

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**UREIA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS**

**GERFESSON FELIPE CAVALCANTI PEREIRA**

**RECIFE – PE  
OUTUBRO - 2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**UREIA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS**

**GERFESSON FELIPE CAVALCANTI PEREIRA  
(Zootecnista)**

**RECIFE – PE  
OUTUBRO - 2018**

**GERFESSON FELIPE CAVALCANTI PEREIRA**

**UREIA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

**Comissão de Orientação:**

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho – Orientador

Prof. Dr. Evaristo Jorge Oliveira de Souza – Coorientador

**RECIFE – PE**  
**OUTUBRO - 2018**

**GERFESSON FELIPE CAVALCANTI PEREIRA**

**UREIA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 29 de agosto de 2018.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia  
Orientador

---

Prof. Dr. Robson Magno Liberal Vêras  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Unidade Acadêmica de Garanhuns

---

Dr. Michel do Vale Maciel  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Departamento de Zootecnia

RECIFE – PE  
OUTUBRO - 2018

## FICHA CATALOGRÁFICA

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

P436u      Pereira, Gerfesson Felipe Cavalcanti  
              Ureia em substituição ao farelo de soja na dieta de ovinos /  
Gerfesson Felipe Cavalcanti Pereira. - Recife, 2018.  
              48 f.: il.

              Orientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho.  
              Coorientador: Evaristo Jorge Oliveira de Souza.  
              Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife,  
BR-PE, 2018.  
              Inclui referências e apêndice (s).

              1. Ruminante - Alimentação e rações 2. Digestibilidade 3. Palma  
forrageira 4. Nitrogênio não proteico 5. Regiões áridas I. Carvalho,  
Francisco Fernando Ramos de, orient. II. Souza, Evaristo Jorge  
Oliveira de, coorient. III. Título

CDD 636

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

GERFESSON FELIPE CAVALCANTI PEREIRA, filho de Ailton Pereira Guedes e Maria Rejane Cordeiro Cavalcante, nasceu em 19 de fevereiro de 1992, na cidade de Afogados da Ingazeira – Pernambuco. Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2010, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (Unidade Acadêmica de Serra Talhada). De 2011 a 2012 foi bolsista de atividades de Extensão pela mesma Universidade. De 2012 a 2015 foi bolsista de iniciação científica pela FACEPE. Obteve o título de Zootecnista ao concluir o curso em agosto de 2015. Em março de 2016 iniciou o Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Nutrição Animal, com ênfase em nutrição de animais ruminantes, tendo ao dia 29 de agosto de 2018 submetido a defesa da dissertação.

*“ Quem espera e não faz acontecer  
Nuca prova do gosto do progresso  
Que os mais fracos se ofuscam com o sucesso  
De quem tanta ralou para merecer  
Quem mais diz que já fez, falta fazer  
Uma ação de fato ganhe espaço  
Que caráter vendido e de pedaço  
Só dá certo na cara de egoístas  
Não tem troco melhor do que conquistas  
Para quem tanto apostou no seu fracasso ”*

*Dudu Moraes*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço Primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por me dar força todos os dias para vencer mais esta batalha;

Em segundo lugar, ao meus pais, Ailton Pereira e Rejane Cavalcanti, que nunca mediram esforços para me ver chegar aonde eu estou, além de serem os maiores incentivadores desta conquista;

À minha Esposa, Mayara Aragão, por todo amor e carinho, palavras de incentivo e apoio, atenção, amizade, cumplicidade em todos os momentos e por compartilhar cada segundo desta experiência;

Ao meu Avô, Zizi Cavalcanti, por ser fonte de inspiração que me incentiva todos os dias a vencer;

À minha avó, Otacilia Cavalcanti, pelo exemplo de vida e superação (*In memoriam*);

Aos meus avós paternos, Maria e Adeildo, por todo apoio;

À minha família de forma geral, tios, (Ronaldo Cavalcanti, Walter Cavalcanti, Aparecida Cavalcanti, Fátima Cavalcanti) e primos (Vinicius, Vanessa, Edmilson, Edniele, Matheus, Gabriel), por toda torcida e apoio a mim dedicados;

À minha irmã Sabrina Cavalcanti;

À Rafaela Cavalcanti e Emanuelle Cavalcanti, que mesmo não estando mais entre nós, sempre torceram pelo meu sucesso e acreditaram na minha vitória (*In memoriam*);

Ao meu Orientador, Francisco Fernando, por todo apoio, aprendizagem e paciência;

Ao meu coorientador e amigo, Professor Evaristo Jorge, por toda dedicação, aprendizagem e amizade;

À Universidade Federal Rural de Pernambuco/DZ, que me proporcionou esta oportunidade;

À CAPES, pela bolsa de estudos concedida;



A todos os professores que contribuíram, de forma direta ou indireta, com a minha formação;

Às amizades construídas durante esta jornada;

A todas as demais pessoas que, de forma direta e indireta, contribuíram para a conclusão deste trabalho;

E, por fim, a todos que torceram contra, pois até estes me deram força para vencer e chegar aonde eu estou.

Aos meus pais, Aiton Pereira e Rejane Cavalcanti, por acreditarem em mim e fazerem o possível e o impossível para chegarmos aonde estamos. Mesmo com todas as dificuldades, não mediram esforços para fazer com que um filho de agricultores do interior de Pernambuco chegasse a receber um diploma de ensino superior. Foram eles, que desafiados e desacreditados por muitos que diziam que “só quem tem direito ao ensino superior são os filhos de ricos”, não deixaram esmorecer, nem fraquejar. E a força deles me deu força para vencer mais este desafio.

Aos meus avós maternos, Zizi e Otacília, pois foram eles quem me deram o privilégio de ter dois pais e duas mães. Foram e sempre serão fonte de inspiração, exemplos de homem e mulher, pai e mãe, avô e avó, de vida e superação.

À minha Esposa, Mayara Aragão, por todo amor e carinho, palavras de incentivo e apoio, atenção, amizade, cumplicidade em todos os momentos e por compartilhar cada segundo desta experiência.

Ao meu filho, Murilo, o motivo dos nossos melhores sorrisos e de toda nossa força de vontade e esperança, que chegou para fortalecer o que existe de mais importante na vida de um homem: a família, fazendo dos nossos dias mais felizes e nos tornando pessoas realizadas.

**DEDICO!**

## SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS .....	12
LISTA DE FIGURAS .....	13
RESUMO .....	14
ABSTRACT .....	15
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	16
Capítulo 1 Referencial Teórico .....	18
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
Capítulo 2 - Ureia em substituição ao farelo de soja na dieta de ovinos .....	26
<b>RESUMO</b> .....	27
<b>ABSTRACT</b> .....	28
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	29
<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
Local de Execução .....	31
Animais e Manejo.....	31
Tratamentos e Dietas experimentais .....	32
Determinação da composição química das rações experimentais .....	33
Coleta de Fezes .....	33
Coleta de Líquido Ruminal.....	33
Delineamento Experimental .....	34
<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
<b>CONCLUSÃO</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	44

## LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Tratamentos e dietas experimentais.....	32
Tabela 2. Consumo dos nutrientes em ovinos alimentados com ureia em substituição ao farelo de soja em dietas à base de palma forrageira.....	36
Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes em ovinos alimentados com ureia em substituição ao farelo de soja em dietas à base de palma forrageira.....	38
Tabela 4. Parâmetros ruminais (pH, N-NH <sub>3</sub> e AGCC) de ovinos alimentados com ureia em substituição ao farelo de soja em dietas à base de palma forrageira.....	40

## LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Distribuição diária dos horários de coleta de líquido ruminal.....	34
--	----

## UREIA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a substituição da ureia pelo farelo de soja sobre os parâmetros ruminais, consumo e digestibilidade dos nutrientes em ovinos alimentados com ração à base de palma forrageira. Foram utilizados quatro (04) carneiros fistulados no rúmen. Foram realizadas coletas para determinação do consumo e digestibilidade de nutrientes e padrão de fermentação ruminal por meio da coleta de líquido ruminal nos horários: 0h00; 2h00; 4h00; 6h00; 8h00; 10h00; 12h00; 14h00; 16h00; 18h00; 20h00 e 22h00, para determinação do pH, N-NH<sub>3</sub> e AGCC. A substituição do farelo de soja pela ureia não influenciou os consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, matéria mineral, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e fibra em detergente neutro. A substituição do farelo de soja pela ureia não influenciou os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos. Para todos os parâmetros ruminais avaliados, pH, N-NH<sub>3</sub> e AGCC, não houve influência dos níveis de substituição da ureia pelo farelo de soja em nenhuma das variáveis observadas. A ureia pode substituir o farelo de soja até 2,4% na dieta de ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira sem alterar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e os parâmetros ruminais.

**Palavras-Chave:** Consumo. Digestibilidade. Palma Forrageira. Parâmetros Ruminais. Semiárido.

## UREIA IN SUBSTITUTION TO SOYBEAN MEAL ON SHEEP DIET

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the replacement of urea by soybean meal on ruminal parameters, intake and digestibility of nutrients from sheep fed with forage palm meal. Four (04) rumen fistulated sheep were used. Samples were collected for determination of nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation pattern through the collection of ruminal liquid at the following times: 12AM; 2 AM; 4AM; 6AM; 8AM; 10AM; 12PM; 2PM; 4PM; 6PM; 8PM and 10PM, for determination of pH, N-NH<sub>3</sub> and AGCC. The substitution of soybean meal by urea did not influence dry matter intakes, crude protein; ethereal extract; organic matter; mineral matter, total carbohydrates; non-fibrous carbohydrates, neutral detergent fiber. The replacement of soybean meal by urea did not influence the apparent digestibility coefficients of dry matter, crude protein, ethereal extract, neutral detergent fiber, total carbohydrates and non-fibrous carbohydrates. For all ruminal parameters evaluated, pH, N-NH<sub>3</sub> and AGCC, there was no influence of the levels of urea substitution by soybean meal on any of the observed variables. Urea may replace soybean meal up to 2.4% in the diet of sheep fed diets based on forage palm without altering intake, nutrient digestibility and ruminal parameters.

**Keywords:** Consumption. Digestibility. Forage Palm. Ruminal Parameters. Semiarid.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A produção de ovinos é uma atividade de elevada importância, sendo um meio de fixação do homem ao campo, desempenhando ainda um papel socioeconômico, principalmente em países em desenvolvimento. O Brasil possui um rebanho efetivo de ovinos de aproximadamente 18 milhões de cabeças, sendo a maior parte concentrada na região Nordeste (57,5%) (IBGE, 2016).

Apesar da grande importância da ovinocultura para o Nordeste brasileiro, condições edafoclimáticas inerentes ao semiárido nordestino comprometem o desenvolvimento desta atividade, sobretudo, nos períodos de estiagens. É nessa época em que há déficit de água e as plantas forrageiras, como um modo de defesa, acabam perdendo suas folhas e cessando seu crescimento, entrando num estágio de dormência que dura até que o período chuvoso retorne. Diminuindo assim a disponibilidade de matéria seca disponível para os animais e conseqüentemente a capacidade animal por área. Desta forma, a produção satisfatória de carne ovina é comprometida, já que a quantidade e a qualidade da alimentação é reduzida.

Os sistemas de produção de ovinos no semiárido têm como base nutricional, a vegetação nativa da caatinga. A fitomassa forrageira na caatinga apresenta baixa disponibilidade na época chuvosa e qualidade reduzida na estação seca. Neste contexto, pode-se afirmar que a manutenção desses ruminantes exclusivamente em áreas de caatinga compromete o desempenho zootécnico desses animais. Sendo necessário desta forma, um eficiente planejamento alimentar afim de impedir o comprometimento da produtividade animal.

Diante do que foi exposto acima, a inclusão de grãos e cereais, como por exemplo o farelo de soja, na ração de ovinos é uma prática comum entre os pecuaristas do semiárido nordestino. Esse que é um alimento usado rotineiramente há centenas de anos na alimentação de ruminantes e não ruminantes, além de ser um concorrente com a alimentação humana.

Os ingredientes proteicos comumente utilizados para formulação de rações são os mais onerosos na alimentação, o que muitas vezes inviabiliza o desenvolvimento do setor, portanto, se faz necessário buscar meios que possibilitem uma substituição segura e eficiente da fonte de proteína verdadeira por uma fonte de nitrogênio não proteico.



Neste sentido, a ureia surge como uma alternativa para diminuir os custos com alimentação na produção de ruminantes. A utilização da ureia é considerada um método de baixo custo para melhorar o aproveitamento nutricional da fibra para ruminantes. Isso é possível devido ao aporte de N disponibilizado no rúmen, o que favorece o crescimento dos microrganismos benéficos, principalmente das bactérias que degradam a fibra, que irão colonizar mais rapidamente o alimento ingerido e aumentar a taxa de degradação do mesmo, assim como o aproveitamento dos seus nutrientes.

Devido à grande quantidade de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) presente no rúmen instante após o fornecimento da ração contendo ureia, é primordial que haja esqueletos de carbono para que sejam formadas as proteínas microbianas, além da suplementação de enxofre para formação dos aminoácidos sulfurados.

O fornecimento de alimentos ricos em carboidratos solúveis de rápida disponibilização no rúmen é fundamental para o melhor aproveitamento da ureia, pois será o aporte necessário de esqueletos de carbono e energia, maximizando a utilização do N e evitando a intoxicação ocasionada pelo excesso de N-NH<sub>3</sub> absorvido pela membrana ruminal e conseqüentemente circulante no plasma sanguíneo.

A palma forrageira é uma excelente alternativa para consorcio com a ureia, devido aos carboidratos presentes em sua composição, além de ser uma planta amplamente cultivada em zonas semiáridas, sua adaptabilidade e constituição faz dela um dos principais alimentos para ruminantes nessas regiões.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de aprofundar as tecnologias referentes ao uso de ureia em dietas a base de palma forrageira, uma vez que é fundamental conhecer além dos parâmetros produtivos dessas dietas, os parâmetros de degradação, fisiologia e metabolismo, o que irá otimizar o aproveitamento dos nutrientes e trazer mais confiabilidade na associação da palma forrageira com a ureia.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a substituição do farelo de soja pela ureia sobre a degradação dos nutrientes, os parâmetros ruminais e fisiológicos, consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos alimentados com ração a base de palma forrageira.

**Capítulo 1**  
**Referencial Teórico**

## **UREIA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS**

A ovinocultura é uma atividade socioeconômica de grande destaque na região Nordeste, por ser fonte de renda, principalmente, para os pequenos produtores, por meio da produção de carne, da venda de couro e do aproveitamento dos componentes comestíveis não constituintes da carcaça, na confecção de pratos regionais, como, por exemplo, a buchada e o sarapatel (BEZERRA et al., 2010).

Apesar de numericamente expressivo, o rebanho ovino no Nordeste brasileiro mantém índices produtivos ainda baixos, principalmente em razão do baixo padrão tecnológico empregado na região. Os criadores são, na maioria, pequenos produtores que, normalmente, contam com pouca tecnologia, com baixo investimento em infraestrutura, inviabilizando o incremento da produtividade. Os rebanhos são constituídos, essencialmente, por animais sem padrão racial definido (SPRD), originários dos cruzamentos entre raças nativas e exóticas.

A base dos sistemas de produção de ovinos no semiárido nordestino são as pastagens nativas e matas naturais. Além disto, as condições edafoclimáticas inerentes ao semiárido nordestino comprometem o desenvolvimento desta atividade, sobretudo, nos períodos de estiagens. Nessa época há déficit de água e as plantas forrageiras, como um modo de defesa acabam perdendo suas folhas e cessando seu crescimento, entrando num estágio de dormência que dura até que o período chuvoso retorne, promovendo uma oferta irregular de forragem durante todo o ano. Dessa forma, a produção satisfatória de carne ovina é comprometida, já que a quantidade e a qualidade da alimentação são reduzidas.

Os ovinos são animais muito eficientes na arte de transformar forragem em alimentos de alto valor biológico (carne, leite, vísceras), além da alta adaptabilidade dos animais aos ecossistemas locais. No entanto, para que exteriorizem seu potencial produtivo, faz-se necessário uma melhoria no manejo nutricional, proporcionando-lhes alimentação equilibrada, de modo a atender, em sua totalidade, as exigências nutricionais das diferentes categorias, pois a deficiência nutricional é um dos fatores mais limitantes para que seja alcançada maior produtividade.

Ao iniciar as investigações partindo dos sistemas de produção existentes, percebem-se as possibilidades de expansão a partir da identificação dos pontos de estrangulamento tecnológicos, dos recursos subutilizados e das inter-relações que podem ser melhoradas. Em decorrência da irregularidade na oferta quantitativa e qualitativa dos

recursos forrageiros na região semiárida brasileira, devido às condições edafoclimáticas adversas à produção animal nesta região é bastante comprometida. Desta forma, é vital para pecuária a adoção de estratégias de alimentação para estes rebanhos, devendo-se considerar a necessidade de produção de volumoso suplementar e a utilização racional de alimentos, com a finalidade de acabar ou pelo menos reduzir esses efeitos, uma vez que a utilização de alimentos concentrados torna o sistema ainda mais oneroso pelo seu alto custo de produção, agravados por fatores como frete e a grande procura no comércio.

Os ingredientes proteicos comumente utilizados para formulação de rações são os mais onerosos na alimentação, o que muitas vezes inviabiliza o desenvolvimento do setor; portanto, faz-se necessário buscar meios que possibilitem uma substituição segura e eficiente da fonte de proteína verdadeira por uma fonte de nitrogênio não proteico.

A ureia ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ) é um composto orgânico sólido, de rápida solubilidade em água e higroscópico. De acordo com a classificação química, é uma amida, portanto, não é uma proteína verdadeira e pertence ao grupo de compostos nitrogenados não proteicos. De acordo com o NRC (2001), a ureia possui 45% de N, correspondendo ao equivalente de 281% de proteína bruta, com alta capacidade de degradação no rúmen.

Basicamente, a ureia é incluída nas dietas para ruminantes no intuito de redução dos custos, uma vez que a produção potencial de proteína microbiana a partir do NNP é muito considerável, o que possibilita ao criador a substituição das fontes proteína verdadeira que são mais onerosas. Além disso, a ureia exerce funções benéficas relacionadas à nutrição dos ruminantes.

Os ruminantes, a exemplo dos ovinos, podem aproveitar o nitrogênio não proteico (NNP) por meio da ação dos microrganismos presentes no rúmen, que são capazes de transformar o nitrogênio proveniente de alguns compostos de NNP em proteína de alto valor nutritivo, que são as proteínas microbianas. Desta forma, o uso da ureia na dieta desses animais apresenta-se como um método de economia, permitindo poupar insumos, a exemplo do farelo de soja normalmente utilizados na alimentação humana e de outros animais não-ruminantes.

A utilização da ureia como fonte de nitrogênio pode trazer maior segurança financeira e boas respostas na produção de ruminantes, mas é imprescindível à adaptação gradativa dos microrganismos ruminais. Nem sempre será viável a inclusão de altos

níveis de ureia na dieta dos ruminantes, havendo uma variação de acordo com a associação com outros nutrientes.

A utilização da ureia é considerada um método seguro para melhorar o aproveitamento nutricional da fibra para ruminantes (KYUMA et al., 1996). Isso é possível devido ao aporte de N disponibilizado no rúmen, o que favorece o crescimento dos microrganismos benéficos, principalmente das bactérias que degradam as fibras, que colonizarão mais rapidamente o alimento ingerido e aumentar sua taxa de degradação, assim como o aproveitamento dos seus nutrientes.

A alta taxa de hidrólise ruminal da ureia faz com que haja a rápida liberação de amônia em função do acúmulo de N-NH<sub>3</sub> no rúmen. A ingestão em excesso ou a falta de energia prontamente disponível para utilização do NH<sub>3</sub> pelas bactérias ureolíticas pode levar a intoxicação, que culminará num alto gasto de ATP para excreção desse excedente, diminuindo a disponibilidade de energia para o animal (AZEVEDO et al., 2008).

Devido à grande quantidade de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) presente no rúmen, instante após o fornecimento da ração contendo ureia, é primordial que haja esqueletos de carbono para que sejam formadas as proteínas microbianas, além da suplementação de enxofre para formação dos aminoácidos sulfurados.

O fornecimento de alimentos ricos em carboidratos solúveis de rápida disponibilização no rúmen é fundamental para o melhor aproveitamento da ureia, pois será o aporte necessário de esqueletos de carbono, maximizando a utilização do N e evitando a intoxicação ocasionada pelo excesso de N-NH<sub>3</sub> absorvido pela membrana ruminal e conseqüentemente circulante no plasma sanguíneo.

A palma forrageira é uma excelente alternativa para consorcio com a ureia, pois, além de ser uma planta amplamente cultivada em zonas semiáridas, sua adaptabilidade e constituição faz dela um dos principais alimentos para ruminantes nessas regiões. A palma é uma forrageira totalmente adaptada às condições edafoclimáticas da região; é uma cactácea, pertencente ao grupo das crassuláceas, que apresenta metabolismo diferenciado, fazendo a abertura dos estômatos essencialmente à noite, quando a temperatura ambiente se apresenta reduzida, diminuindo as perdas de água por evapotranspiração. A eficiência no uso da água, até 11 vezes superior à observada nas plantas de mecanismo C<sub>3</sub>, faz com que a palma se adapte ao Semiárido de maneira inigualável a qualquer outra forrageira (FERREIRA et al., 2008).

A palma forrageira é um alimento que contém altos teores de carboidratos não fibrosos (em especial o amido e pectina) e elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca, colaborando para a utilização da ureia, além de rico em água e mucilagem, com elevados teores de cálcio, potássio e magnésio (SANTOS et al., 1990; WANDERLEY et al., 2002). Germano et al. (1991), estudando a composição físico-química, encontraram teores de Ca (3,74), K (1,83) e Mg (2,14) % na MS. Ferreira et al. (2011) atentam para os baixos teores de proteína bruta e fibra efetiva, o que torna necessária a associação com volumosos de fibra grosseira e uma fonte de nitrogênio, a exemplo do NNP.

A palma forrageira pode ser utilizada como alimento energético, posto que é rica em nutrientes digestíveis totais (62%) (WANDERLEY et al., 2002; MELO et al., 2003). Segundo Ferreira (2009), o alto teor de CNF da palma forrageira tem despertado o interesse para sua utilização em substituição a concentrados energéticos e também sua associação com fontes de NNP, notadamente a ureia. A sua utilização exclusiva pode levar a problemas como o timpanismo (empazinamento), acidose ruminal, diminuição do consumo de matéria seca e perda de peso, distúrbios metabólicos, principalmente diarreia, devido ao baixo conteúdo em fibra (TEGEGNE et al., 2005).

A composição dos carboidratos da palma forrageira também justifica sua importância na base alimentar dos ruminantes, pois a fração energética rapidamente degradável e de alto valor biológico também é bastante significativa. Batista et al. (2003) relatam que 42% dos carboidratos são açúcares e ácidos orgânicos, 19% são amido, e 29% incluem a pectina,  $\beta$ -glucanas e frutanas. Vale ressaltar que boa parte desses carboidratos são de digestão exclusiva a partir das enzimas dos microrganismos ruminais, portanto são disponibilizados a nível de rúmen.

O balanço dos nutrientes é fundamental para o adequado crescimento microbiano no rúmen, no qual a relação proteína:energia tem destaque; isso ocorre porque cada tipo de microrganismo possui um arranjo de fatores que favorecem seu crescimento, seja pelo pH do ambiente ou a quantidade de nitrogênio, açúcares, zinco, enxofre, etc.

As bactérias celulolíticas presentes no rúmen utilizam principalmente a amônia como fonte de nitrogênio; já as bactérias fermentadoras de amido, pectina e açúcar usam tanto a amônia como peptídeos e aminoácidos (RUSSELL et al., 1992). Desse modo, é possível vislumbrar a combinação entre a palma forrageira e a ureia, uma vez que haverá

considerável disponibilidade de  $\text{NH}_3$  no ambiente ruminal a partir do NNP, o que favorece o crescimento das bactérias celulolíticas e conseqüentemente o aumento da taxa de degradação da fibra, assim como a menor captura de peptídeos e aminoácidos pelas demais bactérias, deixando-os disponíveis a absorção e metabolização pelo animal.

Strobell e Russell (1986) reportam que a fermentação dos carboidratos difere quanto à fonte utilizada, pois alimentos ricos em pectina (a exemplo da palma) não produzem quantidade apreciável de ácido láctico, tendendo a manter o pH ruminal mais alto. Bem-Ghedalia et al. (1989) afirmam que a fermentação dos carboidratos da palma promove mais alta relação acetato:propionato, criando assim uma condição ruminal mais favorável para a digestão da fibra (BEN-GHEDALIA et al., 1989). O que ocorre é a interdependência entre a degradação ruminal dos nutrientes, em que as reações de anabolismo e catabolismo então intimamente relacionadas.

Por meio de estudos experimentais, é possível estabelecer fatores que podem indicar quais as melhores combinações entre os ingredientes de uma ração, visando a rentabilidade do sistema de produção e o bem-estar dos animais; como exemplo, temos a digestibilidade dos nutrientes, que é referente à amplitude do aproveitamento das unidades nutricionais da ração. Outras variáveis subsidiam o conhecimento do estado fisiológico dos animais, como os parâmetros ruminais, que são indicativos da condição à qual estão expostos os microrganismos, fator este que é fundamental para o crescimento da flora microbiana desejável e a correta fermentação do alimento, sem causar prejuízos à saúde do animal e conseqüente gasto de energia para manutenção das condições fisiológicas ideais.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de aprofundar as tecnologias referentes ao uso de ureia em dietas à base de palma forrageira, uma vez que é fundamental conhecer, além dos parâmetros produtivos dessas dietas, os de degradação, fisiologia e metabolismo, o que otimizará o aproveitamento dos nutrientes e trazer mais confiabilidade na associação da palma forrageira com a ureia.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a substituição do farelo de soja pela ureia sobre a degradação dos nutrientes, os parâmetros ruminais e fisiológicos, consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos alimentados com ração à base de palma forrageira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BATISTA, A. M. V. et al. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. **Journal Science and Food Agriculture**, v.83, n.3, p.440-445, 2003.

BATISTA, A.M.V. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in northeast Brazil. **Rangeland Ecology and Management**. v.62, p.297-301, 2009.

BEN-GHEDALIA, D. et al. The effect of starch-and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 3-4, p. 289-298, 1989.

BEZERRA, S.B.L. et al. Componentes não integrantes da carcaça de cabritos alimentados em pastejo na Caatinga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.7, p.751-757, 2010.

FERREIRA, M. A. et al. Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras. Recife: EDUFRPE–2011. 40 p.:il.

FERREIRA, M. A. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, pp. 322-329. 2009.

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F.M. Produção e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. **Anais**. I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, Fortaleza, CE, 2008.

GERMANO, R.H. et al. Avaliação da composição química e mineral de seis cactáceas do semi-árido paraibano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: SBZ, 1991. p.3.

KYUMA, T.; KONDO, T.; OHSHITA, T. Urea treatment of roughage for improvement the feeding value. **Grassland Science** 42, 150–154, 1996.



MELO, A.A.D. et al. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.32, n.3, p.727-736, 2003.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 2001. 381p.

NRC, Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, 1st ed. **National Academy Press**, Washington, DC. 2007.

RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SANTOS, M. V. F. dos, et al. Estudo Comparativo das cultivares de palma forrageira gigante redonda (*Opuntia ficus-indica*, Mill) e miúda (*Napolia cochonillifera*, Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa. V.19, n.6, p.504-511, 1990.

STROBEL, H. L.; RUSSELL, J. B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 2941-2947, 1986.

TEGEGNE, F.; PETERS, K.J.; KIJORA, C. Cactus pear (*Opuntia ficus-indica*): a strategic crop in combating food and feed insecurity and desertification in Tigray, northern Ethiopia. **Proceedings of the Society of Nutrition Physiology**, v.14, p.60, 2005.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. New York: Cornell University Press, 476 p. 1982.

\_\_\_\_\_. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. New York: Cornell University Press, 476 p. 1994.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bivolor* (L)) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V31, p.273-281, 2002.

**Capítulo 2 -  
Ureia em substituição ao farelo de soja na dieta de ovinos**

## UREIA EM SUBSTITUIÇÃO AO FARELO DE SOJA NA DIETA DE OVINOS

### RESUMO

Objetivou-se avaliar a substituição da ureia pelo farelo de soja sobre os parâmetros ruminais, consumo e digestibilidade dos nutrientes em ovinos alimentados com ração à base de palma forrageira. Foram utilizados quatro (04) carneiros fistulados no rúmen. Foram realizadas coletas para determinação do consumo e digestibilidade de nutrientes, padrão de fermentação ruminal através da coleta de líquido ruminal nos horários: 0h00; 2h00; 4h00; 6h00; 8h00; 10h00; 12h00; 14h00; 16h00; 18h00; 20h00 e 22h00, para determinação do pH, N-NH<sub>3</sub> e AGCC. A substituição do farelo de soja pela ureia não influenciou os consumos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria orgânica, matéria mineral, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e fibra em detergente neutro. A substituição do farelo de soja pela ureia não influenciou os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, carboidratos totais e carboidratos não fibrosos. Para todos os parâmetros ruminais avaliados, pH, N-NH<sub>3</sub> e AGCC, não houve influência dos níveis de substituição da ureia pelo farelo de soja em nenhuma das variáveis observadas. A ureia pode substituir o farelo de soja até 2,4% na dieta de ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira sem alterar o consumo, a digestibilidade dos nutrientes e os parâmetros ruminais.

**Palavras-Chave:** Consumo. Digestibilidade. Palma Forrageira. Parâmetros Ruminais. Semiárido.

## UREIA IN SUBSTITUTION TO SOYBEAN MEAL ON SHEEP DIET

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the replacement of urea by soybean meal on ruminal parameters, intake and digestibility of nutrients from sheep fed with forage palm meal. Four (04) rumen fistulated sheep were used. Samples were collected for determination of nutrient intake and digestibility, ruminal fermentation pattern through the collection of ruminal liquid at the following times: 12AM; 2AM; 4AM; 6AM; 8AM; 10AM; 12PM; 2PM; 4PM; 6PM; 8PM and 10PM, for determination of pH, N-NH<sub>3</sub> and AGCC. The substitution of soybean meal by urea did not influence dry matter intakes, crude protein; ethereal extract; organic matter; mineral matter, total carbohydrates; non-fibrous carbohydrates, neutral detergent fiber. The replacement of soybean meal by urea did not influence the apparent digestibility coefficients of dry matter, crude protein, ethereal extract, neutral detergent fiber, total carbohydrates and non-fibrous carbohydrates. For all ruminal parameters evaluated, pH, N-NH<sub>3</sub> and AGCC, there was no influence of the levels of urea substitution by soybean meal on any of the observed variables. Urea may replace soybean meal up to 2.4% in the diet of sheep fed diets based on forage palm without altering intake, nutrient digestibility and ruminal parameters.

**Keywords:** Consumption. Digestibility. Forage Palm. Ruminal Parameters. Semiarid.

## INTRODUÇÃO

Os ingredientes proteicos comumente utilizados para formulação de rações são os mais onerosos na alimentação, o que muitas vezes inviabiliza o desenvolvimento do setor. Portanto, faz-se necessário buscar meios que possibilitem uma substituição segura e eficiente da fonte de proteína verdadeira por uma fonte de nitrogênio não proteico.

A ureia ( $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ ) é um composto orgânico sólido, de rápida solubilidade em água e higroscópico. De acordo com a classificação química, é uma amida, portanto, não é uma proteína verdadeira, e pertence ao grupo de compostos nitrogenados não proteicos. De acordo com o NRC (2001), a ureia possui 45% de N, correspondendo ao equivalente de 281% de proteína bruta, com alta capacidade de degradação no rúmen.

Basicamente, a ureia é incluída nas dietas para ruminantes, no intuito de redução dos custos, uma vez que a produção potencial de proteína microbiana a partir do NNP é muito considerável, o que possibilita ao criador a substituição das fontes proteína verdadeira, que são mais onerosas. Além disso, a ureia exerce funções benéficas relacionadas à nutrição dos ruminantes.

Os ruminantes, a exemplo dos ovinos, podem aproveitar o nitrogênio não proteico (NNP) por meio da ação dos microrganismos presentes no rúmen, que são capazes de transformar o nitrogênio proveniente de alguns compostos de NNP em proteína de alto valor nutritivo, que são as proteínas microbianas. Desta forma, o uso da ureia na dieta desses animais apresenta-se como um método de economia, permitindo poupar insumos, a exemplo do farelo de soja, normalmente utilizados na alimentação humana e de outros animais não-ruminantes.

A alta taxa de hidrólise ruminal da ureia faz com que haja a rápida liberação de amônia em função do acúmulo de  $\text{N-NH}_3$  no rúmen. A ingestão em excesso ou a falta de energia prontamente disponível para utilização do  $\text{NH}_3$  pelas bactérias ureolíticas pode levar à intoxicação, que culminará num alto gasto de ATP para excreção desse excedente, diminuindo a disponibilidade de energia para o animal (AZEVEDO et al., 2008).

Devido à grande quantidade de nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ) presente no rúmen instante após o fornecimento da ração contendo ureia, é primordial que haja esqueletos de carbono para que sejam formadas as proteínas microbianas, além da suplementação de enxofre para formação dos aminoácidos sulfurados.

O fornecimento de alimentos ricos em carboidratos solúveis de rápida disponibilização no rúmen é fundamental para o melhor aproveitamento da ureia, pois será o aporte necessário de esqueletos de carbono, maximizando a utilização do N e evitando a intoxicação ocasionada pelo excesso de N-NH<sub>3</sub> absorvido pela membrana ruminal e conseqüentemente circulante no plasma sanguíneo.

A palma forrageira é uma excelente alternativa para consórcio com a ureia, pois, além de ser uma planta amplamente cultivada em zonas semiáridas, sua adaptabilidade e constituição faz dela um dos principais alimentos para ruminantes nessas regiões. Segundo Ferreira (2009), o alto teor de CNF da palma forrageira tem despertado o interesse para sua utilização em substituição a concentrados energéticos e também sua associação com fontes de NNP, notadamente a ureia.

Diante do exposto, torna-se evidente a necessidade de aprofundar as tecnologias referentes ao uso de ureia em dietas à base de palma forrageira, uma vez que é fundamental conhecer além dos parâmetros produtivos dessas dietas, os de degradação, fisiologia e metabolismo, o que irá otimizar o aproveitamento dos nutrientes e trazer mais confiabilidade na associação da palma forrageira com a ureia.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a substituição do farelo de soja pela ureia sobre a degradação dos nutrientes, os parâmetros ruminais e fisiológicos, consumo e digestibilidade dos nutrientes de ovinos alimentados com ração à base de palma forrageira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local de Execução**

A fase de campo do experimento foi conduzida na Estação Experimental de Pequenos Ruminantes, no município de São João do Cariri-PB, pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba - CCA/UFPB. O município de São João do Cariri está localizado na microrregião do Cariri Oriental paraibano, entre as coordenadas 7° 29' 34" de Latitude Sul e 36° 41' 53" de longitude Oeste. Sua classificação climática é de sub-desértica quente com tendência tropical, apresentando temperaturas médias anuais em torno de 26° C, precipitação de 400 mm anuais, nos últimos dez anos com distribuição irregular, observando-se estação seca com duração superior a oito meses e umidade relativa do ar em torno de 68%.

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal, pertencente ao Departamento de Zootecnia do CCA/UFPB.

### **Animais e Manejo**

Os animais utilizados no experimento foram quatro (04) ovinos Santa Inês castrados, nos quais foi implantada fístula no rúmen por um médico veterinário especializado. Os animais tinham aproximadamente entre um e 1,5 anos de idade com peso médio de 50 kg. Os animais foram vermifugados, vacinados contra clostridiose, receberam identificação e ficaram confinados em baias individuais com área de 3,75 m<sup>2</sup> em chão batido, feitas em madeira, orientadas no sentido leste-oeste, com cobertura de telhas cerâmicas. Diariamente era realizada a limpeza das baias e semanalmente os animais eram pesados (Balança BL300pro).

O fornecimento dos alimentos foi realizado impreterivelmente às 8h00 e às 16h00. Para controle do consumo diário de ração e ajuste de sobras a 10%, as sobras eram coletadas e pesadas todos os dias, às 6h30min. Posteriormente ao ajuste, era pesada a fração seca diária (feno + concentrado) a ser ofertada por animal e duas vezes ao dia, instantes antes do fornecimento da ração a palma era picada em triturador (FP3001r) e

pesada em baldes de peso conhecido, para ser ofertada a ração em forma de mistura completa. A água estava sempre disponível, limpa e era de boa qualidade.

### Tratamentos e Dietas experimentais

As rações experimentais eram compostas por feno de Tifton, palma forrageira, milho moído, farelo de soja, ureia e enxofre. As dietas foram formuladas, baseando-se nas exigências nutricionais de ovinos deslanados em crescimento, de acordo com descrição do NRC (2007). Os percentuais de ureia foram crescentes a partir de 0% a 2,4% da MS, já o farelo de soja decresceu de 18,7% a 0% da MS; a quantidade de milho na ração também foi crescente devido à carência energética da ureia, já o enxofre aumentou proporcionalmente a ureia numa relação 9/1. Os valores da base alimentar, que foi a palma forrageira, não mudaram, assim como o da fonte mineral e do feno (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tratamentos e Dietas experimentais

INGREDIENTES (%)	NÍVEIS DE UREIA			
	0	0,8	1,6	2,4
Milho moído	5,300	10,670	16,040	21,360
Farelo de soja	18,700	12,450	6,200	0,000
Feno de capim Tifton	30,000	30,000	30,000	30,000
Palma Gigante	45,000	45,000	45,000	45,000
Ureia	0,000	0,800	1,600	2,400
Enxofre	0,000	0,080	0,160	0,240
Núcleo mineral	1,000	1,000	1,000	1,000
NUTRIENTES	COMPOSIÇÃO QUÍMICA (%)			
Matéria Seca	30,46	30,44	30,39	30,50
Matéria Orgânica	92,53	92,87	93,20	93,53
Cinzas	7,47	7,13	6,80	6,47
Proteína Bruta	13,52	13,30	13,06	12,85
Extrato Etéreo	1,61	1,69	1,76	1,84
Fibra em Detergente Neutro	40,63	40,70	40,76	40,83



## **Determinação da composição química das rações experimentais**

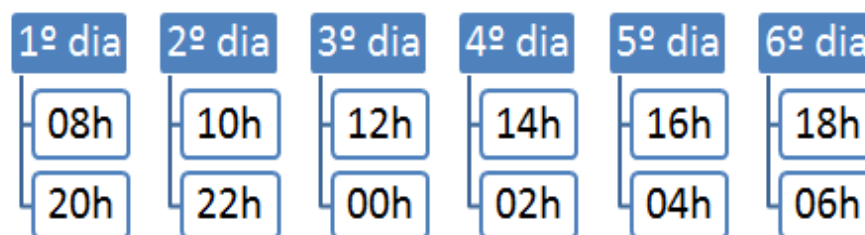
Foram coletadas amostras das dietas e das sobras, que foram pré-secas em estufa sob ventilação forçada a 55°C, até obter massa constante, identificadas e armazenadas em freezer a -20°C e moídas em moinho tipo Wiley, em peneiras com crivo de 1 mm de diâmetro, para posterior determinação da composição química. Para isso, foi elaborada uma amostra composta individual das sobras e alimentos fornecidos de todo o período experimental, por animal, para as determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com Detmann et al. (2012). Os carboidratos totais (CT) foram obtidos segundo a equação:  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ , enquanto que os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos segundo Detmann et al. (2012).

## **Coleta de Fezes**

Para estimar a digestibilidade aparente *in vivo* foram utilizadas bolsas coletoras de fezes desenvolvidas propriamente para este tipo de determinação. Os carneiros passaram quatro dias de adaptação com as sacolas e a coleta dos dados foi realizada nos primeiros cinco dias de cada período de coleta. As fezes foram coletadas sempre às 7h30min e às 15h30min, ou seja, antes do fornecimento da ração. O total de fezes obtido por animal/dia foi pesado e dele foi retirada uma fração de 20%; ao final do quinto dia foi feita uma amostra composta dos cinco dias coletados por tratamento, estas foram devidamente embaladas, identificadas e congeladas para análise de MS; PB; FDN; FDA; MM, EE.

## **Coleta de Líquido Ruminal**

As amostras de líquido ruminal foram obtidas durante os seis primeiros dias de coleta, de modo que em cada dia foram coletados duas vezes, totalizando 12 horários (08h00; 10h00; 12h00; 14h00; 16h00; 18h00; 20h00; 22h00; 24h00; 02h00; 04h00; 06h00) coletados/período/animal. A Figura 1 representa a disposição de dias e horários da realização da coleta de líquido ruminal, de modo que os tempos foram equidistantes.



**Figura 1.** Distribuição diária dos horários de coleta de líquido ruminal

O líquido ruminal foi extraído diretamente do rúmen por meio da fístula, de onde foi retirada uma fração da extrusa para representar todo o ambiente ruminal, sendo imediatamente coada com auxílio de um coador de pano para determinação do pH com auxílio do potenciômetro. O líquido ruminal foi colocado em três coletores universais identificados por cada tratamento e horário, sendo um estéreo, um com ácido metafosfórico a 20% (4ml de ácido para 20ml de líquido) e outro com ácido sulfúrico a 20% (o H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> foi adicionado até que o pH seja reduzido a ~2,5), e foram congelados até o momento do processamento.

Para realização das análises, o líquido ruminal foi descongelado gradativamente e centrifugado para que o sobrenadante fosse pipetado em *eppendorffs* de 1,5ml. Por meio da aquisição de *kits* comerciais foram realizadas as análises de N-NH<sub>3</sub> no sobrenadante puro, já naquele contendo ácido metafosfórico foram quantificados os ácidos graxos de cadeia curta no Laboratório de Nutrição da Universidade Federal de Minas Gerais, em Viçosa-MG.

### **Delineamento Experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino (4x4), utilizando quatro animais, quatro dietas e quatro períodos de colheita de dados, totalizando quatro repetições por tratamento.

Para a execução do experimento foram necessários 150 dias, aproximadamente 60 dias foram para implantação, cicatrização e adaptação dos ovinos à fistula ruminal e aproximadamente 88 dias para o experimento que foram distribuídos em quatro períodos de 22 dias, cada fase foi composta por 15 dias de adaptação e sete para as coletas de

dados. Foi realizado o teste de Tukey a 5% de significância, utilizando-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + P_k + A(i)l + QT_{ij} + \varepsilon_{ijk}, \text{ em que:}$$

$Y_{ijk}$  = observação do animal  $i$ , no período, recebendo o tratamento  $k$ ;

$\mu$  = efeito média da geral;

$Q_i$  = efeito referente ao quadrado latino  $i$ , sendo  $i = 1$

$T_j$  = efeito do tratamento  $j$ , sendo  $i = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$P_k$  = efeito do período  $k$ , sendo  $k = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$A(i)l$  = efeito do animal  $l$ , no quadrado  $i$ , sendo  $l = 1, 2, 3$  e  $4$ ;

$QT_{ij}$  = efeito da interação quadrado latino  $i$  x tratamento  $j$ ;

$\varepsilon_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação  $Y_{ijkl}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais não sofreram influência da substituição do farelo de soja pela ureia na dieta de ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira (Tabela 2).

**Tabela 2.** Consumo dos nutrientes em ovinos alimentados com ureia em substituição ao farelo de soja em dietas a base de palma forrageira

Itens	Níveis de Ureia				EPM	Y	Contraste	
	0%	0,8%	1,6%	2,4%			Linear	Quadrático
Matéria Seca								
Consumo (Kg/dia)	2,20	2,09	2,22	2,16	0,1448	2,16	0,9945	0,7719
% Peso Vivo	4,23	4,19	4,33	4,27	0,2217	4,26	0,7658	0,9598
Matéria Orgânica								
Consumo (Kg/dia)	2,03	1,94	2,06	2,02	0,1351	2,01	0,8115	0,7396
Cinzas								
Consumo (Kg/dia)	0,1625	0,1475	0,1500	0,1350	0,0103	0,15	0,0511	1,0000
Proteína Bruta								
Consumo (Kg/dia)	0,3375	0,3150	0,3250	0,3075	0,0217	0,3212	0,1607	0,8305
Fibra em Detergente Neutro								
Consumo (Kg/dia)	0,9025	0,8575	0,9125	0,8825	0,0589	0,8887	0,9726	0,8180
% Peso Vivo	1,73	1,72	1,78	1,75	0,0879	1,75	0,7527	0,8876
Carboidratos Totais								
Consumo (Kg/dia)	1,66	1,59	1,70	1,67	0,1124	1,65	0,6426	0,7381
Carboidrato Não Fibroso								
Consumo (Kg/dia)	0,7600	0,7325	0,7875	0,7875	0,0544	0,7668	0,3716	0,6810
Nutrientes Digestíveis Totais								
Consumo (Kg/dia)	1,76	1,65	1,76	1,74	0,1080	1,73	0,8308	0,5305

Tal fato pode ser explicado pela semelhança entre a composição química das dietas, pois eram isoproteicas e isoenergéticas, para atender às exigências nutricionais de um ovino em crescimento. Desta forma, podemos considerar que a substituição do farelo de soja pela ureia, até o nível de 2,4%, não alterou o consumo dos nutrientes pelos animais.

Semelhante ao que foi encontrado por Carmo et al. (2005) e Silva (2007), os autores não verificaram diferença no consumo de matéria seca quando substituíram farelo de soja por ureia em dietas para vacas e cabras em lactação, respectivamente. Adicionalmente, trabalhos avaliando a substituição do farelo de soja pela ureia em até 1,5% da matéria seca na alimentação de vacas em lactação não apresentaram efeito sobre o consumo de matéria seca (AQUINO et al., 2007; GUIDI et al., 2007).

A proteína tem papel fundamental na nutrição de ruminantes, não apenas pelo fornecimento de aminoácidos para o animal, mas também como fonte de Nitrogênio para síntese de proteína microbiana. De acordo com o National Research Council (1996), as estimativas das exigências de proteína foram subdivididas em componentes animal e microbiano. Sabe-se que é de fundamental importância a síntese de proteína microbiana e, para que esta ocorra, é necessário que haja proteína degradável no rúmen (PDR), em quantidade e qualidade, a fim de obter a máxima eficiência. Vale salientar que o farelo de soja apresenta menor fração de PDR quando comparado à ureia e o balanço de N no rúmen pode ser negativo com a utilização do farelo de soja.

No rúmen, as bactérias fermentadoras de fibras utilizam amônia como única fonte de Nitrogênio e são altamente prejudicadas quando há deficiência de N no rúmen, levando a um menor desaparecimento da fibra, diminuindo a taxa de passagem e, conseqüentemente, diminuindo o consumo de matéria seca (RUSSELL et al., 1992; TEDESCHI et al., 2000). Desta forma, pode-se afirmar que a utilização da ureia como fonte de amônia, supriu as necessidades de N dos animais, pois o consumo dos nutrientes não foi alterado pela substituição da ureia pelo farelo de soja.

Os microrganismos do rúmen necessitam de quantidade mínima de N para sua manutenção. Além disto, é necessário que haja sincronismo entre a disponibilidade de N e de energia no interior do rúmen. Apesar da ureia apresentar alta solubilidade no rúmen, o aporte de energia necessário foi garantido pela utilização da palma forrageira e do farelo de milho, proporcionando um ambiente adequado para a síntese de proteína microbiana.

A substituição do farelo de soja pela ureia não alterou os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. Ou seja, pode-se substituir o farelo de soja pela ureia, até o nível de 2,4% sem alterar o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (Tabela 3).

**Tabela 3.** Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes em ovinos alimentados com ureia em substituição ao farelo de soja em dietas à base de palma forrageira

Itens	Níveis de Ureia				EPM	Y	Contraste	
	0%	0,8%	1,6%	2,4%			Linear	Quadrático
Matéria Seca								
Digestibilidade (g/Kg)	836,27	819,10	823,87	832,32	8,99	827,89	0,8820	0,2562
Matéria Orgânica								
Digestibilidade (g/Kg)	849,95	835,40	837,57	845,37	8,54	842,07	0,7909	0,2756
Proteína Bruta								
Digestibilidade (g/Kg)	895,80	875,85	881,12	887,77	6,96	885,13	0,7403	0,3142
Fibra em Detergente Neutro								
Digestibilidade (g/Kg)	794,20	784,30	767,52	781,27	12,10	781,82	0,4043	0,4259
Carboidratos Totais								
Digestibilidade (g/Kg)	842,42	829,22	829,62	837,37	9,03	834,66	0,7386	0,3093
Carboidrato Não Fibroso								
Digestibilidade (g/Kg)	899,72	881,70	902,12	900,17	8,29	895,93	0,4665	0,2468
Nutrientes Digestíveis Totais								
(g/Kg)	802,48	792,15	800,02	812,37	8,19	801,76	0,3999	0,2674

Resultados similares foram observados por Silva et al. (1994) em ovinos, e por Carmo (2001), em vacas leiteiras. Esses autores utilizaram as mesmas fontes nitrogenadas do atual trabalho. Silva et al. (2002) não observaram diferenças também na digestibilidade

da MS e da MO, quando utilizaram farelo de soja (que possui proteína de média degradabilidade) e ureia (fonte de NNP) em novilhos.

Da mesma forma, a digestibilidade da MO não diferiu entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (1994), quando suplementaram ovinos com amireia, ureia e farelo de soja.

A digestibilidade da FDN também não foi afetada pelos tratamentos. Em alguns casos, a utilização do farelo de soja na dieta pode provocar menor digestibilidade da FDN, em virtude da falta de amônia ruminal, prejudicando as bactérias fermentadoras de fibra, que podem provocar redução na taxa de passagem e, conseqüentemente, no consumo de MS.

Alguns autores (CARMO, 2001; SILVA 1994) verificaram alterações na digestibilidade da proteína bruta em ovinos, os tratamentos que apresentavam fontes de nitrogênio não proteico tinham maior coeficiente de digestibilidade da proteína bruta. Porém, no presente trabalho, este comportamento não foi encontrado.

O fato do farelo de soja também ser utilizado na alimentação humana e de outros animais, torna este ingrediente mais oneroso à produção de ruminantes. Levando em consideração o preço atual dos ingredientes que estão sendo substituídos (Farelo de soja e Ureia), a utilização da ureia na alimentação desses animais reduz os custos com a alimentação, que correspondem até 70% dos custos de produção, sem alterar o desempenho dos animais.

Os valores de pH do líquido ruminal observados não diferiram ( $P>0,05$ ) para os diferentes níveis de substituição do farelo de soja pela ureia na dieta de ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira (Tabela 4).

**Tabela 4.** Parâmetros ruminiais (pH, N-NH<sub>3</sub> e AGCC) de ovinos alimentados com ureia em substituição ao farelo de soja em dietas à base de palma forrageira

Itens	Níveis de Ureia				EPM	Y	Contraste	
	0%	0,8%	1,6%	2,4%			Linear	Quadrático
pH	6,42	6,37	6,40	6,42	0,0266	6,41	0,8864	0,3559
N-NH <sub>3</sub> mg/dL	11,27	13,89	12,48	11,79	1,2058	12,38	0,9663	0,0657
Acetato (C2) Mmol/ml	16,16	16,89	16,22	16,56	0,2960	16,46	0,7554	0,6230
%	71,08	71,79	71,34	72,20	0,3901	71,60	0,0582	0,8021
Propionato(C3) Mmol/ml	4,91	4,88	4,80	4,78	0,1122	4,85	0,3585	0,9646
%	21,58	20,80	21,16	20,80	0,3628	21,09	0,2474	0,5739
Butirato(C4) Mmol/ml	1,67	1,74	1,70	1,61	0,0299	1,68	0,3556	0,1136
%	7,34	7,41	7,49	7,01	0,0832	7,31	0,1316	0,0567
Total Mmol/ml	22,74	23,52	22,73	22,96	0,3783	22,99	0,9540	0,5898

O pH é influenciado pelo tipo de alimentação consumida e sua estabilização é devida em grande parte à saliva, que possui alto poder tamponante (VAN SOEST, 1994). A proporção entre carboidratos fibrosos e não fibrosos nas dietas experimentais manteve-se de forma a proporcionar condições normais de saúde ruminal, uma vez que as bactérias do rúmen são adaptadas para se multiplicarem em meio com pH entre 5,5 a 7,0 (HOOVER; STOKES, 1991). De acordo com Smith et al. (1972), no rúmen a atividade máxima de organismos celulolíticos ocorreria em um pH variando de 6,0 e 6,8.

A oferta da dieta na forma de ração completa contribuiu na manutenção do pH ruminal dentro da faixa considerada ideal por Hoover e Stokes (1991) e Smith et al. (1972). De acordo com Pessoa et al. (2004), em dietas à base de palma forrageira, o fornecimento na forma completa possibilita um padrão mais constante de fermentação ruminal. Santos et al. (2010), fornecendo dieta com 73% de palma forrageira associada ao feno de tifton na forma de mistura completa para ovinos, observaram pH ruminal médio de 6,49, valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho (média: 6,42).

A concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal observada não diferiu ( $P>0,05$ ) para os diferentes níveis de substituição do farelo de soja pela ureia na dieta de ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira (Tabela 4).

Os microrganismos do rúmen degradam as fontes proteicas, produzindo o nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), que é utilizado para incorporação e crescimento. O



crescimento da flora e fauna ruminal, por sua vez, tem o papel fundamental na degradação da fibra, sendo maior à medida que ocorre maior concentração de microrganismos no rúmen.

Wanderley et al. (2012) observaram concentrações de amônia no líquido ruminal de ovinos recebendo dietas com 61% de palma forrageira muito próximas às observadas no presente estudo (média de 12,38mg/dL). Bispo et al. (2007) observaram concentração de amônia de 12,4mg/dL em dietas com 56% de palma forrageira para ovinos. Semelhante aos valores encontrados no presente trabalho (média: 12,38). De acordo com Leng (1990), são necessárias concentrações de amônia no líquido ruminal entre 10 e 20mg/100mL, visando promover adequada utilização dos nutrientes em dietas à base de forragem com reduzido teor de nitrogênio.

Quando o nitrogênio é ministrado ao animal ruminante com quantidade inadequada de energia disponível no rúmen, observa-se elevação na concentração de amônia no líquido ruminal (VAN SOEST, 1994). No presente estudo, constata-se a adequação na associação da palma forrageira à ureia, uma vez que a mistura pressupõe adequada sincronização entre o suprimento de energia e nitrogênio para os microrganismos ruminais, considerando a alta concentração de carboidratos solúveis na palma, o que facilita a incorporação do nitrogênio suplementar na proteína microbiana, principal fonte de proteína metabolizável para o animal hospedeiro (PESSOA et al., 2009).

As concentrações de AGCC total no líquido ruminal observadas não diferiram ( $P>0,05$ ) para os diferentes níveis de substituição do farelo de soja pela ureia na dieta de ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira (Tabela 4).

As concentrações de AGCC são influenciadas, dentre outros fatores, pela composição da dieta. Segundo Hall et al. (2015), além da dieta, outros fatores que afetam a concentração de AGCC são a absorção e passagem de AGCC, a quantidade de líquido ruminal para qual a massa de AGCC é diluída, pois a entrada e saída de água dilui ou concentra os solutos ruminais. A semelhança entre as dietas pode explicar o fato dos tratamentos não terem influenciados na concentração total de AGCC.

Segundo López et al. (1994), as concentrações de AGCC são uma consequência das taxas de produção e de remoção (absorção e passagem) de AGCC no rúmen e este último pode ser influenciado por fatores tais como o pH, o volume ruminal e a pressão

osmótica. Como pode-se observar na Tabela 4, os valores de pH não sofreram influência da substituição do farelo de soja pela ureia, tal fato pode explicar o fato de não ter havido diferença na concentração de AGCC, uma vez que o pH é um dos fatores que pode alterar a concentração dos AGCC no rúmen.

Devido ao alto percentual de carboidratos de rápida digestão presente na palma, tal fato poderia aumentar a atividade microbiana e a concentração de AGV, resultando conseqüentemente na queda do pH. Desta forma, pode-se afirmar que o suprimento de energia e nitrogênio para os microrganismos ruminais foi atendido, garantindo assim uma condição ruminal favorável para o desenvolvimento dos microrganismos ruminais.

É necessário N ruminal disponível para que não haja limitação na degradação ruminal de carboidratos. Portanto, em dietas com carboidratos semelhantes, espera-se alterações na concentração molar e proporção de AGV, somente se houver deficiência ruminal de N (NOCEK; TAMMINGA, 1991). Desta forma, pode-se afirmar que no presente trabalho não houve deficiência ruminal de N dentre os tratamentos.

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) na concentração molar de acetato, propionato e butirato. Ou seja, as concentrações destes AGCC não diferiram para os diferentes níveis de substituição do farelo de soja pela ureia na dieta de ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira. Apesar da ureia ser fonte de nitrogênio não proteico e o farelo de soja, por sua vez, ser fonte de proteína verdadeira de alta degradabilidade ruminal, proporcionando uma maior síntese de proteína microbiana, a substituição do farelo de soja pela ureia não influenciou na concentração destes AGCC.

## **CONCLUSÃO**

A ureia pode substituir o farelo de soja em até 2,4% na dieta de ovinos alimentados com dietas à base de palma forrageira sem alterar o consumo, a digestibilidade e os parâmetros ruminais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUINO, A.A. et al. Efeito de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.881-887, 2007.

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

BATISTA, A. M. V. et al. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. **Journal Science and Food Agriculture**, v.83, n.3, p.440-445, 2003.

BATISTA, A.M.V. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in northeas Brazil. **Rangeland Ecology and Management**. v.62, p.297-301, 2009.

BEN-GHEDALIA, D. et al. The effect of starch-and pectin-rich diets on quantitative aspects of digestion in sheep. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 3-4, p. 289-298, 1989.

BEZERRA, S.B.L. et al. Componentes não integrantes da carcaça de cabritos alimentados em pastejo na Caatinga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n.7, p.751-757, 2010.

BISPO, S.V et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.

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

CARMO, C.A. et al. Substituição do farelo de soja por ureia ou amireia para vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.27, p.277- 286, 2005.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. Métodos para análise de alimentos. Visconde do Rio Branco: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 214p.

FERREIRA, M. A. et al. Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras. Recife: EDUFRPE–2011. 40 p.:il.

FERREIRA, M. A. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 38, pp. 322-329. 2009.

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F.M. Produção e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. **Anais**. I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, Fortaleza, CE, 2008.

GERMANO, R.H. et al. Avaliação da composição química e mineral de seis cactáceas do semi-árido paraibano. **In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA**, 28, 1991. João Pessoa, PB. Anais... João Pessoa: SBZ, 1991. p.3.

GUIDI, M.T. et al. Efeito de fontes e teores de proteína sobre digestibilidade de nutrientes e desempenho de vacas em lactação. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, p.325-331, 2007.

HALL, M.B. et al. Total volatile fatty acid concentrations are unreliable estimators of treatment effects on ruminal fermentation in vivo. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 98, p. 1-12, 2015.

HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3630-344, 1991.

KYUMA, T.; KONDO, T.; OHSHITA, T. Urea treatment of roughage for improvement the feeding value. **Grassland Science** 42, 150–154, 1996.

LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.

LÓPEZ, S.; HOVELL, F. D.; MACLEOD, N.A. Osmotic pressure, water kinetics and volatile fatty acid absorption in the rumen of sheep sustained by intragastric infusions. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 71, p. 153-168, 1994.

MELO, A.A.D. et al. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.32, n.3, p.727-736, 2003.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

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

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington, D.C.: **National Academy Press**, 2001. 381p.

NRC, Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids, 1st ed. **National Academy Press**, Washington, DC. 2007.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

PESSOA, R.A.S. et al. Desempenho de vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares. **Archivos de zootecnia**, v.53, n.203, p.309-320, 2004.

PESSOA, R.A.S. et al. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-deaçúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

RUSSELL, J. B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992.

SANTOS, A.O.A. et al. Effects of bermudagrass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. **Tropical Animal Health and Production**, v.42, n.4, p.487-494, 2010.

SANTOS, M. V. F. dos, et al. Estudo Comparativo das cultivares de palma forrageira gigante redonda (*Opuntiaficus-indica*, Mill) e miúda (*Napolia cochonillifera*, Salm Dyck)

na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa. V.19, n.6, p.504-511, 1990.

SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Version 9.1, Ed. Cary: SAS Institute USA, 2003.

SILVA, J.F.C. et al. Valor nutritivo da palha de arroz suplementada com amiréia, fubá+ureia e farelo de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1475-1488, 1994.

SILVA, L.D.F. et al. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de N em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1258-1268, 2002.

SILVA, M.G.C.M. **Influência de fontes de nitrogênio na dieta de cabras Saanen, sobre o desempenho, concentrações de glicose e ureia no sangue e composição do leite**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007, 104f.

SMITH, L.W.; GOERING, M.K.; GORDON, C.H. Relationship of forage compositions with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. **Journal of Dairy Science**, v.55, n.8, p.1140-1148, 1972.

STROBEL, H. L.; RUSSELL, J. B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 2941-2947, 1986.

TEDESCHI, L.O.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. Accounting for the effects of a ruminal nitrogen deficiency within the structure of the Cornell net carbohydrate and protein system. **Journal of Animal Science**, v.78, p.1648-1658, 2000.

TEGEGNE, F., PETERS, K.J., KIJORA, C. Cactus pear (*Opuntia ficus-indica*): a strategic crop in combating food and feed insecurity and desertification in Tigray, northern Ethiopia. **Proceedings of the Society of Nutrition Physiology**, v.14, p.60, 2005.

VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. New York: Cornell University Press, 476 p. 1982.

\_\_\_\_\_. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. New York: Cornell University Press, 476 p. 1994.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bivolor* (L)) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V31, p.273-281, 2002.

WANDERLEY, W.L. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.13, n.2, p.444-456, 2012.