

WENDER FERREIRA DE SOUZA

**SILAGEM DE SOJA ASSOCIADA A DIFERENTES NÍVEIS DE SILAGEM DE
MILHO EM DIETAS PARA BOVINOS DE CORTE**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2008

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S729s
2008

Souza, Wender Ferreira de, 1982-
Silagem de soja associada a diferentes níveis de silagem
de milho em dietas para bovinos de corte / Wender Ferreira
de Souza. – Viçosa, MG, 2008.
xv, 39f.: il. ; 29cm.

Orientador: Odilon Gomes Pereira.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 34-39.

1. Bovino de corte - Alimentação e rações. 2. Bovino
de corte - Nutrição. 3. Bovino de corte - Consumo.
4. Bovino de corte - Registros de desempenho. 5. Bovino
de corte - Digestibilidade. 6. Soja - Silagem. 7. Milho -
Silagem. 8. Silagem. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

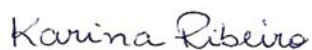
CDD 22.ed. 636.30852

WENDER FERREIRA DE SOUZA

**SILAGEM DE SOJA ASSOCIADA A DIFERENTES NÍVEIS DE SILAGEM DE
MILHO EM DIETAS PARA BOVINOS DE CORTE**

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

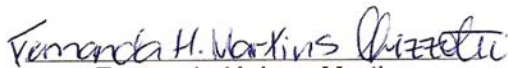
APROVADA: 30 de julho de 2008.



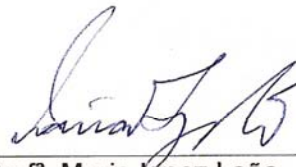
Prof.^a Karina Guimarães Ribeiro
(Co-orientador)



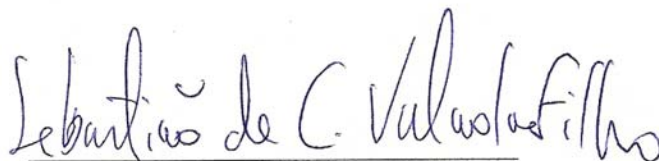
Prof. Rasmo Garcia



Fernanda Helena Martins
Chizzotti



Prof.^a Maria Ignez Leão



Prof. Sebastião de Campos V. Filho
(Presidente da Banca)

A Deus, por sempre iluminar e guiar os meus caminhos.

Aos meus pais, Sebastião José de Souza e Irene Ferreira de Souza, principais responsáveis por todas as minhas conquistas, pelo amor e pela paciência, pela forma exemplar como me educaram e pelo apoio incondicional em todos os momentos de minha vida.

Aos meus irmãos, Wesley e Wanessa, pela torcida ao meu sucesso e pela amizade.

A Anna Paula, por todo apoio, companheirismo, força, compreensão e principalmente pelo amor dedicado em todos os momentos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor Odilon Gomes Pereira, a quem agradeço em especial pela orientação, pelos ensinamentos, pelo incentivo, pelas sugestões e principalmente pela amizade.

Ao Professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pelo profissionalismo, pela competência e pelas correções que me ajudaram a elevar o nível deste trabalho.

À Professora Karina Guimarães Ribeiro, pela participação na banca examinadora, pelos oportunos esclarecimentos, pelas sugestões e pela amizade. Serei sempre grato pelo incentivo.

Ao Professor Rasmão Garcia e a Fernanda Helena Martins Chizzotti, pelas sugestões e correções, que aprimoraram este trabalho.

À Professora Maria Ignez Leão, pela disposição nas intervenções cirúrgicas que possibilitaram a realização deste trabalho, pelo seu profissionalismo, pela participação na banca examinadora, pelo seu carinho, pela amizade e pelo exemplo.

Aos meus irmãos, Wesley e Wanessa, pelo carinho e pela torcida pelo meu sucesso.

À minha madrinha Iraci, pela bondade, pelo carinho, amor e pela torcida.

Ao Tio Vilson e à Tia Alba, incentivadores na arte de amar e lidar com animais. Serei eternamente grato pelo exemplo de vida e por todos os ensinamentos.

Aos meus amigos Lucrécio e Isabel, pela demonstração de admiração, carinho e grande alegria em todas as minhas conquistas.

À Anna Paula, pelo apoio, pelo companheirismo e pelo amor.

As amigas Andréia e Claudilene pelo companheirismo, pela cooperação e pelos momentos de descontração.

A todos os funcionários da CEPET, pela cooperação e pelo profissionalismo, especialmente Zé Maria, Tião, Bica, Marinaldo, Josmar, Jacaré, Maurício, Paulão e Vanderlei, pelo apoio e pela amizade.

Ao amigo José Augusto, pelo companheirismo, pela total colaboração na parte estatística deste trabalho e pelo incentivo de lutar por essa conquista.

Ao amigo Rogério, pelo companheirismo, pelos momentos de descontração e principalmente pela inigualável prontidão em esclarecer e ajudar realização deste trabalho.

A Dalton e André Soares, pela colaboração no desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV, Fernando, Valdir, Raimundo, Vera e Monteiro, pelo auxílio e agradável convívio.

Aos funcionários administrativos do DZO/UFV, em especial Celeste e Márcia, pela disposição e simpatia.

A Amália, Grazi, Fernanda e Guilherme, pela convivência e pela ajuda durante as análises laboratoriais;

Aos amigos Guilherme, Cássio, Guilherme Pugliese, Vitor, Aline, Marilu, Jardel, Franscine, Pedro, Bruno, João Paulo e Davi pela convivência construtiva e por vários momentos de descontração;

A todos que direta ou indiretamente participaram da realização e para o sucesso deste trabalho.

BIOGRAFIA

WENDER FERREIRA DE SOUZA, filho de Sebastião José de Souza e Irene Ferreira de Souza, nasceu em Anápolis, Goiás, em 30 de setembro de 1982.

Em dezembro de 2005, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Católica de Goiás, em Goiânia, Goiás.

Em outubro de 2006, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Forragicultura e Pastagens, submetendo-se à defesa de tese em 30 de julho de 2008.

SUMÁRIO

RESUMO	x
ABSTRACT	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
2.1. Experimento 1: Consumo, digestibilidade aparente total dos nutrientes e parâmetros ruminais em bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de silagens de soja e de milho	9
2.1.1. Local e condições climáticas.....	9
2.1.2. Plantio, colheita e ensilagem da soja e milho.....	9
2.1.3. Dietas experimentais.....	10
2.1.4. Manejo, mensurações e coletas das amostras	12
2.2. Experimento 2: Consumo e desempenho produtivo de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes proporções de silagens de soja e milho	14
2.2.1. Manejo, mensurações e coletas de amostras	14
2.3. Análises laboratoriais	15
2.4. Análises estatísticas.....	16
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
3.1. Experimento 1	17
3.1.1. Silagens	17
3.1.2. Consumo de nutrientes	18
3.1.3. Digestibilidade aparente total	20
3.1.4. pH e concentração de amônia ruminal.....	22
3.2. Experimento 2	24
3.2.1. Consumo de nutrientes	24
3.2.2. Digestibilidade aparente total	27
3.2.3. Ganho de peso, rendimento e ganho de carcaça e conversão alimentar.....	29
3.3. Avaliação bioeconômica.....	30
4. CONCLUSÕES.....	33
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	34

TABELAS

Tabela 1. Proporções dos volumosos e ingredientes utilizados nos Concentrados, expressos na base da matéria natural (%).	10
Tabela 2. Composição químico-bromatológica da silagem de soja (SS), silagem de milho (SM) e dos concentrados para as diferentes proporções das silagens de soja e milho, utilizados nas dietas experimentais.....	11
Tabela 3. Composição químico-bromatológica das dietas experimentais.....	12
Tabela 4. Médias dos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) nas dietas e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%).	18
Tabela 5. Médias das digestibilidades aparentes total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT), respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) nas dietas e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%).	21
Tabela 6. Médias dos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) nas dietas e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%).	25
Tabela 7. Médias das digestibilidades aparentes total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT), respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) nas dietas e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%).	27
Tabela 8. Médias obtidas para ganhos médios diários (GMD), ganho de carcaça (GC), rendimento de carcaça (RC) e conversão alimentar (CA) dos	

animais, respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) nas dietas e os coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%).	29
Tabela 9. Composição química e rendimento forrageiro de forrageiras selecionadas	30
Tabela 10. Custos de produção por área, por unidade de matéria natural (MN) ou seca (MS) e por nutrientes produzidos das forrageiras selecionadas	31
Tabela 11. Ingredientes da dieta e custos com alimentação de bovinos terminados em confinamento recebendo dietas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de soja (base da MS).	31

FIGURAS

Figura 1. Representação gráfica do efeito linear-platô em função dos níveis de silagem de soja nas dietas sobre o consumo de PB e EE ($P<0,05$).	19
Figura 2. Estimativa do pH ruminal, em função dos tempos de coleta (T), para cada nível de silagem de soja (SS) no volumoso ($P<0,05$).	22
Figura 3. Estimativa das concentrações de amônia do fluido ruminal, em função dos tempos (T) de coleta, para cada nível de silagem de soja (SS) no volumoso ($P<0,05$).	23
Figura 4. Representação gráfica do efeito linear-platô em função dos níveis de silagem de soja nas dietas sobre o consumo de EE ($P<0,05$).	25
Figura 5. Representação gráfica do efeito linear-platô em função dos níveis de Silagem de Soja nas dietas sobre a digestibilidade aparente total da MS e PB ($P<0,05$).	28

RESUMO

SOUZA, Wender Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho, 2008.
Silagem de soja associada a diferentes níveis de silagem de milho em dietas para bovinos de corte. Orientador. Odilon Gomes Pereira. Co-orientadores: Sebastião de Campos Valadares Filho e Karina Guimarães Ribeiro.

O presente estudo envolveu dois experimentos e foi realizado objetivando-se avaliar o consumo e a digestibilidade total dos nutrientes, o pH e a concentração de amônia ruminal (experimento1), bem como o desempenho produtivo de bovinos de corte (experimento 2) alimentados com dietas contendo 0; 25; 50; 75; 100% de silagens de soja (SS). A relação volumoso:concentrado foi de 60:40, com base na matéria seca. No primeiro experimento, foram utilizados cinco animais mestiços Holandês × Zebu, fistulados no rúmen e no abomaso, com peso inicial médio de 390 kg, distribuídos em um quadrado latino 5 × 5. Usou-se o óxido crômico para estimar a excreção fecal. Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), expressos em kg.dia^{-1} , apresentaram comportamento linear decrescente, enquanto os consumos de EE e PB ajustaram-se ao modelo linear com resposta platô (LRP), estimando-se valores máximos para os níveis de 84 e 57% de silagem de soja no volumoso, respectivamente. Não foi detectado efeito ($P>0,05$) das dietas sobre as digestibilidades aparentes totais de MS, MO, PB, FDN, CNF, CHOT, cujas médias foram de 66,96; 69,49; 63,49; 57,60; 82,34; 71,10%, respectivamente. Por sua vez, a digestibilidade aparente do EE aumentou linearmente com os níveis de silagem de soja. O tempo de coleta teve efeito quadrático sobre a concentração de amônia e o pH ruminal, que apresentaram valores máximo e mínimo de 17,42 mg/dL e 6,23 mg/dL às 2,54 e 4,27 horas após a alimentação, respectivamente. No experimento 2, foram utilizados 35 animais anerolados, castrados, com peso inicial de 370 kg,

distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com cinco tratamentos e sete repetições. O experimento teve duração de 99 dias, divididos em três períodos de 28 dias, após 15 dias de adaptação. Cinco animais-referência foram abatidos após o período de adaptação, para estimativa do ganho de carcaça. A estimativa da excreção fecal foi feita utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador, após incubação *in situ* por 240 horas. Os consumos de CNF e carboidratos totais (CHOT) decresceram linearmente ($P < 0,05$) com os níveis de silagem de soja nas dietas, enquanto o consumo de EE ajustou-se ao modelo LRP, com valor máximo para o nível de 89,55% de silagem de soja no volumoso. Os menores consumos de CNF e CHOT ($P < 0,05$) foram observados nos animais mantidos com as dietas com maiores proporções de silagem de soja. Os consumos dos demais nutrientes, em kg/dia, não foram influenciados pelas dietas. O ganho de peso, ganho de carcaça, rendimento de carcaça e a conversão alimentar também não foram influenciados pelas dietas e apresentaram médias de 1,12 kg.dia⁻¹, 0,67 kg.dia⁻¹, 53,00% e 8,05, respectivamente. A silagem de soja pode ser utilizada como fonte única de volumoso em dietas para bovinos anelados, uma vez que não compromete o desempenho produtivo e o padrão de fermentação ruminal desses animais. No entanto, proporciona melhores resultados se utilizada em associação à silagem de milho.

ABSTRACT

SOUZA, Wender Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2008.
Silage soybean associated with different levels of corn silage in diets for beef cattle. Adviser. Odilon Gomes Pereira. Co-advisers: Sebastião de Campos Valadares Filho e Karina Guimarães Ribeiro.

The present study involved two experiments that aimed to evaluate nutrient intake and total digestibility, pH and ruminal ammonia concentration (first experiment) as well as the productive performance of beef cattle (second experiment) that were fed with diets containing soybean (SS) 0; 25; 50; 75; 100%. The rate forage:concentrate was 60:40, based on the dry matter. In the first experiment, five HxZ crossbred animals fistulated in the rumen and abomasum that had an initial weight of about 390kg were used. The animals were distributed in a 5x5 Latin square. Chromic oxide was used to estimate the fecal excretion. The intakes of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), nonfiber carbohydrates (NFC), total carbohydrates (TC) and total digestible nutrients (TDN), expressed as kg.dia⁻¹, showed a decreasing linear behavior while the intakes of EE and CP adjusted to the linear response plateau (LRP) model, thus estimating maximum values for the rates of 84 and 57% of corn silage in the forage, respectively. Diet effects were not detected ($P>0.05$) on the total apparent digestibility of DM, OG, CP, NDF and TC they revealed and average of 66.96; 69.49; 63.49; 57.60; 82.34 and 71.10%, respectively. On the other hand, EE aparent digestibility increased linearly following the corn silage rates. Quadratic effect of time collection for the ammonia concentration and the ruminal pH was observed where the maximum and minimal values 17.42 mg/dL and 6.23 mg/dL at 2,54 and 4,27 hours were respectively estimated after feeding. In the second experiment, 35 anerolados and emasculated animals initially weighing 370 kg were used. The animals were distributed into a randomized block design with five treatments and seven repetitions. The experiment, which lasted 99 days long, was divided into a 15-day adaptation period and three 28-day periods. Five animals that were used as references were killed after the adaptation period in order to estimate the carcass gain. For estimating fecal excretion,

ingestible neutral detergent fiber (iNDF) was used as an indicator, after the 240 hours “*in situ*” incubation. The intakes of NFC and CHO decreased linearly ($P<0.05$) according to the soybean silage rates in the diets, while the EE intake adjusted to a LRP model, with maximum value at the 89.55% rate of soybean silage in the forage. Lower intakes ($P<0.05$) of NCF and TC were observed for the diets that had higher rates of soybean silage than corn silage. Intakes for the other nutrients, expressed as kg/day, were not influenced by the diets. Weight and carcass gain, carcass yield and food conversion were not influenced by the diets either, they showed average values of 1.12 kg.day⁻¹, 0.67 kg.day⁻¹, 53.00% and 8.05, respectively. Soybean silage may be used as the single forage source in diets for anerolados cattle since it does not compromise the cattle productive performance or the ruminal fermentation patterns. However, its use may become an interesting alternative when associated to corn silage.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é, provavelmente, o único país produtor de carne bovina que possui evidente potencial para crescimento do rebanho e condições favoráveis para aumentar de forma expressiva a quantidade de animais abatidos, reduzindo a idade de abate. Embora o Brasil possua o maior rebanho bovino comercial do mundo e tenha se tornado o maior exportador mundial de carne bovina, sua taxa de abate é de aproximadamente 22,9% (Anualpec, 2008), o que evidencia índices de produção muito aquém de suas potencialidades produtivas.

Ao longo dos anos, tem-se procurado disponibilizar conhecimentos, informações e tecnologias que viabilizem a bovinocultura de precisão, que conciliem produção/produtividade com a conservação ambiental, garantam a segurança alimentar e nutricional para o consumidor e assegurem rentabilidade, qualidade de vida e ascensão social ao produtor, focada na excelência gerencial e organizacional. Assim, está implícita a produção coerente de carne bovina, baseada em tecnologias que protejam o consumidor das crises de abastecimento e das variações acentuadas de preços e que permita aos criadores atender às leis da competitividade impostas pelos mercados globalizados.

Nesse contexto, a bovinocultura de corte que, outrora, evoluiu com base na expansão de fronteira agropecuária e aumento do rebanho, apresenta iniciativas de otimização da capacidade produtiva dos sistemas (produto) e, ou, da unidade de produção, calcada em arranjos produtivos compatíveis com a realidade local/regional.

O desempenho animal pode ser afetado pela alimentação, incluindo a quantidade e qualidade do alimento fornecido, e pelo clima, que atua sobre a produção forrageira. O principal ponto a considerar são as características produtivas e nutricionais das gramíneas forrageiras, em razão da estacionalidade de produção de volumosos, independentemente do sistema de produção. Dessa forma, para intensificação da produção bovina de corte, é necessária a utilização estratégica de produção de forragem conservadas, principalmente na forma de silagem, em complementação ao manejo de pastagens e em combinação ao uso racional de grãos.

Na pecuária de corte, uma das alternativas, ou estratégias alimentares, adotadas por muitos produtores para diminuir a idade ao abate, é a utilização de confinamentos, uma vez que o pasto, durante a época seca do ano, não fornece nutrientes em qualidade e quantidade suficientes. Essa prática, além de suprir a deficiência de forragem, também possibilita aos animais em terminação obter maiores ganhos de peso, em menor tempo, e melhor qualidade de carcaça, aumentando a produção por área. Entretanto, é preciso programar a atividade de conservação, considerando a forrageira a ser conservada e o processo mais adequado às necessidades do rebanho. Essa prática pode ser realizada pela utilização do excesso de produção de forragem nos períodos climáticos favoráveis ou do plantio de forrageiras anuais com a finalidade específica para produção de silagem, evitando-se a perda de peso dos animais no período de escassez de forragem nos pastos.

Entretanto, para que o confinamento seja uma atividade lucrativa, é importante realizar uma avaliação econômica criteriosa de todos os custos envolvidos, principalmente com alimentação, um dos principais componentes do custo e que ocupa o segundo lugar nos custos totais de produção de um confinamento – é mais baixo apenas que a aquisição do boi magro (Beduschi, 2002).

Nos confinamentos, o volumoso é a principal fonte de nutrientes para os animais, em decorrência do alto preço dos concentrados, e, na maioria dos casos, é proveniente de forrageiras conservadas, principalmente na forma de silagem. Recentemente, a utilização de silagens de leguminosas tem-se mostrado uma alternativa interessante na produção de volumosos em alguns

sistemas de produção, principalmente naqueles em que a demanda protéica da dieta é elevada.

As leguminosas forrageiras são importantes para alimentação de animais e caracterizam-se por elevado valor protéico e fixação de nitrogênio. Em princípio, qualquer espécie forrageira, anual ou perene, pode ser ensilada. Segundo McDonald et al. (1991), o primeiro objetivo no processo de ensilagem é preservar a cultura pela fermentação natural em condições anaeróbias. O segundo é inibir a atividade de microrganismos indesejáveis, como os clostrídeos e as enterobactérias, por sua capacidade de deteriorar a matéria orgânica (MO) e originar perdas energéticas. Os clostrídeos estão geralmente presentes nas folhas colhidas, na forma de esporos, mas iniciam sua multiplicação tão logo as condições no silo se tornam anaeróbias. O crescimento desses microrganismos é indesejável, pois produzem o ácido butírico e degradam os aminoácidos que depreciam o valor nutritivo da silagem (Pitt, 1990).

A preservação dos nutrientes pode ser obtida pela manutenção de um ambiente anaeróbio no silo, por meio de adequado manejo durante a silagem, de modo a favorecer o crescimento de bactérias acidoláticas e, concomitantemente, a produção de ácido láctico e rápida acidificação da massa ensilada. Essas condições limitam o crescimento de microorganismos deterioradores da silagem, como as bactérias do gênero *Clostridium* e as enterobactérias, favorecendo a manutenção da qualidade nutricional da silagem e sua qualidade higiênica (Pereira & Santos, 2006).

O desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* produz fermentações secundárias indesejáveis e formação de ácido butírico, que caracteriza silagens de baixa qualidade. Quando há formação de ácido butírico, ocorre, concomitantemente, degradação de proteína e ácido láctico (McDonald, 1981).

Silagens de gramíneas têm baixos teores de proteína e não suprem as exigências totais dos animais, que podem ser atendidas com suplementos provenientes de resíduos industriais e alimentos concentrados, o que pode tornar onerosa a atividade pecuária. Nesse contexto, a silagem de soja é uma boa alternativa para utilização como volumoso, pois eleva o teor de proteína da dieta dos animais, principalmente em períodos de baixa disponibilidade de

forragem, intensificando os sistemas de produção por meio de elevados rendimentos e valor nutritivo, aumentando a produção de nutrientes por unidade de área.

O uso de silagem como volumoso na época seca é uma prática bastante conhecida dos criadores de gado leiteiro e na engorda de bovinos de corte em confinamento. Entre as forrageiras mais ensiladas, destaca-se o milho (*Zea mays*), por oferecer teores mais elevados de carboidratos solúveis essenciais para acelerar a fermentação láctica, os altos rendimentos de matéria seca por hectare e a adaptação às condições tropicais.

Pimentel et al. (1998) relataram que, para produção de silagem, é necessário que a espécie forrageira tenha elevada produção de massa por unidade de área e que seja um alimento de alta qualidade para os animais. McDonald (1991) considera a planta de milho adequada para a ensilagem, uma vez que produz quantidade relativamente alta de matéria seca e pequena capacidade tampão e contém níveis adequados de carboidratos solúveis, de fermentação satisfatória para a população de bactérias produtoras de lactato.

Apesar das vantagens apresentadas da silagem de milho, existem algumas limitações no balanceamento das dietas de ruminantes com este alimento, como baixos teores de proteína bruta (PB) (Motta et al., 1980; Evangelista et al., 1984), que resultam em baixo consumo de MS (Pizarro & Nogueira, 1978) e diminuição da digestibilidade de MS e PB (Gonçalves et al., 1979).

O consumo voluntário de alimento é regulado por vários fatores relacionados ao animal (peso vivo, nível de produção, estado fisiológico e outros), ao alimento (fibra, densidade energética, volume e outros) e às condições de alimentação (disponibilidade de alimento, frequência de alimentação, tempo de acesso ao alimento, entre outros), além da interação desses fatores (Mertens, 1992). Além disso, fatores ambientais aos quais o animal está exposto também podem afetar o consumo (NRC, 1996).

O consumo de matéria seca é o fator mais importante na determinação do desempenho animal, pois determina a ingestão de nutrientes, principalmente energia e proteína, necessários ao atendimento de exigências de manutenção e produção animal (Noller et al., 1996).

A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, da espécie utilizada, do estágio de maturação no

momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que reflete diretamente na composição bromatológica e no desempenho animal (Vilela, 1985; Rodrigues et al., 1996).

No Brasil, os primeiros estudos sobre a utilização da planta de soja na alimentação animal foram registrados na década de 80, no Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Viçosa, por Obeid et al. (1985), Oliveira (1989) e Evangelista et al. (1991), entre outros. A partir de então, poucas pesquisas foram realizadas para avaliação da soja como forragem. Recentemente, o interesse pela adoção de silagem de soja em sistemas de alimentação animal passou a ser objeto de pesquisa em vários países, como Estados Unidos (Johnson, 1996; Griffin, 2000; Blount et al., 2003; Seiter et al., 2004), Canadá (Johnston & Bowman, 2000; Bello-Pérez et al., 2008), Reino Unido (Koivisto et al., 2003), Costa Rica (Tobia & Villalobos, 2004), Vietnã (Chinh et al., 1993), Argentina (Castro & Andreo, 2008) e Brasil (Keplin, 2004; Melo Filho et al., 2005; Pereira et al., 2007a,b; Rigueira, 2007). No entanto, as informações disponíveis sobre produção e uso da silagem de soja na alimentação de bovinos ainda são escassas.

O consórcio milho × soja apresenta algumas limitações, como a competição por luz entre as espécies, a dificuldade dessas espécies apresentarem simultaneamente estágio de crescimento adequado ao corte, além da limitação de adubações e controle de ervas daninhas, uma vez que essas espécies apresentam diferenças anatômico-fisiológicas e no tipo e na quantidade de fertilizantes necessários para sua adequada nutrição.

Dessa forma, o exclusivo plantio da soja pode ser uma opção, pois possibilita elevada produção de matéria seca por área, além de maior facilidade nos tratos culturais e na colheita. Redfearn et al. (1999) avaliaram o rendimento e a qualidade de soja “tipo-forragem” consorciada com sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e da soja em monocultivo. A soja em consórcio apresentou menor desenvolvimento morfológico e 2,3 t.ha⁻¹ de MS a menos que a soja em monocultivo.

Um fato que deve ser considerado é o teor de extrato etéreo (EE) da soja, normalmente próximo de 10% (Muñoz et al., 1983), o que pode ser considerado um fator positivo, pela maior densidade energética dos lipídios em relação aos carboidratos e pela melhor eficiência de utilização da energia, seja

pela economia de energia na síntese de ácidos graxos seja pela menor produção de calor.

Considerando essas vantagens, a adição de fontes naturais de gordura tem sido limitada a 5 - 6% da matéria seca da dieta para obtenção das melhores respostas em produção de leite (Palmquist & Conrad, 1978). Além disso, os lipídeos podem interferir na fermentação ruminal, reduzindo a digestibilidade dos demais nutrientes que compõem a dieta, especialmente fibra (FDN). Em geral, os efeitos negativos dependem da quantidade e da fonte lipídica empregada, uma vez que as gorduras insaturadas e os ácidos graxos de cadeia curta apresentam mais efeitos que as saturadas, enquanto os sais cálcicos de ácidos graxos (gordura protegida) têm efeitos mínimos sobre a fermentação ruminal (Palmquist, 1991).

O mecanismo pelo qual as gorduras influenciam na fermentação microbiana ainda não é totalmente conhecido (Jenkins, 1994) e provavelmente decorre de um efeito tóxico de ácidos graxos de cadeia longa sobre as bactérias ruminais (Henderson, 1973), principalmente sobre as metanogênicas e celulolíticas, a determinados níveis de gordura disponíveis no rúmen (acima de 6% da MS de gorduras não-protegidas na dieta) (Palmquist, 1991), pela possibilidade de causar uma proteção física sobre as partículas dos alimentos, interferindo, dessa forma, na aderência dos microrganismos, com conseqüente diminuição na digestão microbiana da fibra (Devendra & Lewis, 1974). Por outro lado, o excesso de gordura na dieta também pode reduzir a ingestão de matéria seca e a taxa de passagem (NRC, 2001).

Para evitar impactos negativos do alto teor de óleo vegetal na ração, a proporção de soja como forragem não devem exceder 50% da matéria seca total da ração (Wiederholt & Albrecht, 2002). Varner (1999) recomenda que não se exceda 30 a 40% da matéria seca da ração de vacas leiteiras na forma de silagem de soja para que a mistura de silagem de milho e soja garanta bom consumo e desempenho animal. Além disso, esse alto teor de extrato etéreo pode inibir as bactérias na massa ensilada afetando o processo de fermentação e resultando em silagem com pH elevado. Pode ainda ocasionar crescimento de mofo e outros organismos deletérios (Griffin, 2000).

Evangelista et al. (1991) concluíram que a associação de 70% de soja consorciada com milho proporciona maiores consumos de matéria seca e de

proteína bruta em ovinos e que o rendimento forrageiro não é alterado pela presença da soja nos arranjos culturais.

Eichelberger et al. (1997) testaram a associação milho-soja nas proporções de 0, 10, 20, 30, 40 e 50% de forragem de soja e concluíram que a inclusão de até 50% de silagem de soja é uma alternativa viável para melhoria da qualidade da silagem de milho, sobretudo os teores de PB, cálcio e fósforo.

Segundo McDonald et al. (1991), os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) são geralmente elevados nas silagens mal conservadas. O nitrogênio amoniacal, expresso em % N-total, indica a quantidade de proteína degradada durante a fase de fermentação ou, ainda, a ocorrência de um aquecimento excessivo da massa no silo, ocasionada por reações de Maillard. Conforme descrito por Silveira (1975), as silagens com valores de N-NH₃ até 8% do N-total são consideradas de ótima qualidade. Vale destacar que o valor de N-NH₃ estabelecido por Mahana & Chase (2003) como limite para silagens de leguminosas é de 15% do N- total.

As leguminosas, apesar do elevado valor nutritivo, são plantas com características indesejáveis para o adequado processo de fermentação no material ensilado, por exemplo, as silagens dessas plantas estabilizam em pH mais altos. Melo Filho (2006) avaliou os efeitos diretos e indiretos dos componentes químicos, MS, carboidratos solúveis em água, PB e N-NH₃ inerentes à silagem de soja sobre o pH desta silagem e observou que fato que mais influenciou na variação do pH foi a concentração de N-NH₃, que apresentou correlação positiva e significativa (0,73). Desta forma, silagens com valores elevados de N-NH₃, de forma geral, apresentam pH elevado, indicando fermentação de baixa qualidade de material ensilado.

Rigueira (2007) observou o desempenho produtivo de 32 animais Holandês × Zebu, não-castrados, mantidos com dietas à base de silagem de soja (SS) com inoculante e, ou, melaço. O inoculante utilizado por esse autor foi o Sil All C4 (Alttech, Brasil) e o melaço foi em pó, na proporção de 2,5% na matéria natural. A relação volumoso concentrado foi de 70:30, com base na matéria seca (40% na silagem de soja e 30% na silagem de milho). As dietas foram isonitrogenadas com 13% de proteína bruta. Conforme relatos desse autor, o menor (P<0,05) consumo de nutrientes foi obtido com a dieta contendo silagem de soja sem aditivo (controle) em relação àquela com inoculante e

melaço. Na silagem com inoculante e melaço, foram registradas maiores ($P<0,05$) digestibilidades aparentes de MS, MO, PB, FDN, FDA e CT. A digestibilidade do extrato etéreo não foi afetada ($P>0,05$) pelas dietas, provavelmente em virtude da melhor fermentação da silagem de soja tratada com inoculante e melaço em relação às demais, o que resultou em maior aceitabilidade, enquanto a silagem controle apresentou forte odor de ácido acético e amônia, características de fermentações indesejáveis, além de maiores valores de pH e $N-NH_3 / N$ total.

No entanto, apesar de Rigueira (2007) ter observado diferença ($P<0,05$) no consumo de nutrientes, a conversão alimentar, o ganho de peso e o ganho de carcaça não foram influenciados pelas dietas, registrando-se valores médios de 5,90; 1,49 e 0,91 kg.dia⁻¹, respectivamente. É importante destacar, que a adição de melaço em pó na presença ou ausência de inoculante bacteriano à soja, por ocasião da ensilagem, não afeta o padrão de fermentação ruminal nem o desempenho de bovinos de corte, embora favoreça o consumo de nutrientes.

Objetivou-se, com este estudo, avaliar o consumo, as digestibilidades aparentes totais da matéria seca e dos nutrientes, as variações em pH e a concentração de amônia ruminal (experimento 1), o ganho médio diário, a conversão alimentar, o ganho de carcaça e rendimento de carcaça, em bovinos de corte confinados (experimento 2), alimentados com dietas contendo diferentes níveis de silagem de soja associada à silagem de milho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Experimento1: Consumo, digestibilidade aparente total dos nutrientes e parâmetros ruminais em bovinos de corte alimentados com dietas contendo diferentes proporções de silagens de soja e de milho

2.1.1. Local e condições climáticas

O trabalho foi desenvolvido na Central de Experimentação, Pesquisa e Extensão do Triângulo Mineiro (CEPET), da Universidade Federal de Viçosa (UFV). A CEPET localiza-se no município de Capinópolis, na Região do Pontal do Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais, com altitude média de 620,2 m, latitude Sul de 18,41° e longitude Oeste de 49,34°. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, quente e úmido, com temperatura do mês mais frio acima de 18° C, apresentando precipitações médias anuais entre 1400 a 1600 mm, com estação chuvosa no verão e estação seca no inverno.

2.1.2. Plantio, colheita e ensilagem da soja e milho

O plantio da soja A 7002 NIDERA foi efetuado em janeiro de 2007, em uma área de aproximadamente 6 ha, utilizando-se uma semeadora SHM M13 da Semeato. O solo da área é classificado como latossolo vermelho escuro. Antes do plantio as sementes foram tratadas com fungicida thiabendazole e inoculante turfoso da bactéria *Bradyrhizobium japonicum*. Adotou-se uma taxa de semeadura de 15-18 sementes m⁻¹, respeitando-se uma distância entre fileiras de 0,45 m.

Após 30 dias do plantio, procedeu-se uma adubação em cobertura com 100 kg/ha de cloreto de potássio e, aos 35 dias, uma pulverização com 3 e 30 g/ha de cobalto e molibdênio, respectivamente. A colheita foi realizada quando as plantas atingiram o estágio de desenvolvimento R6, utilizando-se uma colhedora de forragem modelo JF-92 Z10, adaptada com uma plataforma de colheita, modelo FAHARA-100, procedendo-se a ensilagem do material em dois silos tipo superfície. Na ocasião da ensilagem aplicou-se o inoculante Sill All C4 da Alltech do Brasil, com auxílio de um pulverizador costal de 20 litros de capacidade.

A semeadura do milho (AG 1051) foi realizada em uma área de 5 ha, utilizando-se uma semeadora SHM M13 da Semeato. O milho foi colhido quando os grãos atingiram o estágio farináceo-duro, utilizando-se silos tipo superfície para armazenamento do material.

2.1.3. Dietas experimentais

Os tratamentos consistiram de dietas contendo 0; 25; 50; 75 e 100% de silagem de soja (SS), adotando-se relação volumoso:concentrado de 60:40. A proporção de ingredientes dos concentrados é apresentada na Tabela 1 e a composição bromatológica dos alimentos e das dietas nas Tabelas 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1. Proporções dos volumosos e ingredientes utilizados nas dietas, expressos na base da matéria seca (%)

Ingredientes	Dietas				
	Níveis de silagem de soja - SS (%)				
	0	25	50	75	100
Silagem de soja	-	15,00	30,00	45,00	60,00
Silagem de milho	60,00	45,00	30,00	15,00	-
Milho grão moído	27,68	32,71	37,74	39,60	39,70
Farelo de Soja	11,13	6,14	1,14	-	-
Uréia/SA ²	0,60	0,60	0,60	-	-
MM ²	0,59	0,55	0,52	0,40	0,30
Total	100	100	100	100	100

¹MM = mistura mineral (sulfato de zinco: 50%; sulfato de cobre: 42,86%; sulfato de cobalto: 2,86%; selenito de sódio: 2,86% e iodato de potássio: 2,86%).

Uréia/SA = uréia e sulfato de amônia na proporção de 9:1

Tabela 2. Composição bromatológica da silagem de soja (SS), silagem de milho (SM) e dos concentrados para as diferentes proporções das silagens de soja e milho, utilizados nas dietas experimentais

item	Silagem		Concentrados				
	SS	SM	1	2	3	4	5
MS (%)	31,51	27,59	94,15	94,28	94,07	94,04	93,74
MO ¹	91,73	96,24	94,15	94,65	95,69	96,90	97,13
PB ¹	18,31	6,42	25,13	20,55	15,48	8,58	8,57
NIDN ²	13,37	15,47	10,41	12,14	15,00	17,38	17,78
EE ¹	10,33	2,59	1,89	2,96	2,20	2,51	2,87
CHOT ¹	63,08	87,23	72,55	76,55	83,43	85,81	85,69
FDN ¹	46,23	52,35	17,30	15,04	14,34	15,75	15,45
CNF ¹	16,85	34,88	55,25	61,51	69,09	70,05	70,23
FDNcp ¹	44,16	49,69	16,57	14,43	13,71	15,43	15,11
FDA ¹	36,89	32,65	7,01	5,78	5,53	4,77	4,51
FDNi ¹	24,64	16,82	1,73	2,97	3,75	1,83	1,78
LIG ¹	9,07	4,99	1,06	0,99	1,01	1,09	1,08
pH	5,50	3,90	-	-	-	-	-
N-NH ₃ /N Total	15,46	7,68	-	-	-	-	-

¹ Porcentagem da MS; ² Porcentagem da PB

1,2,3,4,5 = concentrados fornecidos com as diferentes proporções de volumosos, tendo os seguintes níveis de inclusão da silagem de soja (SS): 0, 25, 50, 75, 100%, respectivamente; SS= silagem de soja; SM = Silagem de milho; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB= proteína bruta; NIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro; EE = extrato etéreo; CHOT = carboidratos totais; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDNcp=FDN corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDNi = FDNi indigerível; LIG = lignina em detergente ácido; N-NH₃/N Total = nitrogênio amoniacal total.

Tabela 3. Composição bromatológica das dietas experimentais

Item	Dietas				
	Níveis de silagem de soja - SS (%)				
	0	25	50	75	100
MS ¹	54,05	54,86	55,36	55,94	56,40
MO ¹	95,61	94,93	94,67	94,47	93,89
PB ¹	13,91	13,86	13,61	12,63	14,41
EE ¹	2,31	3,90	4,76	6,05	7,35
CHOT ¹	79,39	77,17	81,72	75,79	72,13
FDN ¹	38,08	37,07	35,96	34,88	34,38
CNF ¹	41,31	40,10	45,76	40,92	37,75
FDNcp ¹	36,40	34,76	32,81	33,50	32,54
FDA ¹	22,39	22,54	23,07	23,41	23,94
FDNi ¹	10,79	11,96	13,94	14,35	15,50
LIG ¹	3,42	4,01	4,62	5,27	5,88

¹ Porcentagem na MS;

SS= silagem de soja; SM = Silagem de milho; MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE = extrato etéreo; CHOT = carboidratos totais; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; FDNcp = FDN corrigida para cinzas e proteína; FDA = fibra em detergente ácido; FDNi = FDNi indigerível; LIG = lignina em detergente ácido.

2.1.4. Manejo, mensurações e coletas das amostras

Utilizaram-se cinco novilhos mestiços holandês × zebu, com peso vivo inicial médio de 330 kg, fistulados no rúmen e abomaso. Os animais receberam tratamento contra endo e ecto parasitas antes de iniciar o período experimental e foram mantidos em baias individuais, com área de aproximadamente 10 m², com comedouros e bebedouros cobertos.

A alimentação foi fornecida em duas refeições diárias, às 8:00 e às 15:00, de forma a manter as sobras entre 5 e 10% do total fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Os animais foram pesados antes de receberem a alimentação no período da manhã, ao início e ao final de cada período experimental, num total de cinco períodos, com duração de 17 dias cada, sendo dez dias para adaptação dos animais às dietas, seis dias para coleta de fezes, material fornecido e sobras para estimativa das digestibilidades aparentes totais e um dia para coleta de líquido ruminal para determinação do

pH e da concentração de N-amoniaco, nos tempos de 0, 2, 4 e 6 horas após a alimentação.

Para a estimativa da excreção fecal, foi utilizado o óxido crômico (Cr_2O_3), administrado em uma dose diária de 15 g, via fístula ruminal, às 11 horas da manhã entre o 3o e 16o dias de cada período experimental. As coletas de fezes foram realizadas de 26 em 26 horas, iniciando-se às 8 horas, entre os dias 11o e 16o de cada período experimental. As amostras de fezes, aproximadamente 200g, foram colhidas diretamente no reto dos animais. Efetuou-se a determinação do pH em 50 mL de fluido ruminal coletado no 17o dia de cada período experimental, utilizando-se peagâmetro. Após a leitura, as amostras foram colocadas em potes plásticos com 80 mL de capacidade, adicionando-se, em seguida, 1 mL de H_2SO_4 1:1, e armazenadas em freezer, para posterior análise das concentrações de amônia ruminal.

Conforme metodologia descrita por Bolsen et al. (1992), foram feitas medições de pH e N-amoniaco nas amostras de silagem, coletadas a cada três dias, durante a fase de coletas em cada período experimental. Para análise do pH foram colhidas sub amostras de 25g de silagem, às quais foram adicionados 100 ml de água destilada, deixadas em repouso por duas horas, fazendo-se, em seguida, a leitura do pH. Em outra sub amostra de 25 g de silagem, adicionou-se 200 ml de uma solução de H_2SO_4 0,2 N, permanecendo em geladeira por 48 horas, fazendo-se, em seguida, a filtragem em papel filtro. Esse filtrado permaneceu em geladeira até as determinações de nitrogênio amoniaco.

A mensuração do consumo diário foi obtida pela diferença de pesagem do alimento ofertado e das sobras, coletando-se amostras diárias dos alimentos e das sobras por animal, em cada período de coletas. Essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e guardadas em freezer. Ao final de cada período experimental, essas amostras, foram submetidas a uma pré-secagem a 60 °C por 72 h, moídas em moinho de facas tipo “Willey”, com malha de 1mm, e armazenadas em recipientes de vidro, com tampa de polietileno, previamente identificados, para as análises laboratoriais posteriores, sendo que, para as amostras de fezes e sobras foram confeccionadas amostras compostas por animal, com base no peso seco.

2.2. Experimento 2: Consumo e desempenho produtivo de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes proporções de silagens de soja e milho

2.2.1. Manejo, mensurações e coletas de amostras

Foram utilizados 35 bovinos da raça Nerole, castrados, com peso inicial de 370 kg, e os mesmas dietas utilizadas no experimento 1. Os animais foram distribuídos em baias individuais com aproximadamente 10 m², providas de comedouros e bebedouros.

No início do experimento, os animais foram vermifugados, banhados contra ectoparasitos, pesados e agrupados por baias em função do peso, num delineamento em blocos casualizados, com sete repetições.

O período experimental teve 84 dias de duração, que, somado ao período de adaptação de 15 dias, totalizaram 99 dias.

Cinco animais referência foram abatidos após o período de adaptação, para estimativa do ganho de carcaça. Os animais foram pesados após jejum de 16 h, no início e no final do experimento, efetuando-se pesagens intermediárias a cada 28 dias, sem jejum prévio, ao final de cada período experimental. A alimentação foi fornecida diariamente, às 7:00 e às 15:00 horas, permitindo-se sobras em torno de 10% do ofertado. Durante o ensaio, foram coletadas amostras diárias dos alimentos fornecidos e das sobras, fazendo-se uma amostra composta para cada período, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos identificados e guardadas em congelador.

Do 63º ao 68º dia experimental, foram realizadas coletas de fezes, diretamente do piso, em horários distintos durante o dia, para estimativa da produção fecal, utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador. Neste período, também foram coletadas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras.

Ao final do período experimental, todas as amostras foram submetidas a uma pré-secagem a 60°C, por 72 horas, moídas em moinho de facas tipo “Willey”, com malha de 1mm e armazenadas em recipientes de vidro, com tampa de polietileno, para posteriores análises laboratoriais.

As amostras de fezes, alimentos e sobras, referentes à estimativa de digestibilidade, foram incubadas em sacos de tecido-não-tecido (TNT), *in situ*, por um período de 240 horas. O material oriundo de cada incubação foi submetido à digestão em detergente neutro, sendo o resíduo considerado FDNi (Casali et al. 2008).

Após o abate dos animais, foram avaliados os rendimentos das carcaças (RC), expressos pela divisão do peso da carcaça quente, pelo respectivo peso corporal final (PVF) de cada animal, submetido ao jejum de 16 horas. A relação entre o peso de carcaça e o peso vivo dos animais referência foi utilizada para estimar o peso inicial de carcaça para os demais animais.

2.3. Análises laboratoriais

Ao final do experimento, todas as amostras foram transportadas para o Laboratório de Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFV, em Viçosa. As análises de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), compostos nitrogenados (N), matéria orgânica (MO) e lignina foram realizadas conforme procedimentos descritos por Silva & Queiróz (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o teor de nitrogênio total e o fator 6,25, e a fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Mertens et al. (2002).

O NDT das dietas foi calculado segundo equação proposta pelo NRC (2001): $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDND + CNFD$, em que: PBD, EED, FDNcpD e CNFD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro digestível e carboidratos não fibrosos digestíveis.

Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo técnica da Universidade de Cornell, descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CHOT(\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%CINZAS)$. Os CNF dos concentrados foram calculados segundo Hall (2000): $CNF = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \%cinzas]$.

As concentrações de N-NH₃ do líquido ruminal foram determinadas mediante a centrifugação das amostras de líquido ruminal a 13000 rpm por 10

minutos, sendo o sobrenadante analisado, segundo método colorimétrico de Chaney & Marbach (1962).

O teor de cromo nas fezes foi determinado, utilizando-se espectrofotômetro de absorção atômica, segundo Williams et al. (1962), descrita em Silva e Queiroz (2002).

2.4. Análises estatísticas

Experimento 1:

Os resultados de consumo e digestibilidade dos nutrientes foram analisados segundo delineamento em quadrado latino (5x5). Os resultados foram submetidos à análise de variância e para as variáveis significativas ajustou-se modelo de regressão em função dos níveis de silagem de soja, optando pelo modelo que apresentasse maior coeficiente de determinação (r^2).

As avaliações das variáveis pH e concentração ruminal de amônia foram feitas mediante o esquema de parcelas subdivididas, dispondo-se as dietas nas parcelas e os tempos de coleta nas subparcelas. Os resultados foram avaliados por intermédio do programa SAS (SAS, 1999), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Experimento 2:

Os resultados de consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho foram analisados segundo delineamento em blocos casualizados, com cinco níveis e seis repetições. O peso vivo inicial foi utilizado como covariável no modelo estatístico para todas as variáveis em estudo. Os resultados foram submetidos à análise de variância e sempre que a função-resposta foi significativa ($P < 0,05$), optou-se por apresentar os resultados pela equação de regressão de maior coeficiente de determinação (r^2). Utilizou-se o programa SAS (SAS, 1999) para as análises estatísticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Experimento 1

3.1.1. Silagens

O pH médio obtido para as silagens de soja, de 5,5 (Tabela 2), pode ser considerado elevado em relação ao de 3,9, registrado para a silagem de milho. No entanto, é fato conhecido que o pH de silagens de leguminosas estabiliza em valor mais elevado, como pode ser observado no trabalho de Mello Filho (2005), que avaliando silagem de 22 variedades de soja em minissilos, encontrou valor médio de 5,5 para o pH. O resultado encontrado por este autor pode ser atribuído ao elevado poder tampão da soja, que é promovido por aminoácidos residuais e presença de cátions, como K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2++} , que neutralizam os ácidos orgânicos formados pela fermentação, impedindo a redução do pH. Outra provável explicação é o elevado teor de PB da soja, que por meio da liberação de compostos nitrogenados pela decomposição protéica, neutralizam parte do ácido láctico formado.

Os elevados teores de N-NH₃/N-total nas silagens de soja podem ser reflexos dos altos valores de pH, uma vez que os microrganismos proteolíticos desenvolvem-se em faixas de pH mais elevadas (McDonald et al., 1991). Os valores médios observados para N-NH₃ em relação ao nitrogênio total foram de 15,46 e de 7,68% para as silagens de soja e milho, respectivamente (Tabela 2). Conforme descrito por Silveira (1975), as silagens que apresentam valores de N-NH₃ até 8% do N-total são consideradas de ótima qualidade. Todavia, os valores de N-NH₃ estabelecidos por Mahana & Chase (2003), como limite para

silagens de leguminosas é de 15% do N- total, assim, o valor médio da silagem de soja, encontrado neste estudo foi próximo da faixa recomendada.

3.1.2. Consumo de nutrientes

São apresentados, na Tabela 4, as médias, equações de regressão ajustadas para os consumos diários dos nutrientes e os respectivos coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%) em função do nível de silagem de soja nas dietas.

Tabela 4. Médias dos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), e suas respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) no volumoso e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%)

	Nível de silagem de soja – SS (%)							
Item	0	25	50	75	100	Equação	r ²	CV
Consumo (kg.dia ⁻¹)								
MS	8,93	8,57	8,50	7,09	6,46	$\hat{Y} = 9,19274 - 0,0256612*SS$	89,44	11,56
MO	8,51	8,12	8,04	6,70	6,06	$\hat{Y} = 8,75182 - 0,0253043*SS$	90,47	11,49
PB	1,25	1,19	1,16	0,91	0,93	$\hat{Y}_p = 1,28463 - 0,00425157*SS$	81,97	12,29
EE	0,20	0,34	0,43	0,45	0,48	$\hat{Y}_p = 0,209918 + 0,00450228*SS$	97,99	15,52
CHOT	7,06	6,60	6,46	5,34	4,65	$\hat{Y} = 7,23463 - 0,0242747*SS$	93,53	11,23
FDN	3,24	3,00	2,95	2,42	2,16	$\hat{Y} = 3,29951 - 0,0109132*SS$	93,61	11,94
CNF	3,82	3,60	3,51	2,92	2,49	$\hat{Y} = 3,93515 - 0,013362*SS$	93,14	10,75
NDT	6,45	6,12	5,79	5,10	4,81	$\hat{Y} = 6,51899 - 0,0172779*SS$	97,83	14,64
Consumo (% PV)								
MS	2,01	1,96	1,88	1,70	1,54	$\hat{Y} = 2,05937 - 0,00481689*SS$	94,98	8,04
FDN	0,73	0,68	0,65	0,58	0,51	$\hat{Y} = 0,739947 - 0,00215299*SS$	97,94	8,95
NDT	1,46	1,40	1,28	1,22	1,14	$\hat{Y} = 1,30$	--	12,42
Consumos (g/kg ^{0,75})								
MS	92,35	89,46	86,58	76,86	69,54	$\hat{Y} = 94,6034 - 0,232891*SS$	93,93	8,61
FDN	33,50	31,30	30,04	26,21	23,22	$\hat{Y} = 33,9813 - 0,102539*SS$	97,17	9,38
NDT	66,74	64,04	59,08	55,24	51,46	$\hat{Y} = 67,1799 - 0,157380*SS$	99,42	12,73

P = 0,05 $\hat{Y}_p$ = equação de inclinação para resposta linear-platô

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE = extrato etéreo; CHOT = carboidratos totais; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais; CV = coeficiente de variação.

Os consumos de MS, MO, PB, FDN, CNF, CHOT e NDT, expressos em kg/dia, apresentaram decréscimo linear ($P<0,05$) com aumento dos níveis de silagem de soja na dieta. O consumo de proteína bruta ajustou-se a um modelo linear com resposta platô - LRP ($P<0,05$), com valor mínimo de 0,93 kg/dia, no nível de silagem de soja de 84,09% (Figura 1). Por outro lado, o consumo de EE ajustou-se a um modelo linear crescente ($P<0,05$) com valor máximo de 0,47 kg/dia, no nível de silagem de soja de 57,01% (Figura 1).

O decréscimo no consumo dos nutrientes com aumento dos níveis de silagem de soja nas dietas se deve provavelmente ao maior teor de EE nas dietas contendo níveis mais elevados dessa silagem, uma vez que o teor de EE na dieta contendo apenas silagem de soja foi de 7,35%, valor superior aos 5% recomendados pelo NRC (1996) como limite máximo em dietas para bovinos de corte.

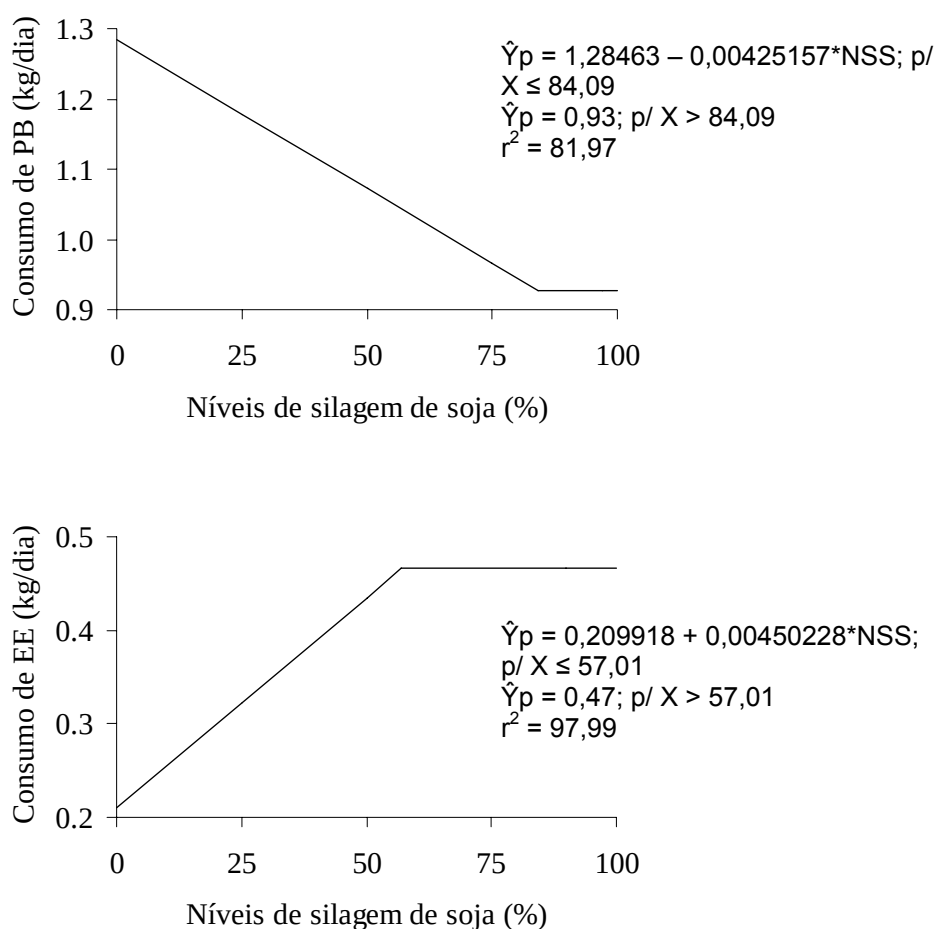


Figura 1. Representação gráfica do efeito linear-platô em função dos níveis de silagem de soja nas dietas sobre o consumo de PB e EE ($P<0,05$).

A ingestão de matéria seca pelos animais foi, possivelmente, controlada pela demanda energética dos animais no mais alto consumo de EE, uma vez que, à medida que se elevou o nível de inclusão de silagem de soja no volumoso, consumo de MS foi reduzido.

Variações no consumo pelo animal podem ocorrer, também, em função da quantidade e, ou, da fonte de óleo dietética suplementar. Segundo Benson et al. (2001), os ácidos graxos poliinsaturados parecem ser inibidores mais potentes do consumo que os ácidos graxos monoinsaturados e os esterificados, respectivamente, pois, com o aumento da inclusão da silagem de soja nas dietas experimentais, conseqüentemente houve um aumento na quantidade do óleo de soja que, de acordo Matos (2007), apresenta um perfil lipídico com elevado teor de ácidos graxos poliinsaturados (62,71 %).

O consumo de NDT, expresso em %PV, não foi influenciado ($P>0,05$) pelas dietas experimentais, apresentou valor médio de 1,30%.

3.1.3. Digestibilidade aparente total

Na Tabela 5 encontram-se os coeficientes de digestibilidade aparente total dos nutrientes, as respectivas equações, ajustadas de acordo com os níveis de inclusão da silagem de soja, e os respectivos coeficientes de determinação e de variação.

Apenas a digestibilidade aparente total do extrato etéreo foi influenciada pelas dietas e aumentou 0,174 unidade percentual por unidade de silagem de soja acrescida na fração volumosa da dieta. Esse resultado pode estar relacionado à mais alta concentração de ácidos graxos insaturados no intestino delgado, uma vez que, de acordo com Silva et al. (2007), a insaturação dos ácidos graxos contribui para o aumento no coeficiente de digestão e absorção, em razão da formação de monoglicerídeos no intestino, que atuam como agente emulsificante, facilitando a formação de micelas.

Tabela 5. Médias das digestibilidades aparentes total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT), respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) no volumoso e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%)

Item	Nível de Silagem de Soja - SS (%)					Equação	r^2	CV (%)
	0	25	50	75	100			
MS	69,59	68,10	63,25	66,77	67,72	$Y = 66,96$	--	10,13
MO	72,75	70,18	65,97	69,17	69,88	$Y = 69,40$	--	9,24
PB	66,34	65,23	59,83	60,60	66,09	$Y = 63,49$	--	11,87
EE	62,13	77,56	72,82	80,24	82,58	$\hat{Y} = 66,3498 + 0,174302 \cdot SS$	72,53	11,58
FDN	61,02	58,19	53,81	56,53	58,82	$Y = 57,60$	--	14,48
CNF	87,91	84,67	80,67	80,95	78,92	$Y = 82,34$	--	6,19
CHOT	75,84	72,69	68,86	69,71	69,34	$Y = 71,10$	--	8,84

P = 0,05

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE = extrato etéreo; CHOT = carboidratos totais; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; CV = coeficiente de variação.

Ressalta-se que no ambiente ruminal podem ocorrer algumas transformações nos lipídios insaturados da dieta, alterando sua composição inicial e o perfil de ácidos graxos que chega ao duodeno, alterações decorrentes principalmente dos processos de lipólise, isomerização e biohidrogenação (Matos, 2007). Desta forma, é possível que o lipídio das dietas com níveis mais elevados de silagem de soja tenha apresentado menor biohidrogenação, em decorrência maior disponibilidade de lipídios no rúmen, facilitando o escape em maior quantidade de ácidos graxos insaturados para o intestino delgado.

Não houve efeito do nível de silagem de soja na digestibilidade aparente total da FDN, embora o consumo de FDN tenha reduzido ($P < 0,05$) com a inclusão de silagem de soja. Nadeau et al. (2000) relataram que silagens altamente digestíveis estão associadas a alto consumo. Além disso, a melhora na digestão dos nutrientes também pode ser provocada por mudanças na estrutura física e química da fibra, o que resulta em maior utilização de nutrientes e energia, em mais alta taxa de digestão e aumento no consumo (Kung & Muck, 1997). Neste estudo, não foi verificada essa mesma relação entre consumo de FDN e digestibilidade aparente total da MS e dos nutrientes.

3.1.4. pH e concentração de amônia ruminal

Não foi verificado efeito da interação dietas × tempos de amostragem sobre o pH, mas houve efeito das dietas ($P < 0,05$) e os dados ajustaram-se a um modelo quadrático, com valor mínimo no tempo de 4,44 horas após a alimentação (Figura 2).

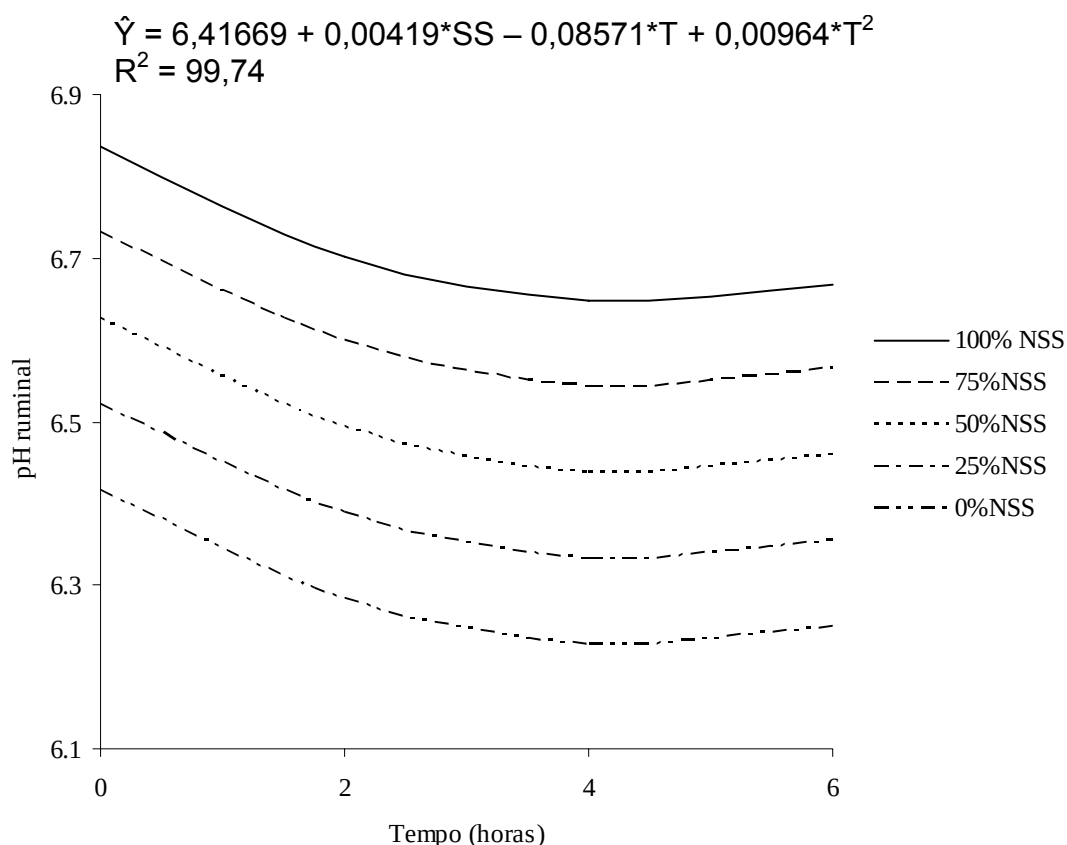


Figura 2. Estimativa do pH ruminal, em função dos tempos de coleta (T), para cada nível de silagem de soja (SS) no volumoso ($P < 0,05$).

O valor mínimo encontrado para silagem de milho foi de 6,23, próximo à média recomendada por Van Soest et al. (1991), de 6,7. Esses autores preconizam valor mínimo de 6,2, como ponto crítico para o pH ruminal, a partir do qual a eficiência da fermentação ruminal pode ser comprometida. Dessa forma, o pH deste estudo foi adequado para favorecer a atividade das bactérias fibrolíticas e a degradação da fibra (Hoover, 1986).

O aumento da concentração de CNF nas dietas com menor nível de silagem de soja pode ter interferido nos resultados de pH, uma vez que esses

carboidratos, quando presente no rúmen, pode ser rapidamente fermentado pelos microorganismos, aumentando a produção de ácidos orgânicos, conseqüentemente diminuindo o pH ruminal.

Observou-se efeito apenas das dietas e dos tempos de fermentação sobre os valores de N-NH₃, cujos dados se ajustaram a uma equação quadrática (Figura 3), com valor máximo para a dieta sem silagem de soja, de 17,42 mg N-NH₃/dL às 2,90 horas após a alimentação. Para as dietas com 100, 75, 50, 25 e 0% de silagem de soja, foram estimados os pontos de máximo de 13,42; 16,44; 15,47; 14,50; 17,72 mg N-NH₃/dL, respectivamente.

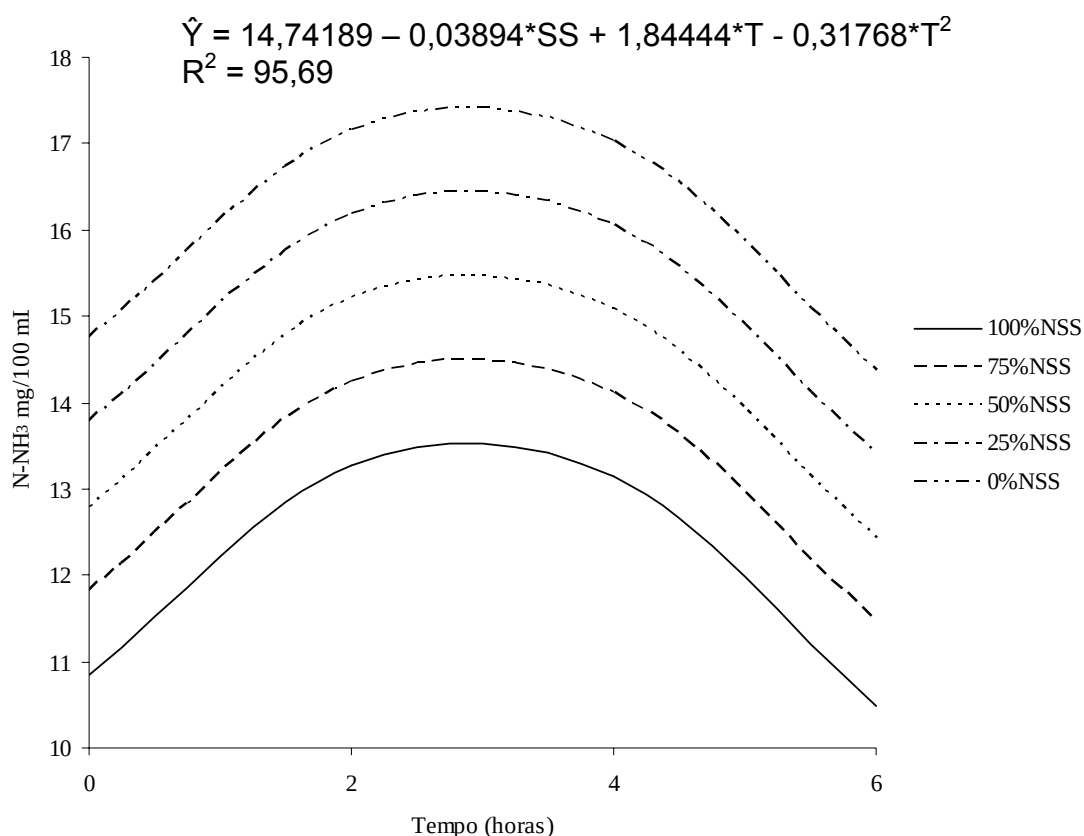


Figura 3. Estimativa das concentrações de amônia do fluido ruminal, em função dos tempos (T) de coleta, para cada nível de silagem de soja (SS) no volumoso ($P < 0,05$).

A dieta contendo 100% de silagem de soja apresentou mais alto pH e mais baixo conteúdo de amônia ruminal (Figuras 2 e 3). Segundo Gonzalez & Silva (2006), o aumento do pH no rúmen gera a alcalinização do fluido ruminal,

e permite o aumento da absorção de amônia através da parede do rúmen, ocasionando redução da amônia no rúmen.

3.2. Experimento 2

3.2.1. Consumo de nutrientes

Na Tabela 6 são apresentados as médias, as equações de regressão ajustadas para os consumos diários dos nutrientes e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%) em função do nível de silagem de soja nas dietas.

Os consumos de MS, MO, PB, FDN e NDT expressos em kg/dia não foram influenciados ($P>0,05$) pelas dietas experimentais. Por outro lado, os consumos de FDN e NDT, expressos em %PV e em g/ kg 0,75, decresceram linearmente ($P<0,05$) com o aumento de silagem de soja nas dietas.

O consumo de EE em kg/dia ajustou-se a um modelo linear crescente com resposta platô - LRP ($P<0,05$), estimando-se valor máximo de 0,6 kg/dia, para o nível de silagem de soja de 89,55% no volumoso (Figura 4), enquanto que os consumos de carboidratos não-fibrosos e carboidratos totais decresceram linearmente ($P<0,05$) com os níveis crescentes de silagem de soja no volumoso.

Tabela 6. Médias dos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) no volumoso e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV)

Item	Nível de silagem de soja – SS (%)					Equação	R ²	CV
	0	25	50	75	100			
Consumo (kg.dia ⁻¹)								
MS	9,05	9,27	7,97	8,52	8,00	$\hat{Y} = 8,61$	--	9,83
MO	8,64	8,80	7,55	8,05	7,51	$\hat{Y} = 8,15$	--	9,81
PB	1,26	1,29	1,07	1,08	1,17	$\hat{Y} = 1,17$	--	9,74
EE	0,19	0,38	0,40	0,55	0,60	$\hat{Y}_p = 0,214255 + ,0043609*SS$	92,01	12,58
FDN	3,23	3,27	2,77	2,85	2,72	$\hat{Y} = 2,98$	--	10,99
CNF	3,97	3,86	3,31	3,57	3,01	$\hat{Y} = 3,98339 - 0,00877313*SS$	77,84	9,26
CHOT	7,19	7,13	6,08	6,43	5,74	$\hat{Y} = 7,23763 - 0,0144718*SS$	79,58	9,76
NDT	6,64	6,77	5,93	6,11	5,75	$\hat{Y} = 6,24$	--	8,86
Consumo (% PV)								
MS	2,17	2,24	1,90	2,05	1,95	$\hat{Y} = 2,08$	--	8,46
FDN	0,77	0,79	0,66	0,69	0,66	$\hat{Y} = 0,781238 - ,00132204*SS$	69,21	9,75
NDT	1,59	1,64	1,42	1,47	1,40	$\hat{Y} = 1,61312 - 0,00222141*SS$	68,46	7,29
Consumos (g/kg ^{0,75})								
MS	98,12	101,02	86,04	92,43	87,54	$\hat{Y} = 93,60$	--	8,76
FDN	34,98	35,64	29,92	30,96	29,79	$\hat{Y} = 35,2723 - 0,0602567*SS$	70,75	10,04
NDT	71,87	73,71	64,07	66,28	62,88	$\hat{Y} = 72,8449 - 0,101627*SS$	70,23	7,61

P = 0,05 $\hat{Y}_p$ = equação de inclinação para resposta linear-platô

MO = matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE = extrato etéreo; CHOT = carboidratos totais; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; NDT = Nutrientes digestíveis totais; CV = coeficiente de variação.

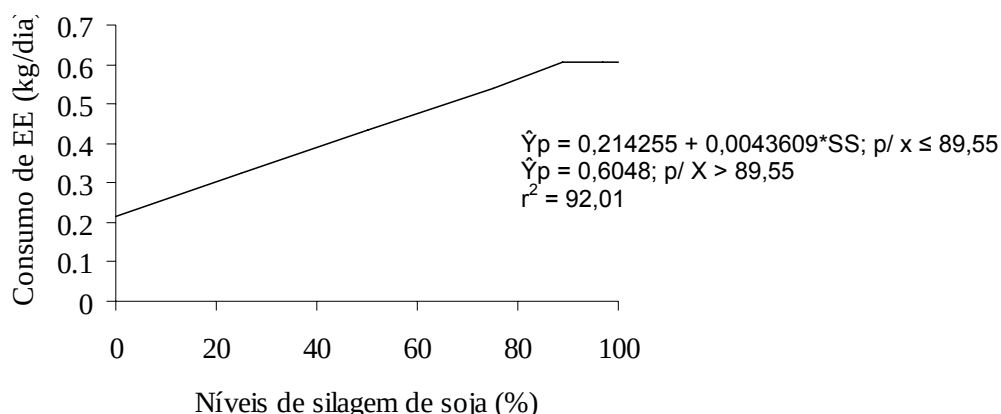


Figura 4. Representação gráfica do efeito linear-platô em função dos níveis de silagem de soja nas dietas sobre o consumo de EE (P<0,05).

Os valores obtidos para os consumos médios diários de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, de 1,17 e 6,24 kg, respectivamente, foram superiores às exigências para ganhos diários de 1 kg de bovinos machos castrados com 450 kg de peso vivo, que são de 1 kg de proteína e 5,29 kg de NDT, conforme BR-CORTE (2006).

O aumento dos níveis de silagem de soja na dieta ocasionou reduções no consumo de FDN, em %PV e % g/kg^{0,75}. Segundo Van Soest (1994), em dietas com elevada fração fibrosa, a FDN preenche os espaços do rúmen-retículo, resultando em maior tempo para que a fibra deixe este compartimento, o que interfere no consumo e na digestibilidade dos alimentos.

Os consumos de FDN (%PV), que variaram de 0,66 (50SS) a 0,79 %PV (75SS) encontram-se abaixo dos 1,1 a 1,2%PV, propostos por Mertens (2001) como o consumo de FDN mais adequado para produção de leite, corrigida para produção de gordura. Mertens (1992) relata que, para dietas que limitam o consumo pela distensão ruminal, o consumo voluntário é mais bem representado pelo consumo percentual, enquanto, para dietas que limitam fisiologicamente o consumo, a melhor forma de expressão é em relação ao peso corporal metabólico.

A ingestão voluntária de MS é altamente relacionada ao teor de FDN do alimento e das dietas, uma vez que a fermentação e a passagem da FDN pelo retículo-rúmen são mais lentas que para outros constituintes dietéticos, com reflexos no enchimento e no tempo de permanência, comparativamente aos componentes não-fibrosos do alimento (Van Soest, 1994). No entanto, apesar do teor de FDN da dieta contendo 100% SS na fração volumosa ser inferior (34,38%), comparado à silagem de milho (38,08%), isso não refletiu em maior consumo de MS desta dieta. Isto pode ser atribuído provavelmente a uma menor degradabilidade ruminal da FDN da silagem de soja em relação à silagem de milho, ou ao efeito do EE que é mais elevado na silagem de soja, o que geralmente reduz a digestibilidade da FDN.

3.2.2. Digestibilidade aparente total

Na Tabela 7 encontram-se os coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca e dos nutrientes, as respectivas equações, ajustadas em função dos níveis de inclusão da silagem de soja, e os respectivos coeficientes de determinação e de variação.

Tabela 7. Médias das digestibilidades aparentes totais da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT), respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) no volumoso e os coeficientes de determinação (r^2) e de variação (CV%).

Nível de Silagem de Soja - SS									
Item	(%)					Equação	r ²	CV (%)	
	0	25	50	75	100				
MS	68,33	66,33	66,34	63,59	62,42	Ŷ _p = 68,2809 – 0,0568566*SS	88,71	4,00	
MO	71,72	70,75	71,47	67,79	68,75	Ŷ = 69,62	--	4,04	
PB	80,98	79,55	76,56	71,25	70,48	Ŷ _p = 81,9134 – 0,128702*SS	93,19	3,64	
EE	82,28	76,80	79,30	82,39	78,64	Ŷ = 79,52	--	10,08	
CHOT	72,12	70,19	70,28	64,90	62,75	Ŷ = 72,8542 – 0,0961142*SS	90,01	3,19	
FDN	60,04	53,76	56,36	54,72	57,71	Ŷ = 56,16	--	7,94	
CNF	84,36	86,61	86,01	78,13	75,11	Ŷ = 87,4424 – 0,107917*SS	69,08	3,71	

P = 0,05 $\hat{Y}_p$ = equação de inclinação para resposta linear-platô

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB= proteína bruta; EE = extrato etéreo; CHOT = carboidratos totais; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; CV = coeficiente de variação.

Os coeficientes de digestibilidade aparente total de MS, PB, CNF e CHOT decresceram linearmente com o incremento dos níveis de silagem de soja, sendo que a digestibilidade aparente total da MS e da PB ajustaram-se a um modelo LRP ($P < 0,05$), com o valor mínimo estimado de 63,01% e 70,48%, para os níveis de silagem de soja no volumoso de 92,77% e 88,84%, respectivamente (Figura 5).

A redução das digestibilidades da PB e do CNF, com a inclusão da silagem de soja pode ser o principal fator para o decréscimo da digestibilidade

da MS. O comportamento da digestibilidade do CNF pode ser atribuído à redução no consumo desta entidade nutricional à medida que foi incluída silagem de soja nas dietas.

No entanto, o consumo e a digestibilidade podem estar positiva ou negativamente correlacionados entre si, dependendo da qualidade da ração (Mertens, 1985), como foi notado no caso da PB, que não apresentou efeito significativo do consumo entre as dietas. Com isso, vale ressaltar que as dietas que apresentaram maior digestibilidade da PB continham uréia e farelo de soja na composição do concentrado, apresentando menores valores de NIDN. De acordo com Lima (1991), os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta são crescentes com a adição de níveis de uréia (0,0; 0,5; 1,0% da dieta) no concentrado ($P < 0,05$).

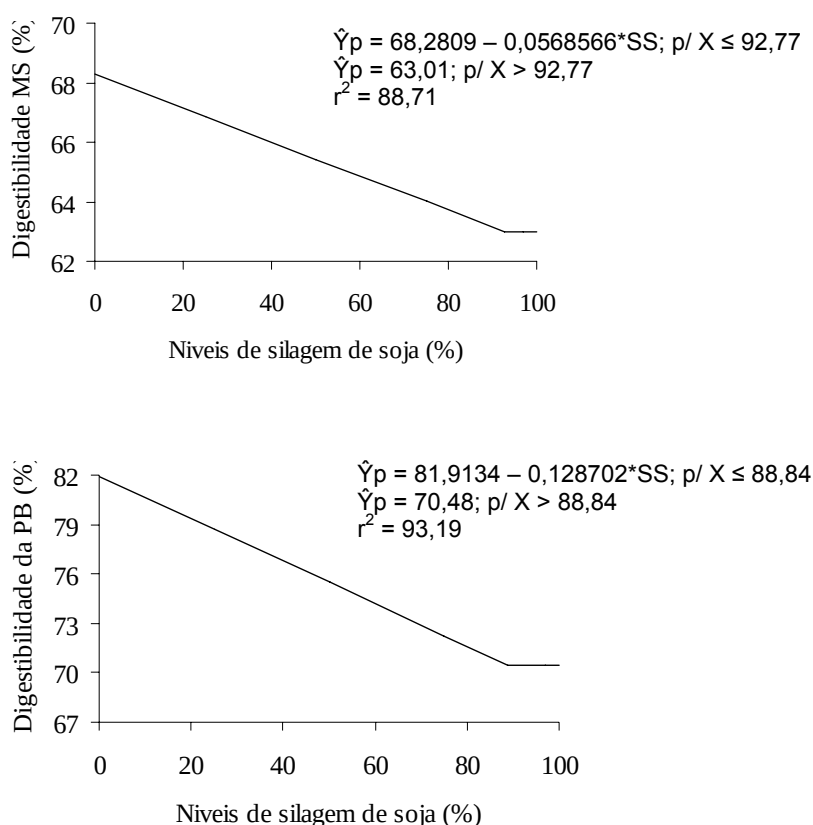


Figura 5. Representação gráfica do efeito linear-platô em função dos níveis de Silagem de Soja nas dietas sobre a digestibilidade aparente total da MS e PB ($P < 0,05$).

3.2.3. Ganho de peso, rendimento e ganho de carcaça e conversão alimentar

Na Tabela 8, estão demonstrados os pesos vivos, inicial e final, os ganhos médios diários, o rendimento de carcaça e a conversão alimentar dos animais, bem como as equações de regressão e os coeficientes de determinação e variação.

Tabela 8. Médias obtidas para ganhos médios diários (GMD), ganho de carcaça (GC), rendimento de carcaça (RC) e conversão alimentar (CA) dos animais, respectivas equações de regressão ajustadas em função dos níveis de silagem de soja (SS) nas dietas e os coeficientes de determinação (r^2) e variação (CV%)

Item	Nível de Silagem de Soja - SS (%)					Equação	r^2	CV (%)
	0	25	50	75	100			
GMD (kg)	1,19	1,14	1,19	1,14	0,99	$\hat{Y} = 1,12$	--	21,07
GC (kg)	0,70	0,71	0,69	0,69	0,57	$\hat{Y} = 0,67$	--	19,06
RC (%)	53,00	54,00	53,00	54,00	53,00	$\hat{Y} = 53$	--	2,01
CA	7,60	8,13	6,69	7,47	8,08	$\hat{Y} = 8,05$	--	28,67

P = 0,05

GMD = ganho médio diário; GC = ganho de carcaça; RC = rendimento de carcaça; CA = conversão alimentar; CV = coeficiente de variação.

O desempenho produtivo dos animais não foi afetado ($P > 0,05$) pelos níveis de silagem de soja nas dietas, o que pode ser reflexo do consumo similar de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais entre as dietas, quando expressos em kg/dia. Comportamento semelhante foi verificado por Rigueira (2007) ao avaliar o desempenho produtivo de 32 animais Holandês × Zebu, alimentados com dietas contendo silagem de soja tratadas ou não com inoculante bacteriano na presença ou ausência de melaço.

Obeid et al. (1985) e Obeid et al. (1992) observaram ganhos de peso variando de 0,560 a 0,680 kg/dia, para novilhos Zebu recebendo silagem de soja consorciada com milho, e de 0,248 a 0,265 kg/dia para aqueles alimentados apenas com silagem de milho. Esses autores atribuíram a

diferença no ganho ao maior teor protéico das silagens do consórcio milho e soja, em relação à silagem de milho exclusiva.

Embora a conversão alimentar não tenha diferido entre as dietas, observou-se menor valor numérico naquela contendo 50% de silagem de soja.

3.3. Avaliação bioeconômica

Na Tabela 9 encontra-se a composição química e o rendimento forrageiro da silagem de soja, em comparação com a silagens de milho, volumoso mais utilizado na alimentação de bovinos em nosso país. O valor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtido por meio das equações preditivas descritas no NRC (2001), a partir da composição química dos alimentos (silagens de milho) descrita por Valadares Filho et al. (2006) e Magalhães (2007) (silagem de soja). A silagem de soja apresenta-se como opção forrageira competitiva frente às tradicionais silagens de milho e sorgo, principalmente em situações de dietas com elevada demanda protéica, em razão do menor custo de produção de proteína bruta (Tabela 10).

Tabela 9 - Composição química e rendimento forrageiro de forrageiras selecionadas

Forragens	Composição química			Rendimento forrageiro (t ha ⁻¹ ano ⁻¹)			
	MS (%)	PB (% MS)	NDT _{pest} ¹ (% MS)	MN	MS	PB	NDT
Silagem de milho	30.9	7.26	64.87	40.0	12.4	0.90	8.04
Silagem de soja ²	31.0	20.18	68.00	24.6	7.63	1.54	5.19

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2008). ^{1/} NDT_p estimado a partir da composição química utilizando-se as equações preditivas descritas no NRC (2001), considerando CMS = 2.5 vezes a manutenção. ^{2/} Rendimento forrageiro (ton MS ha⁻¹) médio obtido de 22 variedades e 2 linhagens, no estágio R6, no município de Viçosa-MG, segundo Mello Filho (2006).

Tabela 10 – Custos de produção por área, por unidade de matéria natural (MN) ou seca (MS) e por nutrientes produzidos das forrageiras selecionadas

Forragens	Custo total de produção				
	R\$/ha/ Ano	R\$/t MN	R\$/t MS	R\$/t PB	R\$/t NDT
Silagem de milho	2.735,18	68.38	220.58	3.038,29	340.03
Silagem de soja	2.916,85	97.23	313.64	1.554,21	461.24

Fonte: Adaptado de Pereira et al. (2007c). Preços referentes a fevereiro de 2008.

Realizou-se avaliação bioeconômica de dietas à base de silagem de soja para bovinos de corte em confinamento (Tabela 11).

Tabela 11 – Ingredientes da dieta e custos com alimentação de bovinos terminados em confinamento recebendo dietas com diferentes níveis de substituição da silagem de milho pela silagem de soja (base da MS)

Item	Nível de substituição da silagem de milho pela silagem de soja (% da MS)					Custo R\$/t MS ¹
	0	25	50	75	100	
Dieta						
Silagem de soja	0,00	15,00	30,00	45,00	60,00	313,64
Silagem de milho	60,00	45,00	30,00	15,00	0,00	221,15
Milho grão moído	27,68	32,71	37,74	39,60	39,70	501,89
Farelo de Soja	11,13	6,14	1,14	0,00	0,00	1.044,44
Uréia/SA	0,60	0,60	0,60	0,00	0,00	1.190,00
MM	0,59	0,55	0,52	0,40	0,30	1.300,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	
Custo com alimentação (dieta)						
Dieta consumida, R\$/ton de MS	402,67	389,15	375,66	378,26	391,33	
Animal - R\$/cab/dia	3,61	3,47	3,36	3,31	3,39	
Arroba produzida, R\$/@ de peso corporal	92,51	94,67	83,36	87,10	84,12	
Arroba produzida, R\$/@ de carcaça	79,82	74,60	73,09	72,16	76,53	

Valor de P (<0.05) pelo teste F.

¹ preços referentes a fevereiro de 2008.

O custo da dieta por ganho de carcaça (R\$/@) reduziu à medida que a silagem de milho foi substituída pela silagem de soja, alcançando o menor valor no nível de 75% de substituição. No entanto, a substituição total não foi benéfica, em razão do excesso de proteína bruta da dieta quando se utilizou a silagem de soja como fonte exclusiva de forragem. Assim, devido ao competitivo custo de produção de proteína bruta da silagem de soja (R\$ 1.554,21/ton de PB) em relação ao farelo de soja (R\$ 2.088,88/ton de PB), atualmente, vislumbra-se o potencial de uso da mesma em substituição parcial (entre 50 a 75%) a silagem de milho. Todavia, é importante salientar que a presente avaliação econômica foi realizada considerando o preço do farelo de soja de R\$ 1.044,44/tonelada de MS, o que representa 3,33 vezes o custo da tonelada de MS da silagem de soja.

4. CONCLUSÕES

Com base nos dados de desempenho produtivo e nutricional, pode-se concluir que a silagem de soja pode ser utilizada como fonte única de volumoso em dietas de novilhos azebuados na fase de terminação, constituindo 60% da matéria seca da dieta. No entanto, sua utilização em associação com a silagem de milho até o nível de 75%, se mostra uma alternativa mais interessante por reduzir os custos por arroba produzida por animal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUALPEC 2008. **Anuário Estatístico da Pecuária de Corte**. São Paulo: FNP Consultoria & Comercio, 2008.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E. et al. Effect of silage additives on microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.
- BELLO-PÉREZ, E.V.; MUSTAFA, A.F.; SEGUIN, P. Effects of feeding forage soybean silage on Milk production, nutrient digestion, and ruminal fermentation of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, 91:229-235, 2008.
- BENSON, J.A.; REYNOLDS, C.K.; HUMPHRIES, D.J. et al. Effects of abomasal infusion of long chain fatty acids on intake, feeding behaviour and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1182-1191, 2001.
- BERDUSCHI, G. Confinamento de bovinos em 2002. www.beefpoint.com.br. Acesso em 05/ 06/02.
- BLOUNT, A.R.; WRIGHT, D.L.; SPRENKEL, T.D. et al. Forage soybeans for grazing, hay and silage, 2003. In: <http://edis.ifas.ufl.edu/AG184>. Acesso em 19/07/2007.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, n.2, p. 335-342, 2008.
- CASTRO, H.; ANDREO, N. T. Evaluacion del silage de soja como suplemento protéico en dietas de terminacion a corral de novillos holando, 2008. In: http://WWW.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_reservas/reservas_silos/96-soja.pdf. Acesso em 15/04/2008.

- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-137, 1962.
- CHINH, B.V.; TAO, N.H.; MINH, D.V. Growing and ensiling soybean forage between rice crops as a protein supplement for pigs in north Vietnam. **Livestock Research for Rural Development**, v.5. n.1, 1993.
- DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fibre in the sheep. **Animal Production**, v.19, n.1, p.67-76, 1974.
- EICHELBERGER, L.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA JÚNIOR, P. Efeitos da inclusão de níveis crescentes de forragem de soja e uso de inoculante na qualidade da silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.5, p.867-874, 1997.
- EVANGELISTA, A.R.; GARCIA, R.; GOMIDE, J.A. et al. Silagem de milho e soja para novilhos em confinamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 21, 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: SBZ, 1984. p.324.
- EVANGELISTA, A.R.; GARCIA, R.; OBEID, J.A. Consórcio milho-soja: rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.20, n.6, p.578-584, 1991.
- GONÇALVES, L.C.; PIZARRO, E.A.; RODRIGUEZ, N.M. Valor nutritivo de silagens de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 15, 1978, Belém. **Anais...** Belém: SBZ, 1979, p.363-364.
- GONZALEZ FHD; SILVA SC. **Bioquímica clínica de proteínas e compostos nitrogenados**. In: Introdução a bioquímica clínica veterinária. 2ed. Porto Alegre: Editora Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 81-119. 2006.
- GRIFFIN, T. Soybean silage as an alternative silage, 2000. In: http://www.umaine.edu/livestock/Publications/soybean_silage.htm. Acesso em 18/2/2008.
- HALL, M.B. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen. University of Florida, 2000. p. A-25 (Bulletin 339, April- 2000).
- HENDERSON, C. The effects of fatty acid on pure cultures of rumen bacteria. **Journal of Agriculture Science**, v.81, n.1, p.107-112, 1973.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.10, p.2755-2766, 1986.
- JENKINS, T.C. Regulation of lipid metabolism in the rumen. **Journal of Nutrition**, v.124, n.9, p.1372- 1376, 1994.

- JOHNSON, K.D. Considerations when using soybeans as a forage, 1996. In: <http://www.ces.perdue.edu/extmedia/CL/CL-15html>. Acesso em 18/6/2007.
- JOHNSTON, J.; BOWMAN, M. Comparasion of soybean silage test results at new liskeard in 1999 and 2000. 2000. In: <http://www.uoguelph.ca/~nlars/Research/Soybean%20Silage%20yield%20s.pdf>. Acesso em 18/6/2007.
- KEPLIN, L.A.S. Silagem de soja: uma opção para ser usada na nutrição animal. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadoras, 2, 2004, Maringá **Anais ...** Maringá: UEM, 2004. p. 161-171.
- KOIVISTO, J.M.; DEVINE, T.E.; LANE, G.P.F. et al. Forage soybeans (Glycine max(L) Merrill) in the United Kingdsom: test of new cultiars. **Agronomie**, v.23, p.287-291, 2003.
- KUNG JR., L.; MUCK, R. E. Animal response to silage additives. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK-NORTH AMERICAN CONFERENCE, 1997, Hershey. **Proceedings...** New York: NRAES-99, 1997. p.200-210.
- LIMA, M.M.M. ; AZEVEDO, A.R.; ALVES, A.A.; PEREIRA JÚNIOR, L.I. Substituição parcial da proteína do farelo de algodão pelo equivalente protéico da uréia em rações à base de feno de matapasto e maniva de mandioca para ovinos. I. Digestibilidade.. In: XXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991, João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa, PB : SBZ, 1991. p. 236.
- MAGALHÃES, K.A. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação estimativas do valor energético de alimentos para bovinos.** Viçosa, MG: UFV, 2007. 263p. tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- MAHANA, B.; CHASE, L.E. Practical application and solution to silage problems. In: SILAGE SCIENCE AND TECHNOLOGY. Madison. **Proceedings...** Madison: ASCSSA-SSSA, Agronomy, 42,. p.31-93, 2003.
- MATOS, S.M. **Perfil de ácidos graxos e cinética da digestão de nutrientes em caprinos..** Viçosa, MG: UFV, 2007. p.115 Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. The biocchemistry of silage. 2nd ed. Chalcombe Publ., Bucks, England. 1991.
- McDONALD, P. The biochemistry of silage. Chichester: John Wiley & Sons, 1981. 218p.
- MELO FILHO, O.L. **Avaliação de variedades e progênes de soja para produção de silagem.** Viçosa, MG: UFV, 2006. 72p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento)- Universidade Federal de Viçosa, 2006.

- MELO FILHO, O.L.; NAOE, L.K.; SEDYAMA, C.S. et al. Caracterização de cultivares de soja visando a produção de silagem. In: Congresso Brasileiro de melhoramento de Plantas, 3, 2005, Passo fundo. **Anais...** Passo Fundo: Emprapa Trigo, 2005, v.1.
- MERTENS, D.R. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de dietas para vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: novos conceitos de nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.38-49.
- MERTENS, D.R. Factors influencing feed intake in lactating cows: from theory to application using neutral detergent fiber. In: NUTRITION CONFERENCE, 46, 1985, Athens. **Proceedings...** Athens: University of Georgia, 1985. p.1-18.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-219.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MOTTA, V.A.F.; CARDOSO, R.M.; SILVA, J.F.L. et al. Aveia forrageira na forma verde e fenada e silagem de milho na alimentação de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.9, p.430-440, 1980.
- MUÑOZ, A.; HOLT, E.; WEAVER, R. Yield and quality of soybean hay as influenced by stage of growth and plant density. **Agronomy Journal**, v.75, p.147-149, 1983.
- NADEAU, E.M.G.; BUXTON, D.R.; RUSSEL, J.R. et al. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of Orchardgrass and alfalfa. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1487-1502, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of domestic animals**. 7.rev.ed. Washington: National Academy Press. 1996. 242p.
- NOLLER, C.H., NASCIMENTO JR., D., QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13, Piracicaba, 1996. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p.151-184.

- OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A.; CRUZ, M.E. Silagem consorciada de milho (*Zea mays* L.) com leguminosas: produção e composição bromatológica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.1, p.33-38, 1992.
- OBEID, J.A.; ZAGO, C.P.; GOMIDE, J.A. Qualidade e valor nutritivo de silagens consorciadas de milho (*Zea mays* L.) com soja anual (*Glycine Max* (L) Merrill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.14, n.41, p.439-446, 1985.
- OLIVEIRA, J.M. **Rendimento, qualidade da forragem e valor nutritivo das silagens de sorgo (*sorghum bicolor* (L.) Moench), forrageiro e granifeiro, consorciado com soja (*Glycine max* (L) Merrill)**. Viçosa, MG: UFV, 1989. 57p. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, 1989.
- PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. **Journal of Dairy Science**, v.61, n.7, p.890-901, 1978.
- PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lacting cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.4, p.1351-1360, 1991.
- PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, A.S.; RIBEIRO, K.G. et al. Otimização de dietas a base de silagens de soja. In: IV SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6. 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa..SIMCORTE, 2008.p. 213-243.
- PEREIRA, O.G.; SANTOS, E.M.; ROSA, L.O.; MELLO FILHO, O.L. Populações microbianas em silagens de três variedades de soja, tratadas com inoculantes microbiano.In:Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007b, Jaboticabal. **Anais...**Jaboticabal.
- PEREIRA, O.G.; SANTOS, E.M.; ROSA,L.O; PEREIRA, D.H.Perfil fermentativo e recuperação de matéria seca de silagem de soja tratadas com inoculantes e melaço-em-pó.In:Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007a, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal.
- PIMENTEL, J.J.O.; SILVA, J.F.C.; FILHO, S.C.V. et al. Efeito da suplementação protéica no valor nutritivo de silagens de milho e sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.5, p.1042-1049, 1998.
- PITT, R. E. Silage and hay preservation. Ithaca:Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1990. 53p. (NRAES-5).
- PIZARRO, E.A.; NOGUEIRA, P.P.Silagem e rolão de milho na alimentação de bovinos. **Informativo Agropecuario**, v.4, p.36-37, 1978.
- REDFEARN, D.D.; BUXTON, D.R.; DEVINE, T.E. Sorghum intercropping effects on yield, morphology, and quality of forage soybean. **Crop Science**, v.39, p.1380–1384.1999.

- RIGUEIRA, J.S. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte**. Viçosa, MG: UFV, 2007. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- RODRIGUES, J.A.S., SILVA, F.E., GONÇALVES, L.C. Silagem de diferentes cultivares de sorgo forrageiro colhidos em diversos estádios de desenvolvimento. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 21., 1996, Londrina. **Anais...** Londrina: LAPAR, 1996. p.269.
- SEITER, S.; ALTEMOSE, C.E.; DAVIS, M.H. Forage soybean yield and quality responses to plant density and row distance. **Agronomy journal**, 966-970, 2004.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de Alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3a ed. -Viçosa: UFV,2002, Imprensa Universitária, 235p. 2002.
- SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; RODRIGUES, C.A.F. et al. Efeito da suplementação de lipídios sobre a digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.246-256, 2007.
- SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 156-186.
- 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.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. User's Guide: Statistics. Version 8.0. NC: SAS INSTITUTE, 1999.
- TOBIA, C.; VILLALOBOS, E. Producción y valor nutricional Del forage de soya em condiones tropicales adversas. **Agronomia Costarricense**, v.28, n.1, p.17-25, 2004.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE**. 1 ed. Viçosa: Suprema Gráfica Ltda- Universidade Federal de Viçosa, 2006. 142p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca: Comstock, ed. 2, p.476, 1994.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

- VARNER, D. Harvesting Of Frost Damaged Soybeans. nufacts information center. Number 485. Reviewer: RASBY, R. University of Nebraska – Lincoln. January of 1999. <http://nufacts.unl.edu/485.htm> . Acesso em 22/1/ 2008.
- VILELA, D. 1985. Sistemas de conservação de forragem.1. Silagem. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL. p.42. (Boletim de Pesquisa, 11).
- WIEDERHOLT, R.; ALBRECHT, K. Using soybean as forage. **Focus on forage**, v.5, n.13, 2002. 2p.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID.; IISMAA, O. The determination chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agriculture Science**, v.59, p.381-385, 1962.