ruminal (Tabela 18) não sugerem uma degradação mais lenta da uréia contida neste produto.

A Figura 4 mostra o efeito dos tratamentos sobre o teor de proteína do leite durante o período experimental.

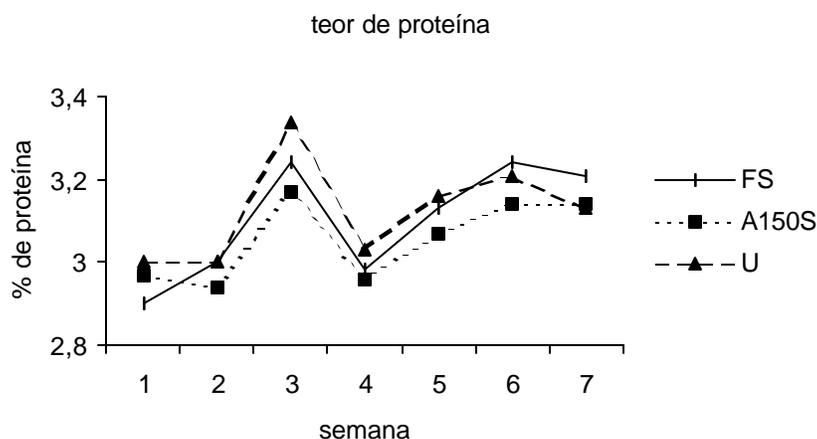


Figura 4 - Efeito dos tratamentos sobre o teor de proteína do leite durante o período experimental.

O teor de proteína do leite e a produção de proteína do leite não foram afetados pelos tratamentos ( $P > 0,05$ ), estando de acordo com o encontrado por Plumer et al. (1971), Johnson et al. (1987), Broderick et al. (1993), Guidi (1999), Imaizumi (2000) e Santos et al. (2001).

Roman-Ponce et al. (1975) também 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 a menor produção de leite com este tratamento.

A proteína do leite foi reduzida pela alimentação com uréia conforme Huber et al. (1967), Helmer et al. (1970b) e Silva et al. (2001). Já 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 de nitrogênio não protéico do leite.

Na revisão de Santos et al. (1998a), dos doze trabalhos revisados, a inclusão de uréia na dieta, em substituição parcial às fontes de proteína verdadeira, não afetou o teor protéico do leite na maioria dos trabalhos. Dos

poucos trabalhos onde algum efeito da uréia na proteína do leite foi observado, houve predominância para um efeito positivo.

Broderick et al. (1993) sugeriram que a ausência de efeito negativo em termos de produção de proteína do leite em vários estudos, quando se incluiu uréia em dietas para vacas leiteiras, indica que a proteína metabolizável não foi limitante no tratamento com uréia.

O efeito dos tratamentos sobre o teor de lactose do leite pode ser observado na Figura 5.

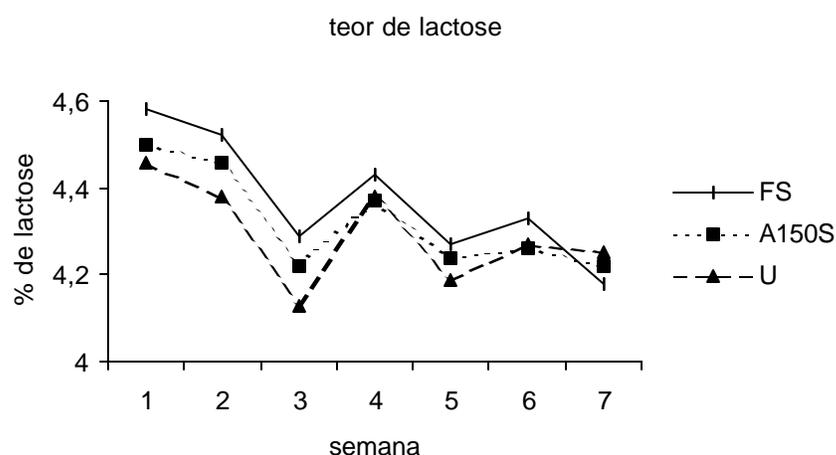


Figura 5 - Efeito dos tratamentos sobre o teor de lactose do leite durante o período experimental.

Não houve diferença entre os tratamentos para teor e produção de lactose do leite ( $P > 0,05$ ), condizente com Johnson et al. (1987) que não obtiveram efeito da inclusão de 0,72% de uréia na dieta sobre a lactose do leite, e com Imaizumi (2000). Vale ressaltar os baixos valores de lactose de leite observados no presente estudo. Um possível efeito do estresse calórico, ao qual foram submetidas as vacas, pode em parte explicar tal fato.

Na Figura 6 está ilustrado o efeito dos tratamentos sobre o teor de sólidos totais do leite durante o período experimental.

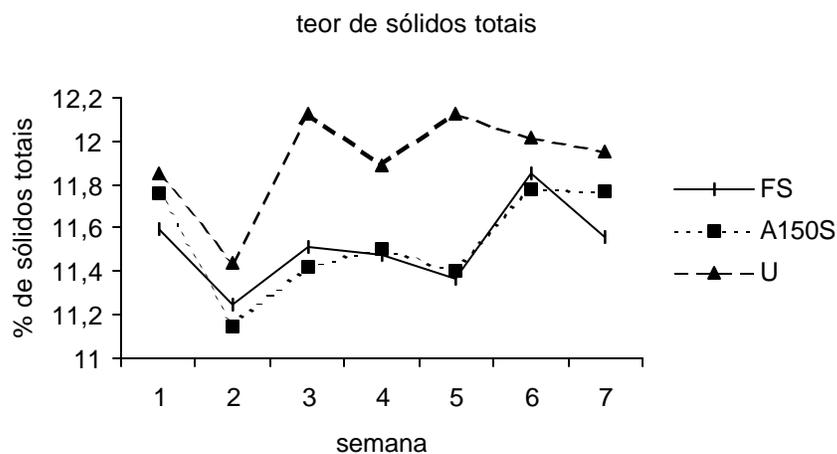


Figura 6 - Efeito dos tratamentos sobre o teor de sólidos totais do leite durante o período experimental.

O teor de sólidos totais do leite foi maior ( $P < 0,05$ ) para o tratamento U, enquanto a produção de sólidos totais não diferiu ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos. Imaizumi (2000) também não encontrou diferença entre os teores e produções de lactose do leite quando substituiu parcialmente o farelo de soja por uréia. Estes dados diferem, em parte, dos encontrados por Roman-Ponce et al. (1975), onde o teor de sólidos totais foi semelhante entre os tratamentos com farelo de soja e uréia e menor para o tratamento com "Starea".

Não houve diferença entre os tratamentos para variação do peso corporal ( $P > 0,05$ ), estando de acordo com o observado por Plumer et al. (1971). Entretanto, os animais que receberam o tratamento A150S tiveram maior ganho de condição corporal ( $P < 0,05$ ), não havendo diferença entre os tratamentos FS e U.

Os animais alimentados com uréia perderam significativamente mais peso do que aqueles que alimentados com farelo de soja ou "Starea" em trabalho de Helmer et al. (1970b), o que também foi observado por Huber et al. (1967).

Na Tabela 8 e Figura 7 pode-se observar os valores de nitrogênio uréico no plasma sangüíneo para os tratamentos na primeira fase experimental.

Tabela 8. Concentração de nitrogênio ureico no plasma sangüíneo (mg N/dL).

Tempos	FS	A150S	U	Subparcelas
0	16,87	17,90c	18,80	17,86
2	18,60	20,62ab	21,00	20,07
4	19,61	20,60ab	20,75	20,32
6	19,87	21,52a	19,85	20,12
Parcelas	18,51	20,16	20,10	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras diferentes nas colunas referem-se a médias que diferem entre si pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

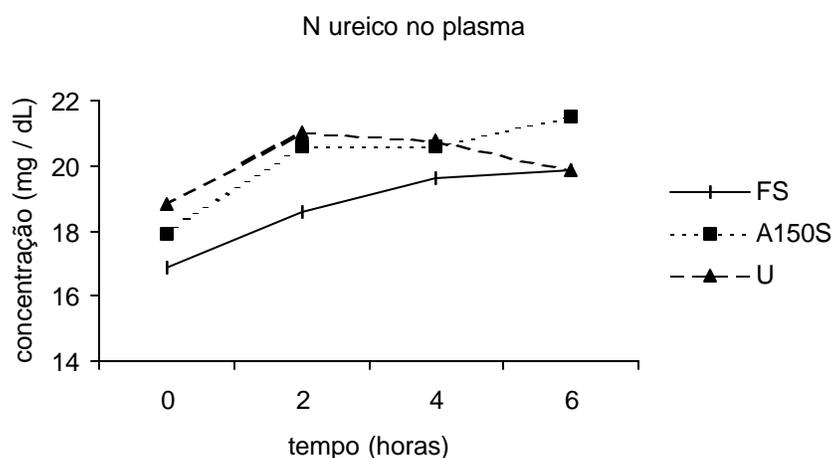


Figura 7 - Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N ureico no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação durante a primeira fase do período experimental.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para a concentração de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo, em um valor médio para os tratamentos abrangendo todos os tempos (subparcelas). Também não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tempos de colheita, considerando uma média geral para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita (parcelas).

Comparando tratamentos dentro de tempos e tempos dentro de tratamentos, houve diferença apenas para tempos dentro do tratamento A150S, sendo que o tempo zero hora apresentou o menor valor e o tempo seis horas apresentou o maior valor para concentração de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo ( $P<0,05$ ).

Na Tabela 9 e Figura 8 são apresentados os valores de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo para os tratamentos na segunda fase experimental, após o ajuste das dietas.

Tabela 9. Concentração de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo (mg/dL).

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	16,04aB	21,97abA	14,27bB	17,43a
2	14,29bB	23,14aA	15,99abB	17,81a
4	11,15cB	19,42bcA	16,17abA	15,58b
6	10,19cB	19,00cA	17,27aA	15,49b
Parcelas	12,92B	20,88A	15,92B	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média as parcelas (tratamentos); Letras minúsculas referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P<0,05$ ); Letras maiúsculas referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P<0,05$ ).

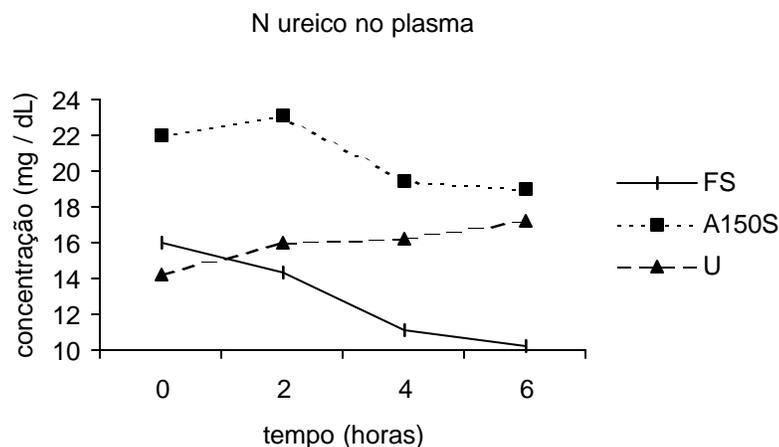


Figura 8 - Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N ureico no plasma nos vários tempos de colheita após alimentação durante a segunda fase do período experimental.

A concentração de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo na segunda fase experimental foi maior ( $P < 0,05$ ) para o tratamento A150S, não havendo diferença entre os tratamentos U e FS, considerando uma média única para todos os tempos de colheita. Os tempos de zero e duas horas apresentaram os maiores valores de concentração de nitrogênio ureico no plasma ( $P < 0,05$ ), considerando uma média única para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita.

A suplementação com NNP, seja uréia ou amiréia, resultou em valores de N ureico no plasma mais elevados ( $P < 0,05$ ) que o farelo de soja, quatro e seis horas após a alimentação na fase 2 do experimento.

Huber et al. (1967), Plumer et al. (1971) e Imaizumi (2000) não encontraram diferenças nas concentrações de nitrogênio ureico no plasma quando compararam farelo de soja e uréia em dietas para vacas em lactação.

A concentração de uréia plasmática foi menor quando proteína verdadeira foi fornecida, comparada com uréia como suplemento de N em

trabalho de Broderick et al. (1993). O autor propôs que as concentrações determinadas ( $<11\text{mg/dL}$ ) indicavam uma deficiência de proteína degradável no rúmen nas dietas com proteína verdadeira.

Vários fatores afetam as concentrações de nitrogênio ureico no plasma, dentre eles o teor e a degradabilidade ruminal da proteína da dieta, o nível de produção, o estágio de lactação, dentre outros. Diversos trabalhos de pesquisa têm sido conduzidos com o objetivo de se avaliar possíveis efeitos negativos de concentrações elevadas de N ureico no sangue ou plasma sobre diversos parâmetros reprodutivos (Broderick et al., 1997; Jonker et al., 1999).

Os dados das Tabelas 8 e 9 mostram que os valores de nitrogênio ureico no plasma observados no presente estudo foram acima de  $16\text{ mg/dL}$  na fase 1 do experimento, sugerindo que o teor de PB ou de PDR da dieta provavelmente foi excessivo, independente da fonte utilizada. Para as produções de leite e estágio de lactação, verificados no presente estudo, os teores de PB utilizados na fase 1 (16 a 17%) estão acima das recomendações do NRC (2001). Corrigindo os teores de PB da dieta para valores próximos de 15% baixaram os valores médios de nitrogênio ureico no plasma, para níveis abaixo do crítico teórico nos tratamentos FS e U, mas curiosamente não no A150S. Entretanto, se considerarmos os valores obtidos na fase 2 (Tabela 9) seis horas após a alimentação, tanto U como A150S resultaram em concentrações excessivas de nitrogênio ureico no plasma.

O presente estudo trabalhou com vacas no terço final de lactação, onde se espera que todos os animais já estejam prenhes. Isto não invalida nem diminui a importância do uso dos valores de nitrogênio ureico no plasma como um instrumento de monitoramento da nutrição protéica de vacas leiteiras nesta fase.

Na Tabela 10 e Figura 9 são apresentados os valores de concentração de glicose plasmática para os tratamentos na primeira fase experimental.

Tabela 10. Concentração de glicose no plasma sanguíneo (mg/dL).

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	52,10	52,80	51,00b	52,00
2	50,50	52,60	51,60b	51,50
4	50,60	51,00	54,50a	52,00
6	51,30	52,80	55,40a	53,20
Parcelas	51,10	52,30	53,10	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas; Parcelas = média das parcelas; Letras diferentes nas colunas referem-se a médias que diferem entre si pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

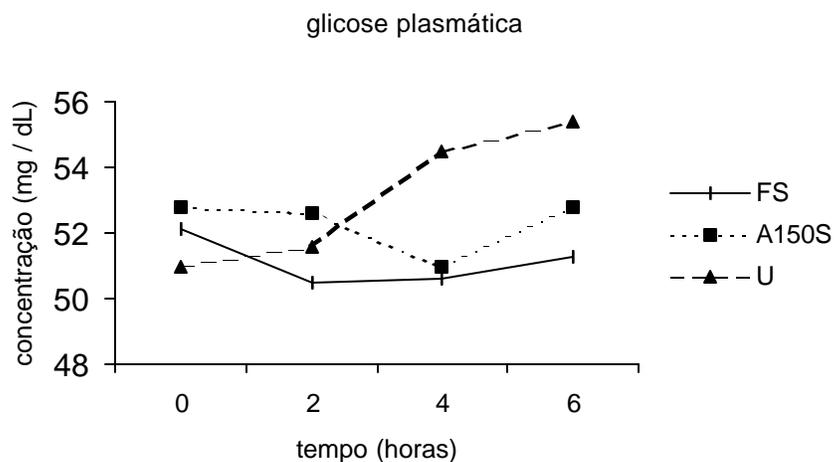


Figura 9 - Efeito dos tratamentos sobre a concentração de glicose no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação durante a primeira fase do período experimental.

Não houve diferença entre os tratamentos para concentração de glicose plasmática ( $P > 0,05$ ), nem entre os tempos de colheita.

No tratamento U houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre os tempos, sendo que a maior concentração de glicose plasmática ocorreram nos tempos 4 e 6 horas após a alimentação.

Na Tabela 11 e Figura 10 pode-se observar os valores de glicose plasmática para os tratamentos na segunda fase experimental.

Tabela 11. Concentração de glicose no plasma sanguíneo (mg/dL).

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	49,20	48,80b	50,30b	49,40c
2	51,70	51,30b	53,40ab	52,10b
4	50,60	51,00b	52,00b	51,20b
6	53,50	56,70a	56,70a	55,70a
Parcelas	51,30	52,00	53,10	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

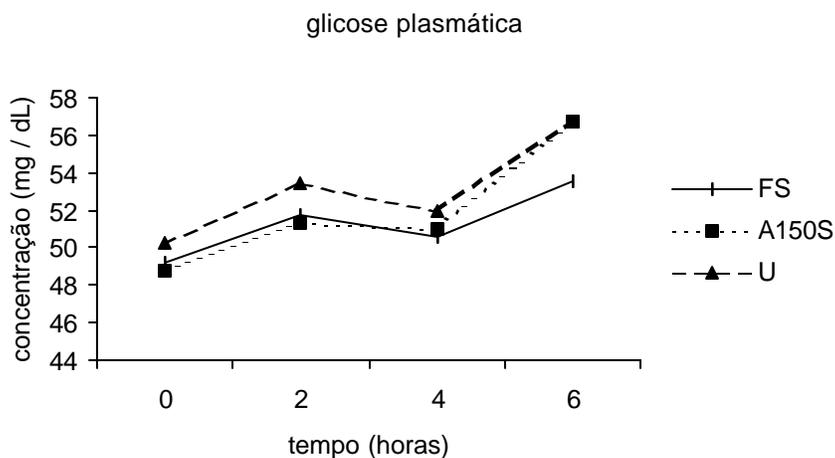


Figura 10 - Efeito dos tratamentos sobre a concentração de glicose no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação durante a segunda fase do período experimental.

Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos na concentração de glicose plasmática. Apenas houve diferença entre os tempos ( $P < 0,05$ ), sendo que o tempo 6 horas após a alimentação apresentou o maior valor de concentração de glicose plasmática e o tempo 0 horas o menor valor.

No tratamento A150S houve diferença entre os tempos ( $P < 0,05$ ), onde o maior valor observado foi para o tempo 6 horas após alimentação, não havendo diferença entre os demais tempos.

No tratamento U também houve diferença entre os tempos ( $P < 0,05$ ), sendo que o tempo 6 horas após a alimentação apresentou o maior valor para concentração de glicose plasmática.

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

Na Tabela 12 são apresentadas as eficiências de extração de aminoácidos pela glândula mamária para os diferentes tratamentos.

Tabela 12. Eficiência de extração de aminoácidos pela glândula mamária (%).

	FS	A150S	U	Pr=F	EPM
Eficiência de Extração (%)	15,66ab	10,49b	20,22a	0,0559	2,8516

Pr=F = probabilidade de haver efeito significativo entre os tratamentos; EPM = erro padrão da média; Letras diferentes correspondem a médias que diferem entre si pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

O tratamento U apresentou maior valor de eficiência de extração ( $P < 0,05$ ), não diferindo do tratamento FS, com o menor valor observado para o tratamento A150S.

Na Tabela 13 são apresentadas as eficiências de extração dos diferentes aminoácidos pela glândula mamária.

Tabela 13. Eficiência de extração de aminoácidos pela glândula mamária(%).

Aminoácido	FS	A150S	U	Pr=F
Alanina	6,68	6,13	25,85	0,5534
Arginina	8,05	18,69	4,31	0,5823
Glicina	4,56	3,17	1,28	0,4824
Isoleucina	20,11	20,44	36,46	0,4150
Leucina	32,05	17,76	74,90	0,6367
Ác. Glutâmico	12,84	14,21	17,16	0,9353
Lisina	28,43	19,78	21,38	0,6957
Cistina	5,00	-5,00	0,00	0,7071
Metionina	30,00	21,67	35,83	0,7070
Fenilalanina	31,16	13,73	32,34	0,2825
Tirosina	16,97	14,73	19,89	0,6753
Treonina	10,26	22,77	20,09	0,1921
Prolina	-35,96	-34,71	-25,34	0,1496
Valina	10,21	13,66	17,17	0,4541
Histidina	-7,87	4,77	20,67	0,8445
Serina	8,99	16,06	27,29	0,4513

Pr=F = probabilidade de haver efeito significativo entre os tratamentos.

Não houve diferença entre os tratamentos na eficiência de extração dos diferentes aminoácidos ( $P > 0,05$ ).

Os dados de extração de aminoácidos devem ser vistos com reserva, uma vez que os valores obtidos de concentração plasmática foram bastante diferentes dos normalmente relatados na literatura.

## 4.2 Experimento 2

Os resultados da análise bromatológica são apresentados na Tabela 14. Os valores dos tratamentos foram estimados a partir dos dados de composição bromatológica dos alimentos.

Tabela 14. Composição bromatológica das dietas.

	MS (%)	MO (%MS)	PB (%MS)	FDN (%MS)	FDA (%MS)	CZ (%MS)
P1						
FS	47,65	93,50	17,66	23,16	12,99	6,50
A150S	47,78	94,21	17,80	22,77	12,87	5,79
U	47,66	94,18	17,67	22,72	12,85	5,82
P2						
FS	46,33	93,55	18,32	25,16	13,99	6,44
A150S	46,47	94,13	18,48	24,66	13,78	5,87
U	46,35	94,10	18,09	24,62	13,85	5,90
P3						
FS	47,14	93,58	17,93	22,10	12,44	6,41
A150S	47,27	94,22	18,17	21,86	12,39	5,77
U	47,15	94,20	17,79	21,89	12,45	5,80

P1=1º período experimental; P2=2º período experimental; P3=3º período experimental.

Na Tabela 15 são apresentados os dados de consumo de matéria seca e nutrientes.

Tabela 15. Consumo de nutrientes (kg/animal/dia).

	FS	A150S	U	EPM	Pr=F
MS	13,11	12,83	13,04	0,3983	0,8826
MO	12,27	12,08	12,28	0,3750	0,9274
PB	2,36	2,33	2,33	0,0732	0,9395
FDN	3,08	2,94	3,00	0,0942	0,6254
FDA	1,72	1,66	1,70	0,0527	0,7182

EPM = erro padrão da média; Pr=F = probabilidade de haver efeito significativo entre os tratamentos.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para consumo de MS, MO, PB, FDN e FDA.

Os valores de digestibilidade aparente no trato total da MS e nutrientes são apresentados na Tabela 16.

Tabela 16. Digestibilidade aparente dos nutrientes (%).

	FS	A150S	U	EPM	Pr=F
MS	71,15	66,86	71,23	2,7258	0,5221
PB	74,42	72,87	76,60	2,1934	0,5512
FDN	42,99	31,03	37,86	5,9613	0,4387
FDA	45,09	31,73	39,11	5,5675	0,3295

EPM = erro padrão da média; Pr=F = probabilidade de haver efeito significativo entre os tratamentos.

Não houve diferença entre os coeficientes de digestibilidade no trato total da MS, PB, FDN e FDA ( $P>0,05$ ), semelhante ao encontrado por Silva et al. (1994), Lines & Weiss (1996), Guidi (1999) e Oliveira et al. (2001). Huber et al. (1967) obtiveram valores de digestibilidade aparente da MS mais baixos para dietas com uréia, mas a digestibilidade da PB não diferiu. Já

Salman et al. (1997) obtiveram maior coeficiente de digestibilidade da MS para o tratamento com amiréia e a digestibilidade da PB não diferiu quando farelo de soja, uréia ou amiréia foram utilizados como fonte de N para ovinos.

Na Tabela 17 e Figura 11 são apresentados os valores de pH do fluido ruminal para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita.

Tabela 17. Valores de pH do fluido ruminal.

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	6,29a	6,27a	6,45a	6,34a
2	5,91cdB	5,78bcdeB	6,25abA	5,98bcd
4	5,91cd	5,91b	6,12bc	5,98bcd
6	5,76d	5,77bcde	5,84de	5,79e
8	5,80cd	5,62de	5,77de	5,73e
10	5,79cd	5,56e	5,71e	5,69e
12	5,89cd	5,65cde	5,72e	5,76e
14	6,00bc	5,83bcd	6,00cd	5,94cd
16	5,97bcd	5,78bcde	5,83de	5,86d
18	5,96bcd	5,75bcde	5,95cd	5,89d
20	6,13ab	5,93b	6,10bc	6,05bc
22	6,34aA	5,90bcB	6,13bcAB	6,12b
Parcelas	5,98a	5,81b	6,00a	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

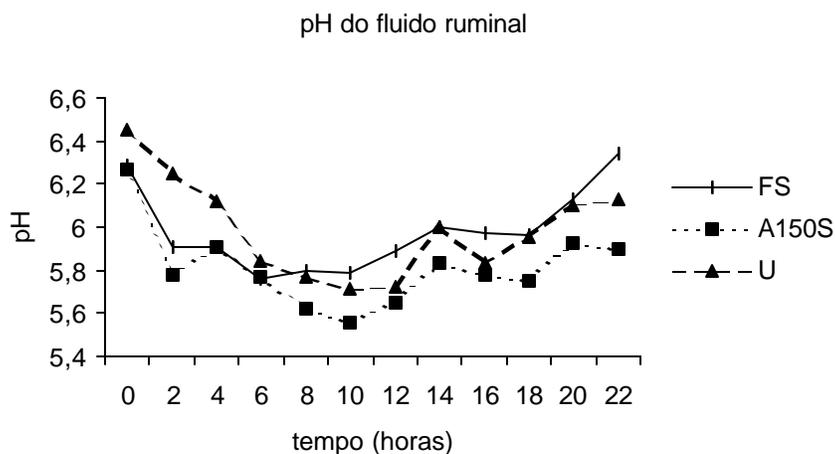


Figura 11 - Efeito dos tratamentos sobre o pH do fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Houve efeito de tratamento, tempo e da interação tratamento x tempo ( $P < 0,05$ ) para os valores de pH ruminal. Para parcelas (média dos tratamentos) os tratamentos FS e U apresentaram os maiores valores. Para subparcelas (médias dos tempos) o tempo zero hora apresentou maior valor e os tempos 6, 8, 10 e 12 horas após a alimentação apresentaram os menores valores, não havendo diferença entre estes tempos ( $P > 0,05$ ).

Plumer et al. (1971) não encontraram diferenças nos valores de pH ruminal de animais alimentados com farelo de soja ou uréia, assim como Casper et al. (1990), Guidi (1999) e Imaizumi (2000). Em trabalho de Roman-Ponce et al. (1975) os tratamentos com uréia apresentaram os maiores valores de pH ruminal duas horas após a alimentação.

De modo geral, a suplementação com uréia aumentou o pH ruminal duas horas após a alimentação, comparada com os demais tratamentos. Além disso, apenas no tratamento U o pH ruminal se manteve acima de 6,0 nas primeiras 4 horas após a alimentação. Este aspecto pode ser

a explicação para o efeito positivo da uréia no teor de gordura do leite, observado no presente estudo.

Os valores de concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita são apresentados na Tabela 18 e Figura 12.

Tabela 18. Valores de concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal (mg/L).

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	39,92c	76,08bc	72,15de	62,72ef
2	80,48bc	118,63b	125,74abc	108,28c
4	101,89bB	196,83aA	128,84abB	142,52b
6	153,60aB	202,13aA	129,11abB	161,61ab
8	165,60a	203,58a	168,61a	179,26a
10	72,48bcB	86,98bcAB	124,85aA	94,77cd
12	72,42bcAB	54,66cB	108,09bcdA	78,39cdef
14	62,50bc	91,13bc	104,73bcde	86,12cde
16	58,76bc	55,08c	78,53cde	64,12ef
18	54,16bc	96,02bc	72,21de	74,13def
20	51,26bc	57,31c	51,42e	53,32f
22	42,29c	66,98b	43,99e	51,09f
Parcelas	79,61b	108,79a	100,69a	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

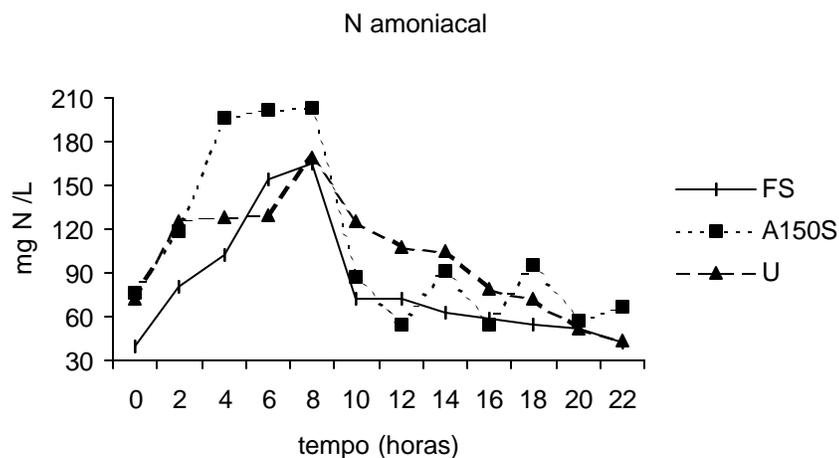


Figura 12 - Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N amoniacal no fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Houve efeito de tratamento, tempo de colheita e interação tratamento x tempo ( $P < 0,05$ ) para a concentração de N amoniacal no fluido ruminal. Os tratamentos U e A150S apresentaram valores mais elevados ( $P < 0,05$ ) de N amoniacal, em comparação ao farelo de soja. A análise nos tempos de colheita indica que para o farelo de soja, o pico de N amoniacal ocorreu entre 6 e 8 horas após a alimentação, enquanto para os tratamentos A150S e U ocorreu entre 2 e 4 horas após a alimentação.

Os dados de concentração de N amoniacal no fluido ruminal estão de acordo com a maioria dos trabalhos revisados, onde a concentração de N amoniacal foi maior para os tratamentos que continham uréia (Roman-Ponce et al., 1975; Casper & Schingoethe, 1986; Casper et al., 1990; Broderick et al., 1993; Lines & Weiss, 1996 e Guidi, 1999). Mas Imaizumi (2000) não observou efeito da fonte de nitrogênio sobre a concentração de N amoniacal no fluido ruminal.

Os dados da Tabela 18 não sugerem que o processamento da uréia na forma extrusada (A150S) tenha sido efetivo para diminuir a sua taxa de degradação no rúmen.

Na Tabela 19 e Figura 13 constam os valores de concentração total de AGV no fluido ruminal para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita.

Tabela 19. Valores de concentração total de AGV no fluido ruminal (mM).

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	165,69bcdA	146,73bcdAB	134,56cB	149,00f
2	169,47bcdA	140,07cdAB	138,54bcB	149,36ef
4	176,01abc	162,43abc	149,92abc	162,79bcde
6	160,54cd	151,68bcd	159,39ab	157,20cd
8	146,64d	145,06bcd	153,23abc	148,31f
10	184,31ab	181,14a	167,73a	177,73a
12	166,35bcd	157,13abcd	155,45abc	159,64bc
14	195,34aA	168,97abAB	155,57abcB	173,30ab
16	187,40ab	158,19abcd	160,99ab	168,86abc
18	172,82abc	163,12abc	155,89abc	163,94abcd
20	172,51abc	160,20abcd	150,29abc	161,00bcdef
22	176,76abcA	134,57dB	141,83abcB	151,06def
Parcelas	172,82	155,77	151,95	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

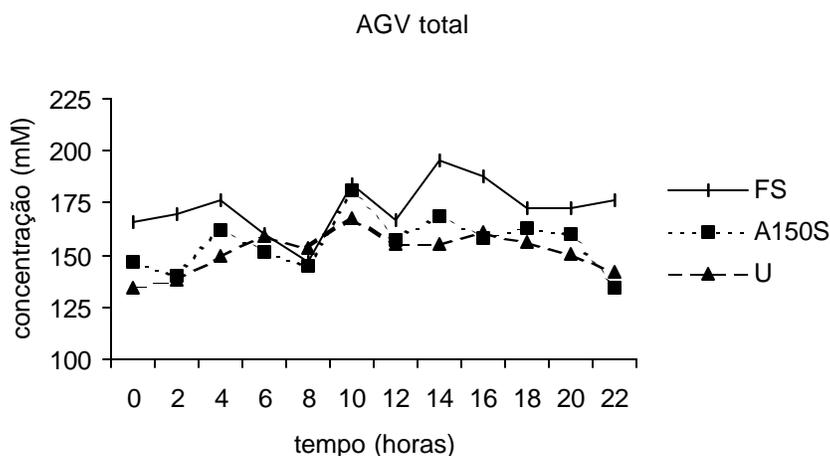


Figura 13 - Efeito dos tratamentos sobre a concentração total de AGV no fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Houve efeito de tempo de colheita e interação tratamento x tempo ( $P < 0,05$ ) para concentração total de AGV no fluido ruminal. O tempo 10 horas apresentou o maior valor e os tempos 0, 2, 8, 20 e 22 horas os menores valores de concentração de AGV no fluido ruminal.

De modo geral, não houve efeito de tratamento na concentração molar de AGV ruminais, apesar do tratamento FS ter resultado em valores significativamente mais elevados que o tratamento U nos tempos 0, 2, 14 e 22 horas após a alimentação.

Casper et al. (1990), Guidi (1999) e Imaizumi (2000) também não encontraram diferenças na concentração de AGV com a adição de uréia na dieta. Já Roman-Ponce et al. (1975) obtiveram maiores concentrações de AGV total nos tratamentos com farelo de soja e "Starea".

Os valores da porcentagem de ácido acético em relação ao total de AGV no fluido ruminal para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita são apresentados na Tabela 20 e Figura 14.

Tabela 20. Valores da porcentagem de ácido acético em relação ao total de AGV.

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	61,22a	60,60a	61,71a	61,18a
2	59,83ab	60,13a	60,58abc	60,18ab
4	58,74b	57,83bc	59,29bcd	58,62de
6	59,31b	60,21a	59,31bcd	59,61bcd
8	61,05a	58,90abc	59,91abcd	59,95bc
10	59,83abA	56,92cB	58,09dAB	58,28e
12	60,94aA	57,81bcB	58,26dAB	59,00cde
14	60,53abA	57,61bcB	58,46bcdAB	59,20bcde
16	61,32aA	59,02abB	58,86cdB	59,74bcd
18	61,13aA	58,04bcB	59,68abcdAB	59,61bcd
20	60,60abAB	58,90abcB	61,14abA	60,21ab
22	61,49aAB	58,57abcB	61,72aA	60,59ab
Parcelas	60,50	58,71	59,83	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

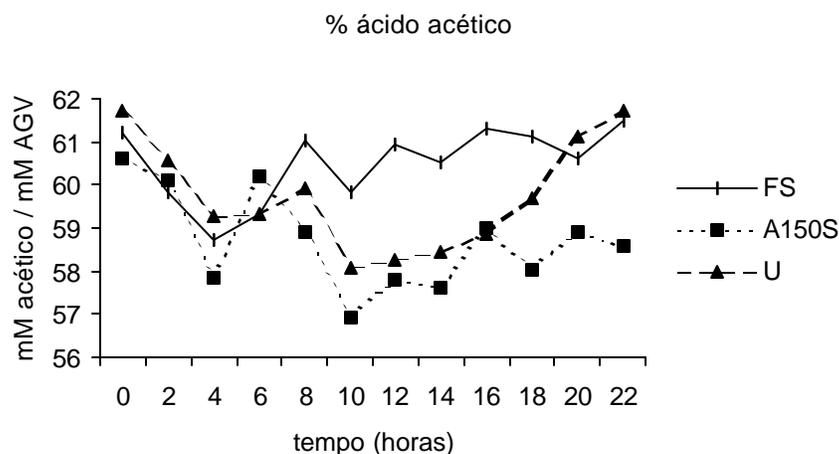


Figura 14 - Efeito dos tratamentos sobre a porcentagem molar de ácido acético no fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Não houve diferença entre parcelas (média dos tratamentos) para porcentagem de ácido acético ( $P > 0,05$ ). Para subparcelas (média dos tempos) os tempos 0, 2, 20 e 22 horas apresentaram os maiores valores e os tempos 4, 10, 12 e 14 horas apresentaram os menores valores de porcentagem de ácido acético ( $P < 0,05$ ).

Guidi (1999) e Imaizumi (2000) também não encontraram diferenças entre as porcentagens de ácido acético com a adição de uréia na dieta. A proporção de ácido acético foi maior para o tratamento com uréia em trabalho de Roman-Ponce et al. (1975), assim como Plumer et al. (1971), e menor em trabalho de Casper & Schingoethe (1986).

Na Tabela 21 e Figura 15 constam os valores da porcentagem de ácido propiônico em relação ao total de AGV no fluido ruminal para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita.

Tabela 21. Valores da porcentagem de ácido propiônico em relação ao total de AGV.

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	20,99c	21,79c	22,81b	21,86d
2	23,37abc	24,17abc	23,61ab	23,72abc
4	24,44a	25,08ab	24,75ab	24,75a
6	23,86ab	23,20bc	24,56ab	23,87abc
8	22,63abc	24,74ab	24,16ab	23,84abc
10	22,76abcB	25,38abAB	25,56aA	24,56ab
12	21,93bcB	25,37abA	25,57aA	24,29ab
14	22,60abcB	26,01aA	24,98abAB	24,53ab
16	22,28abcB	23,85abcAB	24,98abA	23,70abc
18	22,09abcB	26,20aA	25,00abA	24,43ab
20	22,99abc	23,53abc	22,84b	23,12bcd
22	21,60bc	22,64bc	22,32b	22,18cd
Parcelas	22,63	24,33	24,26	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

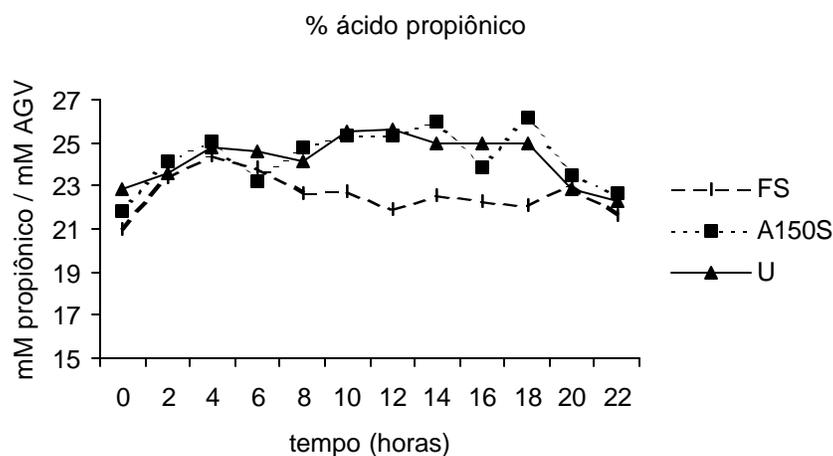


Figura 15 - Efeito dos tratamentos sobre a porcentagem molar de ácido propiônico no fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Não houve efeito de tratamento ( $P > 0,05$ ) sobre a porcentagem de ácido propiônico, diferente do encontrado por Casper & Schingoethe (1986), onde a proporção de ácido propiônico foi maior no tratamento com uréia, em comparação com fontes de proteína verdadeira. Os tempos 0, 20 e 22 horas apresentaram os menores valores ( $P < 0,05$ ).

Imaizumi (2000) também não encontrou diferenças na porcentagem de ácido propiônico quando substituiu parcialmente o farelo de soja por uréia.

Os valores da porcentagem de ácido butírico em relação ao total de AGV no fluido ruminal para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita constam na Tabela 22 e Figura 16.

Tabela 22. Valores da porcentagem de ácido butírico em relação ao total de AGV.

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	12,45b	13,83ab	12,57	12,95bcd
2	12,90ab	12,07d	12,43	12,47d
4	13,08ab	13,54abc	12,71	13,11bcd
6	13,28ab	13,19abcd	12,94	13,14bc
8	12,94ab	13,26abcd	12,84	13,01bcd
10	13,95a	14,40a	13,33	13,89a
12	13,52ab	13,67ab	13,17	13,46ab
14	13,22ab	13,41abc	12,70	13,11bcd
16	12,98ab	13,86ab	13,23	13,36abc
18	12,97ab	12,68bcd	12,57	12,74cd
20	12,76b	14,00a	13,07	13,28abc
22	12,50b	12,26cd	13,09	12,62cd
Parcelas	13,05	13,35	12,89	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

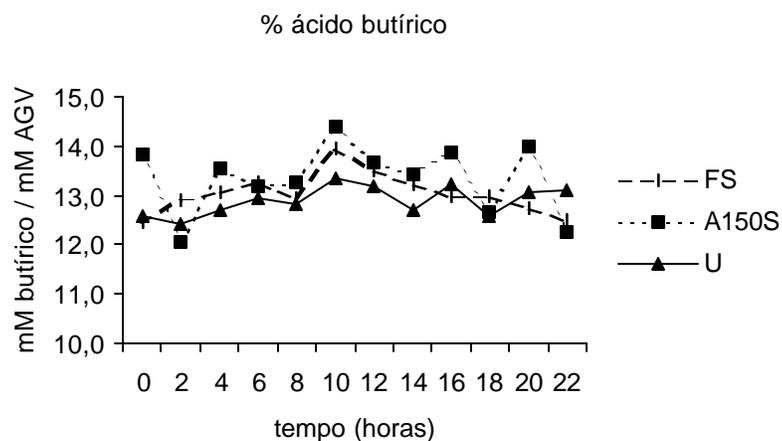


Figura 16 - Efeito dos tratamentos sobre a porcentagem molar de ácido butírico no fluido ruminal nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Não houve efeito de tratamento sobre a porcentagem de ácido butírico ( $P > 0,05$ ), semelhante ao encontrado por Guidi (1999) e Imaizumi (2000). Os tempos 10, 12, 16 e 20 horas apresentaram os maiores valores ( $P < 0,05$ ) de porcentagem de ácido butírico em relação ao total de AGV produzido no rúmen.

Na Tabela 23 e Figura 17 são apresentados os valores da relação entre os ácidos acético : propiônico para os tratamentos nos diferentes tempos de colheita.

Tabela 23. Valores da relação ácido acético : ácido propiônico.

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	2,73	2,79a	2,72ab	2,75ab
2	2,56	2,48abcd	2,59abc	2,54bcd
4	2,42	2,31cd	2,42bc	2,38d
6	2,48	2,59abc	2,42bc	2,50cd
8	2,71	2,42bcd	2,50abc	2,54bcd
10	2,64A	2,23cdB	2,30cB	2,39d
12	2,79A	2,27cdB	2,31cB	2,46cd
14	2,67A	2,21dB	2,40bcAB	2,43cd
16	2,74A	2,48abcdAB	2,37bcB	2,53cd
18	2,79A	2,21dB	2,43bcB	2,47cd
20	2,65	2,50abcd	2,70ab	2,62abc
22	2,84	2,79ab	2,83a	2,82a
Parcelas	2,67	2,44	2,50	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

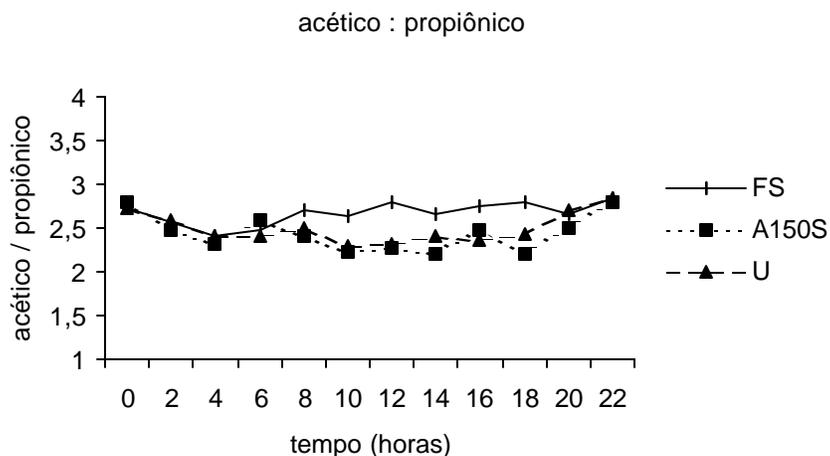


Figura 17 - Efeito dos tratamentos sobre a relação ácido acético : propiônico nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Não houve efeito de tratamento sobre a relação acético : propiônico ( $P>0,05$ ). Os tempos 0, 20 e 22 horas apresentaram os maiores valores para a relação acético : propiônico ( $P<0,05$ ).

Guidi (1999) não obteve diferença na relação acético : propiônico quando incluiu uréia na dieta, assim como Imaizumi (2000). Em trabalho de Roman-Ponce et al. (1975) esta relação foi maior para o tratamento com uréia.

Os valores da concentração de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo encontram-se na Tabela 24 e Figura 18.

Tabela 24. Valores de concentração de nitrogênio ureico no plasma (mg/dL).

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	13,56	12,76b	11,60	12,64
2	13,70AB	16,28aA	11,40B	13,79
4	14,29	15,12ab	12,54	13,98
6	15,12	14,98ab	12,20	14,10
Parcelas	14,17	14,78	11,93	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

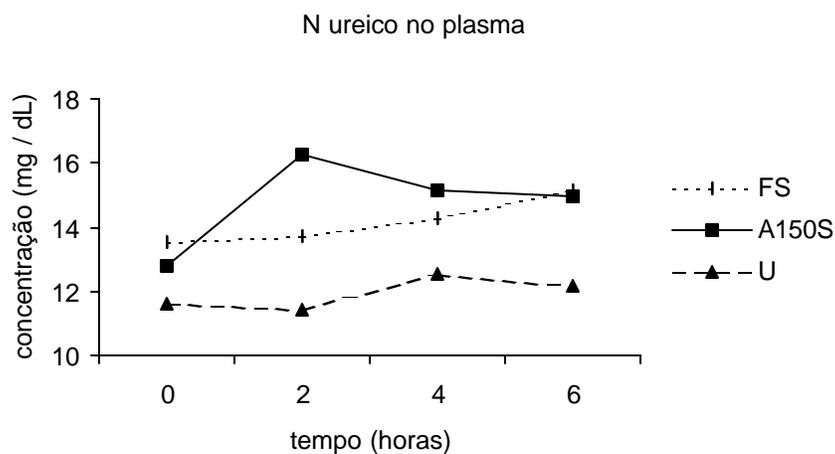


Figura 18 - Efeito dos tratamentos sobre a concentração de N ureico no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Não houve efeito de tratamento e tempo sobre a concentração de N ureico no plasma ( $P>0,05$ ). Apenas no tempo de duas horas houve menor ( $P<0,05$ ) concentração de N ureico para o tratamento U em comparação ao A150S. Os dados médios de N ureico plasmático diferem dos encontrados por Casper & Schingoethe (1986), Broderick et al. (1993), Lines & Weiss (1996) e Guidi (1999), onde a concentração de N ureico foi maior para os tratamentos com uréia. Entretanto, Casper et al. (1990) e Imaizumi (2000) não observaram efeito da inclusão de uréia na dieta sobre a concentração de N ureico no plasma.

Os dados médios de N ureico no plasma contidos na Tabela 24 estão de acordo com os obtidos na fase 1 do experimento 1 (Tabela 8), onde não houve efeito de tratamentos para este parâmetro, em dietas com teor protéico similar.

Os valores de concentração de glicose no plasma sangüíneo para os tratamentos nos vários tempos de colheita constam na Tabela 25 e Figura 19.

Tabela 25. Valores de concentração de glicose no plasma (mg/dL).

Tempo	FS	A150S	U	Subparcelas
0	57,60a	53,20	54,30	55,00
2	49,50bB	53,40AB	55,90A	52,90
4	53,40abB	47,90AB	56,70A	52,70
6	53,20ab	53,40	53,00	53,20
Parcelas	53,40	52,00	55,00	

Tempo = horas após a alimentação; Subparcelas = média das subparcelas (tempos); Parcelas = média das parcelas (tratamentos); Letras minúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas colunas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ); Letras maiúsculas diferentes referem-se a médias que diferem entre si nas linhas pelo Teste dos Quadrados Mínimos ( $P < 0,05$ ).

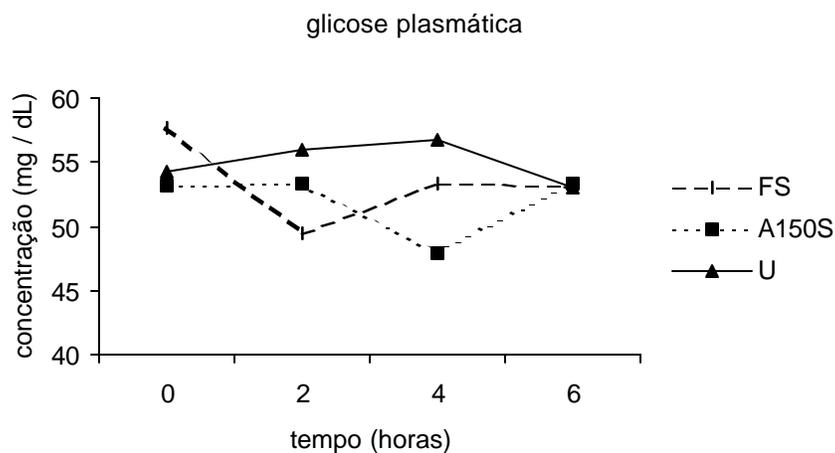


Figura 19 - Efeito dos tratamentos sobre a concentração de glicose no plasma nos vários tempos de colheita após a alimentação.

Não houve efeito de tratamento e tempo sobre a concentração de glicose plasmática ( $P>0,05$ ), de acordo com Broderick et al. (1993), Guidi (1999) e Imaizumi (2000). O tratamento U apresentou os maiores valores nos tempos 2 e 4 horas .

Os dados deste ensaio metabólico concordam com os dados do experimento1.

## 5 CONCLUSÕES

Para vacas em final de lactação, produzindo ao redor de 20 kg leite/d, a suplementação com teores elevados de NNP(2% de uréia ou o equivalente em amiréia na MS da dieta), em substituição parcial ao farelo de soja, pode ser efetuada sem comprometimento do desempenho animal, haja visto que não foram observadas alterações no consumo de alimento, nas produções de leite e de leite corrigido para 3,5% de gordura, nos teores e produções de proteína e lactose do leite, na produção de sólidos totais e na concentração de N ureico e glicose no plasma sanguíneo. A digestibilidade dos nutrientes, assim como os parâmetros ruminais, não foram prejudicados pela substituição parcial de uma fonte de proteína verdadeira por fontes de NNP.

A inclusão de uréia favoreceu a síntese de gordura do leite, talvez devido a um melhor ambiente ruminal (pH) nas primeiras horas após a alimentação.

Os dados gerados por este trabalho não mostraram vantagem do processamento da uréia na forma extrusada com amido (A150S), para vacas em lactação produzindo ao redor de 20 kg leite/d.

Os dados de amônia ruminal e uréia plasmática, não sugerem menor degradação ruminal da uréia quando processada na forma extrusada em relação a uréia convencional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL and FOOD RESEARCH COUNCIL. Technical Committee on Responses to Nutrients. **Nutrient requirements of ruminant animals: protein**. Cambridge: University Press, 1992. 787p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. **Official methods of analysis**. 11 ed. Washington, 1990. v.1, 1050p.
- BACH, A.; HUNTINGTON, G.B.; CALSAMIGLIA, S. et al. Nitrogen metabolism of early lactation cows fed diets with two different levels of protein and different amino acid profiles. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.2585-2595, 2000.
- BATEMAN, H.G.; SPAIN, J.N.; KERLEY, M.S. et al. Evaluation of ruminally protected methionine and lysine or blood meal and fish meal as protein sources for lactating Holsteins. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.2115-2120, 1999.
- BEEVER, D.E.; COTTRELL, B.R. Protein systems for feeding ruminant livestock: A European assessment. **Journal of Dairy Science**, v.77, n. 7, p.2031-2043, 1994.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.
- 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**, v.76, p.2266-2274, 1993.

- CASPER, D.P.; SCHINGOETHE, D.J. Evaluation of urea and dried whey in diets of cows during early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.1346-1354, 1986.
- 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**, v.73, p.1039-1050, 1990.
- CASTILLO, A.R.; KEBREAB, E.; BEEVER, D.E. et al. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silages diets. **Journal of Animal Science**, v.79, p.247-253, 2001.
- CHALUPA, W.; FERGUSON, J.D. Recent concepts in protein utilization for ruminants. In: SOUTHWEST NUTRITION MANAGEMENT CONFERENCE. Tucson, 1998. **Proceedings**. Tucson: Univ. Arizona, 1988. p. 39.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**. v.8, p.130-146, 1962.
- CHEN, K.H.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B. et al. Effect of protein quality and evaporative cooling on lactational performance of Holstein cows in hot weather. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.3, p.819-825, 1993.
- CLARK, J.H.; MURPHY, M.R.; CROOKER, B.A. Supplying the protein needs of dairy cattle from by-product feeds. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.5, p.1092-1109, 1987.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3578-3589, 1992.
- GUIDI, M.T. Efeito de teores e fontes de proteína sobre o desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes. Piracicaba, 1999. 92p.

- Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- HELMER, L.G.; BARTLEY, E.E. Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A Review. **Journal of Dairy Science**, v.54, n.1, p.25-51, 1971.
- HELMER, L.G.; BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. et al. Feed Processing. V. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro. **Journal of Dairy Science**, v.53, n.3, p.331-335, 1970a.
- 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**, v.53, n.7, p.883-887, 1970b.
- HUBER, J.T.; CHEN, K.H. Protein quality in diets for high producing dairy cows. In: SOUTHWEST NUTRITION MANAGEMENT CONFERENCE, Scottsdale, 1992. **Proceedings**. Scottsdale: University of Arizona, 1992. p.73.
- HUBER, J.T.; HERRERA-SALDANA, R. Synchrony of protein and energy supply to enhance fermentation. In: ASPLUND, J.M. (Ed). **Principles of protein nutrition of ruminants**. Boca Raton: C.R.C. Press, 1994. p.113.
- HUBER, J.T.; SANTOS, F.A.P. The role of bypass protein in diets for high producing cows. In: SOUTHWEST NUTRIENT MANAGEMENT CONFERENCE, Phoenix, 1996. **Proceedings**. Phoenix: Univ. Arizona, 1996. p.55.
- HUBER, J.T.; SANDY, R.A.; POLAN, C.E. et al. Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. **Journal of Dairy Science**, v.50, p.1241-1247, 1967.
- 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. Piracicaba, 2000. 69p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

- 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**, v.70, p.98-107, 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**, v.82, p.1261-1273, 1999.
- KALSCHEUR, K.F.; VANDERSALL, J.H.; ERDMAN, R.A. et al. Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid and late lactation dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.545-554, 1999.
- KING, K.J.; HUBER, J.T.; SADIK, M. et al. Influence of dietary protein sources on the amino acid profiles available for digestion and metabolism in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.11, p.3208-3216, 1990.
- KNAUS, W.F.; BEERMANN, D.H.; GUIROY, P.J. et al. Optimization of rate and efficiency of dietary nitrogen utilization through the use of animal by-products and (or) urea and their effects on nutrient digestion in Holstein steers. **Journal of Animal Science**, v.79, p.753-760, 2001.
- LINES, L. W.; WEISS, W.P. Use of nitrogen from ammoniated alfalfa hay, urea , soybean meal, and animal protein meal by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.79, p. 1992-1999, 1996.
- MAIA, R.L.A.; TEIXEIRA, J.C.; PÉREZ, J.R.O.; 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, Brasília, 1992. **Anais**. Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1987. p.356.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant nitrogen usage**. Washington: National Academy Press, 1985. 138p.

- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.**  
Washington: National Academy Press, 1989. 145p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of beef cattle.**  
Washington: National Academy Pess, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of dairy cattle.**  
Washington: National Academy Pess, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1358-1366, 2001.
- PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v.54, p.1025-1033, 1971.
- PIEPENBRINK, M.S.; SCHINGOETHE, D.J.; BROUK, M.J. et al. Systems to evaluate the protein quality of diets fed to lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.1046-1061, 1998.
- 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**, v.54, p.1861-1865, 1971.
- POLAN, C.E. Protein and amino acid for lactating cows. In: VAN HORN, H.H.; WILCOX, C.J. (Ed). **Large dairy herd management.** Champaign: American Dairy Science Association, 1992. p.236-247.
- ROMAN-PONCE, H.; VAN HORN, H.H.; MARSHALL, S.P. et. al. Complete rations for dairy cattle. V. Interaction of sugarcane bagasse quantity and form with soybean meal, urea and starea. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.9, p.1320-1327, 1975.
- RULQUIN, H.; VERITÉ, R. Amino acid nutrition of dairy cows: productive effects and animal requirements. In: GARNSWORTHY P.C.; COLE, D.J.A. (Ed). **Recent advances in animal nutrition.** Nottingham: University Press, 1993. p.55.

- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, D.J.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SALMAN. A.K.D.; MATARAZZO, S.V.; EZEQUIEL, J.M.B. et al. Estudo do balanço nitrogenado e da digestibilidade da matéria seca e proteína bruta de rações para ovinos, suplementadas com amiréia, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.179-185, 1997.
- SANTOS, F.A.P. Effect of sorghum grain processing and protein source on performance and nutrient utilization by lactating dairy cows. Tucson, 1996. 140p. Thesis (PhD) - University of Arizona.
- SANTOS, F.A.P. Efeito de fontes protéicas e processamento de grãos no desempenho de vacas de leite e digestibilidade dos nutrientes. Piracicaba, 1998. 105p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.
- SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B. et al. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance: A 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182-3213, 1998a.
- 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**, v.81, p.215-220, 1998b.
- SANTOS, F.A.P.; JUCHEM, S.O.; IMAIZUMI, H.; et al. Suplementação de fontes de proteína e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: FEALQ, 2001. 1544p.
- SATTER, L.D. Protein supply from undegraded dietary protein. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2734-2749, 1986.

- SCHINGOETHE, D.J. Protein quality and amino acid supplementation in dairy cattle. In: SOUTHWEST NUTRITION MANAGEMENT CONFERENCE, Phoenix, 1991. **Proceedings**. Phoenix: University of Arizona, 1991. p.101.
- SCHWAB, C.G. Optimizing amino acid nutrition for optimum yields of milk and milk protein. In: SOUTHWEST NUTRITION MANAGEMENT CONFERENCE, Phoenix, 1994. **Proceedings**. Phoenix: Univ. Arizona, 1994. p. 114.
- SCHWAB, C.G.; BOZAK, C.K.; WHITEHOUSE, N.L. et al. Amino acid limitation and flow to duodenum at four stages of lactation. 1. Sequence of lysine and methionine limitation. **Journal of Dairy Science**, v.75, n. 12, p.3486-3502, 1992a.
- SCHWAB, C.G.; BOZAK, C.K.; WHITEHOUSE, N.L. et al. Amino acid limitation and flow to the duodenum at four stages of lactation. 2. Extent of lysine limitation. **Journal of Dairy Science**, v.75, n. 12, p.3503-3518, 1992b.
- SEIXAS, J.R.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; MARTINS JR., A.P.M. et al. Desempenho de bovinos confinados recebendo amiréia, uréia ou farelo de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, Juiz de Fora, 1997. **Anais**. Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.295-297.
- SEIXAS, J.R.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; ARAÚJO, W.A. et al. Desempenho de bovinos confinados alimentados com dietas a base de farelo de algodão, uréia ou amiréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.432-438, 1999.
- SILVA, J.F.C.; PEREIRA, J.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Valor nutritivo da palha de arroz suplementada com amiréia, fubá + uréia e farelo de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1475-1481, 1994.
- SILVA, R.M.N.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Uréia para vacas em lactação.1.Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1639-1649, 2001.
- SLOAN, B.K.; GARTHWAITE, B.D.; SCHWAB, G.S. Fine-tuning sub model may optimize production. **Feedstuffs**, n.8, p.11-15. 1999.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; ALQUERES, M.M. et al. Utilização da Amiréia-150S como suplemento nitrogenado para bovinos em sistema de pastejo. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, Botucatu, 1998. **Anais**. Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.482.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VIRTANEN, A.I.; Milk production of cows on protein-free feeds. **Science**, v.153, p.1603-1610, 1966.
- 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**, v.65, n.3, p.495-501, 1982.
- WU, Z.; SATTER, L.D. Milk production during the complete lactation of dairy cows fed diets containing different amounts of protein. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1042-1051, 2000.
- ZINN, R.A.; SHEN, Y. An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1280-1289, 1998.