

ALINE GOMES DA SILVA

**GRÃO DE SOJA EM SUPLEMENTOS MÚLTIPLOS PARA NOVILHAS DE CORTE
EM PASTEJO**

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
2012

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

T

S586g
2012

Silva, Aline Gomes da, 1988-

Grão de soja em suplementos múltiplos para novilhas de
corte em pastejo / Aline Gomes da Silva. – Viçosa, MG,
2012.

x, 45f. : il. ; 29cm.

Orientador: Márcio Fonseca Paulino.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovino - Reprodução. 2. Bovino - Nutrição. 3. Bovino -
Registros de desempenho. 4. Soja como ração.

I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 636.20896

ALINE GOMES DA SILVA

**GRÃO DE SOJA EM SUPLEMENTOS MÚLTIPLOS PARA NOVILHAS DE CORTE
EM PASTEJO**

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: 16 de fevereiro de 2012.

Augusto César de Queiroz

Rilene Ferreira Diniz Valadares

Sebastião de C. Valadares Filho
(Coorientador)

Edenio Detmann
(Presidente da Banca)

Pense verdadeiramente, e vossos pensamentos irão saciar a fome do mundo.

Horatius Bonar

Aos meus pais, que fizeram tudo por mim, por terem me dado as maiores heranças que os pais podem passar para os filhos: amor, educação e incentivo para obtenção do conhecimento.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, por tornar possível a realização deste curso.

À Capes, CNPq, INCT-CA e FAPEMIG pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

Ao professor Mário Fonseca Paulino, pela oportunidade, pela orientação e por ser um exemplo profissional para mim.

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, pelo tempo dedicado à coorientação deste trabalho e por ter contribuído para a minha formação profissional.

Agradeço ao professor Edenio Detmann pelo tempo dedicado à coorientação deste trabalho e pela ajuda imprescindível na fase final de conclusão desta dissertação.

Aos professores Augusto César de Queiroz e Rilene Ferreira Diniz Valadares por disponibilizarem seu tempo e cooperarem com este trabalho.

À equipe de “manejo consciente” do setor de bovinocultura de corte: Ériton, Livia, Daniel, Leandro, Tibil, Javier, Sidnei, Roberta, Gabriel, Jefferson e Nelcino não só pela fundamental ajuda na condução dos trabalhos de campo e laboratório, mas também pela amizade e ótima convivência. Aos estagiários que me ajudaram durante o experimento: Antenor, Gilson, Reginaldo, Lucas, Léo e Thaylon.

Aos amigos do grupo “chá mate” pelos momentos de estudo, pela paciência com este meu jeito “delicado” e pelos devaneios que foram tão importantes naquele momento.

Às minhas queridas amigas: Eduarda, Lays, Micheli, Millena, Nathália, Renata e Carolina por ajudarem a construir a pessoa que sou hoje e por tornarem meus dias mais felizes. Agradeço especialmente à Lays e Eduarda pela amizade que me sustentou nos momentos difíceis da saudade, do desânimo e da falta de dinheiro!

Aos meus amigos da ZOO6 e a todos os amigos que fiz em Viçosa pelas lembranças felizes.

Aos funcionários do DZO/UFV, especialmente aos do setor de Bovinocultura de Corte (Joãozinho, Neco e Norival), pelo apoio e colaboração.

Aos meus pais e meu irmão pelo amor e incentivo. Cada caminho tomado, cada decisão, é sempre pensando em fazê-los orgulhosos de mim.

Enfim, agradeço a Deus por mais essa conquista.

BIOGRAFIA

ALINE GOMES DA SILVA, filha de Arlindo Dávila da Silva e Ely Gomes da Silva, nasceu em Muqui, Espírito Santo, em 06 de novembro de 1988.

Em 2006, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em 23 de julho de 2010.

Em agosto de 2010 iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 16 de fevereiro de 2012.

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| RESUMO..... | vii |
| ABSTRACT..... | ix |
| INTRODUÇÃO GERAL..... | 1 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 5 |
| | |
| CAPÍTULO 1 - Grão de soja em suplementos múltiplos para novilhas de corte em pastejo durante o período de transição águas–seca | 8 |
| Introdução..... | 8 |
| Material e Métodos..... | 9 |
| Resultados e Discussão..... | 14 |
| Conclusões..... | 23 |
| Referências Bibliográficas..... | 23 |
| | |
| CAPÍTULO 2 - Substituição temporal do farelo de soja por grão de soja em suplementos múltiplos para novilhas de corte em pastejo durante a época seca | 27 |
| Introdução..... | 27 |
| Material e Métodos..... | 28 |
| Resultados e Discussão..... | 34 |
| Conclusões..... | 42 |
| Referências Bibliográficas..... | 42 |

RESUMO

SILVA, Aline Gomes da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Grão de soja em suplementos múltiplos para novilhas de corte sob pastejo**. Orientador: Mário Fonseca Paulino. Coorientadores: Edenio Detmann e Sebastião de Campos Valadares Filho.

Esta dissertação foi elaborada a partir de dois experimentos com novilhas de corte submetidas a diferentes estratégias de suplementação a pasto. No primeiro experimento objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo grão de soja em diferentes níveis no suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo em *Uruchloa decumbens* no período de transição águas-seca. Utilizaram-se 40 novilhas mestiças com predominância de sangue zebuino com idade e peso médio inicial de 18 meses e 290 ± 6 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições. Os suplementos continham aproximadamente 30% de proteína bruta (PB) e substituição progressiva do farelo de soja pelo grão de soja em 0, 50 e 100%. Aos animais do tratamento controle foi ofertada exclusivamente mistura mineral *ad libitum* e aos demais tratamentos foram fornecidos 1,0 kg/animal/dia de suplemento. Os animais suplementados apresentaram ganho médio diário (GMD) superior aos animais controle ($P < 0,10$) e não houve diferença de GMD entre os suplementos ($P > 0,10$). Foi verificado efeito positivo da suplementação ($P < 0,10$) sobre o consumo de extrato etéreo (EE), PB e carboidratos não fibrosos (CNF) e efeito linear positivo ($P < 0,10$) do nível de grão de soja sobre o consumo de EE. Não houve diferenças ($P > 0,10$) no consumo de matéria seca (MS), MS de pasto, matéria orgânica (MO), MO de pasto e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) entre tratamentos. Houve efeito de suplementação ($P < 0,10$) e efeito linear positivo ($P < 0,10$) do nível de grão de soja sobre a ingestão de nutrientes digestíveis totais (NDT). A suplementação melhorou a digestibilidade da MS e de todos os constituintes da dieta ($P < 0,10$), com exceção da FDNcp ($P > 0,10$). Não houve efeito da suplementação ou do nível de grão de soja sobre os teores séricos de insulina e progesterona ($P > 0,10$). Os teores de insulina e progesterona variaram em função dos dias de coleta ($P < 0,10$); ao final os animais possuíam teores destes hormônios maiores que ao início do experimento. Com base na concentração sérica de progesterona, as novilhas do presente experimento iniciaram a atividade luteal por volta dos 297 kg de peso corporal. Conclui-se que o fornecimento de suplemento múltiplo otimiza o desempenho de novilhas em pastejo no período de transição águas-seca e que a substituição do farelo de soja pelo grão de soja não altera o desempenho produtivo dos animais. No segundo experimento, objetivou-se avaliar o efeito da substituição temporal do farelo de soja pelo grão de soja no suplemento múltiplo

sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo em *Uruchloa decumbens* no período da seca. Utilizaram-se 40 novilhas mestiças com predominância de sangue zebu com idades e pesos médios iniciais, de 21 meses e 325±6 kg, respectivamente. O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições. Foram utilizados dois suplementos isoprotéicos com 30% de PB, um com farelo de soja (FS) e o outro com grão de soja (GS) como fonte protéica. Ofertou-se 1 kg/animal/dia de suplemento. Os tratamentos consistiam na substituição do suplemento FS pelo GS por 0, 40, 80 e 120 dias. Não houve diferença de GMD entre os tratamentos ($P>0,10$) e todos se mantiveram próximos à manutenção. O grão de soja melhorou o consumo de MS, MS de pasto, MO, MO de pasto, NDT e EE ($P<0,10$). Não se observou diferença no consumo de PB, CNF e FDNcp. Não se observou diferença nos coeficientes de digestibilidade da MS e de seus constituintes ($P>0,10$), exceto para o EE, obtendo-se maior coeficiente de digestibilidade ($P<0,10$) na dieta dos animais que receberam o suplemento GS. Não se observou diferença ($P>0,10$) entre os suplementos sobre a excreção urinária de nitrogênio uréico, nitrogênio uréico no soro e fluxo de compostos nitrogenados microbianos. A eficiência de síntese microbiana nos animais recebendo GS foi menor em relação aos animais que receberam FS ($P<0,10$). Os teores séricos de insulina reduziram ao longo do experimento ($P<0,10$) e não diferiram entre os tratamentos ($P>0,10$). Observou-se efeito quadrático do tempo de fornecimento do suplemento contendo grão de soja sobre os níveis de progesterona ($P<0,10$) e a concentração máxima de progesterona seria alcançada com aproximadamente 70 dias de fornecimento de GS. Conclui-se que a substituição do farelo de soja por grão de soja em suplementos durante a estação seca não altera o desempenho de novilhas. A substituição do farelo de soja pelo grão de soja em suplementos múltiplos melhora as características nutricionais de animais pastejando na época seca do ano e que a resposta máxima de progesterona sérica ocorre com 70 dias de suplementação com grão de soja.

ABSTRACT

SILVA, Aline Gomes da, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2012. **Soybean in multiple supplements for grazing beef heifers**. Advisor: Mário Fonseca Paulino. Co Advisors: Edenio Detmann and Sebastião de Campos Valadares Filho.

This dissertation was prepared from two experiments with beef heifers submitted to different supplementation strategies on pasture. In the first experiment aimed to evaluate the effect of replacing soybean meal by soybean at different levels in multiple supplements on the nutritional characteristics and productive performance of heifers grazing in *Uruchloa decumbens* in the transition period water-dry. Were used 40 crossbred heifers with initial age and initial weight of 18 months and 290 ± 6 kg, respectively. The design was completely randomized with four treatments and ten repetitions. The supplements contained approximately 30% crude protein (CP) and gradual replacement of soybean meal by soybean at 0, 50 and 100%. To the animals of the control treatment was offered exclusively mineral salt ad libitum and the other treatments were given 1.0 kg/animal/day of supplement. The supplemented animals had high average daily gain (ADG) than control animals ($P < 0.10$) and there was no difference in ADG among the supplements ($P > 0.10$). There was effect of supplementation ($P < 0.10$) on the intake of ether extract (EE), CP and non-fiber carbohydrates (NFC) and a positive linear effect ($P < 0.10$) the level of soybean on EE intake. There were no differences ($P > 0.10$) on dry matter intake (DM), DM grazing, organic matter (OM), OM pasture and neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDF) between treatments. There was no effect of supplementation ($P < 0.10$) and positive linear effect ($P < 0.10$) the level of soybean on the intake of total digestible nutrients (TDN). Supplementation improved DM digestibility and all constituents of the diet ($P < 0.10$), with the exception of NDF ($P > 0.10$). There was no effect of supplementation or the level of soybean on serum levels of insulin and progesterone ($P > 0.10$). The levels of insulin and progesterone varied depending on the day of collection ($P < 0.10$); at the end of the experiment the animals had higher levels of these hormones compared to the beginning of the experiment. Based on serum progesterone, heifers in the present experiment commenced luteal activity at around 297 kg of body weight. It is concluded that the provision of multiple supplements optimizes the performance of heifers grazing during the period of water-dry transition and that the substitution of soybean meal by soybean does not affect the productive performance of animals. The second experiment aimed to evaluate the effect of temporal replacement of soybean meal by soybean in multiple supplements on the nutritional

characteristics and productive performance of heifers grazing in recreates *Uruchloa decumbens* in the dry season. We used 40 crossbred heifers with average of ages and weights initial of 21 months and 325 ± 6 kg, respectively. The design was completely randomized with four treatments and ten repetitions. We used two supplements with 30% CP, with a soybean meal (FS) and the other with soybean (GS) as a protein source. It was offered 1.0 kg/animal/day of supplement. The treatments consisted in the replacement of the supplement FS by GS for 0, 40, 80 and 120 days. There was no difference in ADG between treatments ($P>0.10$) and all remained close to maintenance. The soybean improved DM intake, grazing DM, OM, OM pasture, NDT and EE ($P<0.10$). There was no difference in intake of crude protein, NDF and NFC. There was no difference in digestibility of DM and its constituents ($P>0.10$), except for EE, a higher digestibility ($P<0.10$) was observed in the diet of animals that received the supplement GS. There was no significant difference ($P>0.10$) between supplements on urinary excretion of urea nitrogen, serum urea nitrogen and flow of microbial nitrogen compounds. The efficiency of microbial protein synthesis in animals receiving GS was lower than in animals that received FS ($P<0.10$). The serum insulin levels decreased during the experiment ($P<0.10$) and did not differ between treatments ($P>0.10$). It was observed quadratic time providing supplement containing soybean on progesterone levels ($P<0.10$) and maximum concentration of progesterone achieved was approximately 70 days supply of GS. It is concluded that the replacement of soybean meal by soybean supplements during the dry season does not change the performance of heifers. The replacement of soybean meal by soybean in multiple supplements improved nutritional characteristics of cattle grazing in the dry season and the maximum response of serum progesterone occurs with 70 days of supplementation with soybean.

INTRODUÇÃO GERAL

A reprodução é o ponto de partida para o sucesso de qualquer sistema de produção de gado de corte. As fêmeas são a base do sistema produtivo e atenção especial deve ser direcionada a essa categoria para que não haja comprometimento nas fases seguintes do sistema de produção de carne, visto que há necessidade, tanto em quantidade como em qualidade, de fêmeas de reposição nos sistemas de produção de carne bovina.

A reprodução é reconhecidamente o componente de impacto econômico mais importante para o sucesso da produção de gado de corte. Willham (1973), atribuindo valores econômicos relativos aos 3 principais atributos econômicos em pecuária de corte, os quais: reprodução, ganho de peso e características de carcaça; encontrou valor de 0,85 para a reprodução; ou seja, 85% do sucesso financeiro da pecuária de corte depende da reprodução. Assim, seria mais importante nascer um bezerro do que seu desempenho como futuro ganhador de peso e/ou suas características de carcaça. Mesmo assim o desempenho reprodutivo do rebanho nacional está aquém do que seria preconizado, refletindo nas baixas taxas de desfrute, em torno de 20% (Silva, 2010).

De forma geral, baixos índices reprodutivos decorrem principalmente dos efeitos combinados da condição nutricional deficiente e dos maiores requerimentos decorrentes do parto e da amamentação (Moraes et al., 2007). Isso acarreta baixas taxas de gestação das matrizes e atraso na puberdade e conseqüente atraso na idade ao primeiro parto.

A idade à puberdade tem efeito na produção de animais ruminantes, mas é particularmente importante para rebanhos de bovinos de corte, nos quais se utiliza uma única estação de monta por ano. A redução da idade ao primeiro parto a uma mesma taxa de natalidade tem grande impacto sobre a eficiência do sistema de produção de gado de corte. A elevação da taxa de natalidade e a redução da idade ao primeiro parto reduzem a permanência de categorias menos produtivas no sistema de produção, liberando áreas para outras categorias e reduzindo o custo energético por unidade de produto (Beretta et al., 2001).

Um sistema de produção intensivo consiste da combinação e utilização de diversas tecnologias, visando ao aumento da produtividade nas diferentes fases do processo produtivo. Esses sistemas são caracterizados por abate dos machos e acasalamento das fêmeas em idades próximas aos 18/24 meses.

Entre os diversos fatores que afetam o desempenho reprodutivo de bovinos, a nutrição é talvez aquele que tem maior impacto (Santos & Amstalden, 1998). Existe relação direta entre idade, peso e eficiência reprodutiva em novilhas de corte, refletindo na

manifestação da puberdade dessas e, conseqüentemente, no aparecimento do primeiro cio fértil e diminuição da idade ao primeiro parto (Faria, 1999).

As variações nutricionais afetam o metabolismo, diretamente, por determinar o substrato exógeno para processos celulares e, indiretamente, por intermédio da estimulação ou inibição de fatores neuroendócrinos de regulação metabólica (Gressler & Souza, 2009).

Embora seja difícil saber se nutrientes específicos limitam a reprodução através de mecanismos comuns ou discretos, quantidades apropriadas de nutrientes são necessárias para que a reprodução ocorra (Dunn & Moss, 1992). Em condições práticas, grande parte da variação no desempenho reprodutivo de novilhas e vacas se deve às diferenças na ingestão energética e condição corporal (Lemenager et al., 1991).

Short & Adams (1988) estabeleceram escala de prioridade da partição da energia disponível para espécies ruminantes. Por intermédio desta observou-se que a reprodução tem baixa prioridade; por este motivo, pode-se atribuir à deficiência de energia na dieta posição de destaque entre as causas dos baixos índices reprodutivos observados nos rebanhos nos trópicos. Deste modo, a função reprodutiva de fêmeas bovinas pode ser melhorada através da adequação do status energético e metabólico do animal.

Neste cenário, as fontes de gordura, ricas em energia, surgem como alternativa para melhorar a eficiência reprodutiva dos rebanhos. A função primária das gorduras na dieta de ruminantes é fornecer energia (NRC, 2000), mas a gordura também pode ser utilizada para manipular os processos fisiológicos ligados a reprodução em fêmeas bovinas de corte.

Modificações no plano nutricional podem influenciar o processo de maturação sexual, culminando com aumento da frequência de pulsos do hormônio luteinizante (LH) e tamanho máximo dos folículos no período pré-puberdade (Day et al., 1987).

Maiores taxas de prenhez podem ser alcançadas por intermédio de melhores condições ambientais ou nutricionais durante a estação de monta (Montanholi et al., 2004). Molle et al. (1995) sugeriram que a relação energia/proteína da dieta pré-acasalamento pode ser crítica para obtenção de resposta reprodutiva adequada. De acordo com esses autores, a suplementação energética na forma de grãos pode aumentar a taxa de ovulação, desde que a ingestão de proteína esteja acima do mínimo exigido.

O entendimento de como os estímulos nutricionais afetam o sistema nervoso central e modulam a frequência da liberação dos pulsos de LH pela hipófise tem sido buscado nas últimas décadas. Flutuações no metabolismo intermediário associadas a mudanças tanto na massa como na gordura corporal podem modular a liberação dos pulsos de LH (Schillo et al., 1992; Hiney et al., 1996). Existem evidências de que os hormônios metabólicos possuam

importante papel no controle da função ovariana dos mamíferos, agindo como mediadores ou sinalizadores dos efeitos da ingestão de alimento e do balanço energético sobre a reprodução (Gil, 2003).

Entre os hormônios metabólicos, destaca-se a insulina, que atua na reprodução regulando a síntese de neurotransmissores de GnRH e, conseqüentemente, controlando a secreção das gonadotrofinas, principalmente na liberação de LH pela hipófise. A ligação da insulina ao seu receptor resulta em uma série de efeitos metabólicos, sendo o mais importante a estimulação do transporte de glicose para o interior das células, sendo esta utilizada como principal fonte energética para o ovário (Rabiee et al., 1997; Lawrence et al., 2007).

Baixas concentrações plasmáticas de insulina em animais submetidos à restrição alimentar crônica podem reduzir a produção de andrógenos e estrógenos e, assim, comprometer a habilidade dos folículos em produzirem receptores para LH (Diskin et al., 2003).

Ainda não estão bem definidos os mecanismos envolvidos na associação entre a suplementação com lipídeos e as maiores concentrações circulantes de hormônios esteróides. Conjectura-se que isso ocorra por intermédio da ação de ácidos graxos poli-insaturados, que aumentariam a pulsatilidade do LH (Hightshoe et al., 1991) com conseqüente aumento no tamanho do folículo pré-ovulatório e na atividade luteal (Raes et al., 2004); pela diminuição do metabolismo hepático desses hormônios (Hawkins et al., 1995); e outra possibilidade seria a de que essa associação ocorresse pelo aumento das concentrações circulantes de colesterol, precursor da síntese de esteróides (Thomas et al., 1997).

Também é possível que a resposta reprodutiva à gordura suplementar seja afetada pela duração do período em que os animais recebem a gordura. Lammoglia et al. (2000) levantaram a hipótese de que um período de arraçoamento de 60 dias antes do início da estação de monta pode ter sido mais adequado que o período prolongado, usado em seu experimento, de 162 dias. Hess et al. (2002) recomendaram o uso de gordura para novilhas de corte durante 60 a 90 dias antes da estação de monta, isso porque os aumentos nas concentrações séricas de colesterol induzidos pela gordura da dieta em novilhas de corte parecem alcançar platô entre os dias 55 e 88 (Lammoglia et al., 2000; Whitney et al., 2000; Lloyd et al., 2002).

Ao sumarizar nove experimentos, com um total de 16 suplementos e 21 comparações possíveis com a gordura na dieta, Hess et al. (2002) observaram que a suplementação com gordura aumentou as taxas de prenhez de 63,8% em 373 novilhas não suplementadas com gordura para 73,6% em 363 novilhas arraçadas com gordura suplementar.

Nos sistemas de produção de carne bovina no Brasil, os pastos representam cerca de 99% das dietas dos animais (Paulino et al., 2008) e tem se mostrado a forma mais prática e econômica para alimentação dos rebanhos. Neste contexto, a suplementação de bovinos em pastejo é uma das principais estratégias para a intensificação dos sistemas primários regionais (Paulino et al., 2004).

Esta tecnologia permite corrigir dietas desequilibradas, aumentar a eficiência de conversão do pasto, melhorar o ganho de peso dos animais, encurtar os ciclos reprodutivos, de crescimento e engorda dos bovinos e aumentar a capacidade de suporte dos sistemas produtivos, incrementando a eficiência de utilização dos pastos em seu pico de produção e elevando o nível de produção por unidade de superfície (kg/ha/ano) (Figueiredo et al., 2007).

A dieta de bovinos alimentados basicamente com forragens tropicais tem baixo teor de lipídeos, representados principalmente por galactolipídios e fosfolipídios, sendo que níveis mais altos podem ser alcançados pela adição de sementes de oleaginosas, ricas em triglicerídeos, na dieta.

A administração de grandes quantidades de gordura a ruminantes pode provocar um efeito negativo na digestibilidade da fibra e no consumo de matéria seca devido ao revestimento físico e à proteção da ingesta contra a ação dos microrganismos (Dias et al., 2009). Além disso, o excesso de gordura pode ter efeitos deletérios sobre os microrganismos com capacidade celulolítica. Entretanto, o nível de gordura que pode ser administrado também depende da forma dos alimentos dos quais é derivada. Por exemplo, usando sementes oleaginosas inteiras, como o grão de soja, podem ser administrados níveis mais altos de lipídios do que com uso de óleos livres, pois a mastigação incompleta não libera simultaneamente todo o óleo das sementes, sendo este liberado no rúmen mais lentamente (Dias et al., 2009).

Hess et al. (2007) orientaram que a inclusão ótima de gordura suplementar deveria ser menor que 3% da matéria seca (MS) quando a meta for maximizar o uso de dietas a base de forragem. A gordura suplementar deve ser limitada a 2% da MS ou menos se o objetivo for prevenir a substituição do consumo de forragem pela ingestão de gordura suplementar. A gordura não deve ultrapassar 4% da MS se a meta for aumentar a energia digestível na dieta.

Um dos alimentos mais utilizados em suplementação é a soja e seus derivados, por conter proteína com composição de aminoácidos razoavelmente balanceada. Em virtude do grão de soja ser rico em proteína e gordura, a perspectiva de seu uso nas rações para ruminantes é grande, a substituição do farelo de soja pelo grão pode promover ganhos

semelhantes (Detmann et al., 2009), oferecendo vantagem econômica em relação aos suplementos formulados com o farelo uma vez que possui menor preço de mercado.

Na literatura, verificam-se poucos trabalhos envolvendo a utilização do grão de soja na formulação de suplementos múltiplos para bovinos em regime de pastejo. Assim, objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo grão de soja sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas de corte em recria sob pastejo em *Uruchloa decumbens* durante os períodos de transição águas-seca e de seca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERETTA, V.; LOBATO, J.F.P.; MIELITZ NETTO, C.G. Produtividade e eficiência biológica de sistemas pecuários criadores diferindo na idade das novilhas ao primeiro parto e na taxa de natalidade do rebanho de cria no Rio Grande de Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1278-1288, 2001.
- DAY, M.L.; IMAKAWA, K.; WOLFE, P.L. et al. Endocrine mechanisms of puberty in heifers. Role of hypothalamo-pituitary estradiol receptors in the negative feedback of estradiol on luteinizing hormone secretion. **Biology of Reproduction**, v.37, p.1054-1065, 1987.
- DETMANN, E.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Soja na alimentação de ruminantes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Editora Mecenas, 2009. p.291-301.
- DIAS, J.C.; MARTINS, J.A.M.; EMERICK, L.L. et al. Efeitos da suplementação lipídica no aumento da eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, p.95-104, 2009.
- DISKIN, M.G.; MACKAY, D.R.; ROCHE, J.F. et al. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. **Animal Reproduction Science**, v.78, p.345-370, 2003.
- DUNN, T.G.; MOSS, G.E. Effects of nutrient deficiencies and excesses on reproductive efficiency of livestock. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1580-1593, 1992.
- FARIA, N.R. Programa de inseminação artificial em grande escala em bovinos de corte/produção de novilho precoce e super precoce. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 1, 1999. Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 1999. p.65-84.
- FIGUEIREDO, D.M.; OLIVEIRA, A.S.; SALES, M.F.L. et al. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1443-1453, 2007.
- GIL, C.V. **Effect of nutrition on follicle development and ovulation rate in the ewe**. 2003. 56f. Tese (Doutorado) – Swedish University of Agricultural Science, Uppsala.
- GRESSLER, M.A.L.; SOUZA, M.I.L. Efeitos da suplementação com gordura protegida sobre a foliculogênese ovariana de ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.3, p.70-79, 2009.

- HAWKINS, D.E.; NISWENDER, K.D.; OSS, G.M. et al. An increase in serum lipids increases luteal lipid content and alters the disappearance rate of progesterone in cows. **Journal of Animal Science**, v.73, p.541-545, 1995.
- HESS, B.W.; RULE, D.C.; MOSS, G.E. High fat supplements for reproducing beef cows: Have we discovered the magic bullet? In: PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, 37, 2002, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: Pacific Northwest Animal Nutrition Conference, 2002. p.59-83.
- HESS, B.W.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; MURRIETA, C.M. et al. Long-chain fatty acid flow to the duodenum of cattle fed limited amounts of forage plus supplementary ruminally undegradable protein containing fishmeal. In: WESTERN SECTION, AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 58, 2007, Moscow. **Proceedings...** Moscow: American Society of Animal Science, 2007. p.320-324.
- HIGHTSHOE, R.B.; COCHRAN, R.C.; CORAH, L.R. et al. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4097-4103, 1991.
- HINEY, J.K.; SRIVASTAVA, V.; NYBERG, C.L. et al. Insulin-like growth factor of peripheral origin acts centrally to accelerate the initiation of female puberty. **Endocrinology**, v.137, p.3717-3728, 1996.
- LAMMOGLIA, M.A.; BELLOWS, R.A.; GRINGS, E.E. et al. Effects of dietary fat and sire breed on puberty, weight, and reproductive traits of F1 beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.78, p.244-2252, 2000.
- LAWRENCE, M.C.; MCKERN, N.M.; WARD, C.W. Insulin receptor structure and its implications for the IGF-1 receptor. **Current Opinion in Structural Biology**, v.17, p.699-705, 2007.
- LEMENAGER, R.P.; FUNSTON, R.N.; MOSS, G.E. Manipulating nutrition to enhance (optimize) reproduction. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 2, 1991, Stillwater. **Proceedings...** Stillwater: Grazing Livestock Nutrition Conference, 1991. p.13-31.
- LLOYD, K.E.; WHISNANT, C.S.; HUNTINGTON, G.W. et al. Effects of calcium salts of long-chain fatty acids on growth, reproductive performance, and hormonal and metabolite concentrations in pubertal beef heifers and postpartum cows. **The Professional Animal Scientist**, v.18, p.66-73, 2002.
- MOLLE, G.; BRANCA, A.; LIGIOS, S. et al. Effect of grazing background and flushing supplementation on reproductive performance in Sarda ewes. **Small Ruminant Research**, v.17, p.245-254, 1995.
- MONTANHOLI, Y.R.; BARCELLOS, J.O.J.; BORGES, J.B. et al. Ganho de peso na recria e desempenho reprodutivo de novilhas acasaladas ao sobreano no outono. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.1253-1259, 2004.
- MORAES, J.C.F.; JAUME, C.M.; SOUZA, C.J.H. Manejo reprodutivo da vaca de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, p.160-166, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. National Academy Press, Washington, D.C., 2000. 244p.

- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2004. p.93-144.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p.275-306.
- RABIEE, A.R.; LEAN, I.J.; GOODEN, J.M. et al. Short-term studies of ovarian metabolism in the ewe. **Animal Reproduction Science**, v.47, p.43-58, 1997.
- RAES, K.; SMET, S.; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, p.199-221, 2004.
- SANTOS, J.E.P.; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, v.26, p.19-89, 1998.
- SCHILLO, K.K.; HALL, J.B.; HILEMAN, S.M. Effects of nutrition and season on the onset of puberty in the beef heifer. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3994-4005, 1992.
- SILVA, M.T.H. **Fazendo Contas**. [2010] Disponível em: <<http://www.scotconsultoria.com.br/noticia.asp?idN=6565>> Acesso em: 23 jan. 2012.
- SHORT, R.E.; ADAMS, D.C. Nutritional and hormonal interrelationships in beef cattle reproduction. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p.29-39, 1988.
- THOMAS, M.G.; BAO, B.; WILLIAM, G.L. Dietary fats varying in their fatty acid composition differentially influence follicular growth in cows fed isoenergetic diets. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2512-2519, 1997.
- WILLHAM, R.L. Beef breeding programs. In: BAKER, F.H. (Ed.) **Beef Cattle Science Handbook**, Boulder: Westview Press, 1973. p.194-201.
- WHITNEY, M.B.; HESS, B.W.; BURGWALD-BALSTAD, L.A. et al. Effects of supplemental soybean oil level on in vitro digestion and performance of pubertal beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.78, p.504-514, 2000.

Capítulo 1

Grão de soja em suplementos múltiplos para novilhas de corte em pastejo durante o período de transição águas–seca

Introdução

Entre os fatores que afetam o desempenho reprodutivo de bovinos, a nutrição é talvez aquele que apresenta maior impacto (Santos & Amstalden, 1998). Os baixos índices reprodutivos são indicadores de condições inadequadas de nutrição, sanidade e/ou da qualidade genética dos rebanhos (Rigolon et al., 2008).

A idade à puberdade tem importante impacto sobre a eficiência produtiva, reprodutiva e econômica de fêmeas bovinas. A ocorrência deste evento fisiológico depende da taxa de crescimento e desenvolvimento do animal, de forma a se dar suporte aos mecanismos endócrinos que resultam na maturidade sexual (Maquivar & Day, 2009).

A antecipação da idade ao primeiro acasalamento de 24 para 18 meses de idade é viável biologicamente; porém, para obtenção de melhores índices reprodutivos no acasalamento aos 18 meses são necessárias melhorias na fase de recria das fêmeas bovinas para que alcancem maior peso ao primeiro acasalamento (Silva et al., 2005).

Apesar de zebuínos serem mais tardios que os bovinos de raças européias, pode ser possível reduzir a idade à puberdade desses animais através de manejo nutricional adequado e melhoramento genético (Cabral, 2011). A eficiência reprodutiva dos animais sofre influência de vários fatores, como: grupo genético, idade, escore de condição corporal e nutrição. Mas a nutrição possui papel reconhecidamente importante, capaz de afetar diretamente aspectos da fisiologia e desempenho reprodutivo da fêmea bovina.

O uso da suplementação para animais em pastejo constitui prática que pode ser adotada na estratégia de manejo de pastagens visando aumentar a capacidade de suporte e o desempenho animal. Para isso é necessário conhecimento sólido sobre o assunto, com o intuito de alcançar máxima eficiência técnica e econômica.

A dieta de bovinos alimentados basicamente com forrageiras tem baixo teor lipídico, sendo que níveis mais altos podem ser alcançados pela adição de sementes de oleaginosas, como o grão de soja, na dieta. A função primária das gorduras na dieta de ruminantes é fornecer energia (NRC, 2001), mas a gordura também pode ser utilizada para manipular os processos fisiológicos ligados a reprodução em fêmeas bovinas de corte.

Na literatura, verificam-se poucos trabalhos envolvendo a utilização do grão de soja na formulação de suplementos múltiplos para bovinos em regime de pastejo (Paulino et al., 2006). A perspectiva de seu uso nas rações para ruminantes é grande, a substituição do farelo de soja pelo grão pode promover ganhos semelhantes (Detmann et al., 2009) e ainda constitui alternativa para redução de custos na formulação dos suplementos (Paulino et al., 2006).

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo grão de soja em diferentes níveis no suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo em *Uruchloa decumbens* no período de transição águas-seca.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Gado de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Viçosa-MG, entre os meses de abril e junho de 2010, referente ao período de transição águas-seca. O experimento teve duração de 84 dias, sendo três períodos de 28 dias cada. As variáveis climáticas estão apresentadas na Figura 1. O experimento correspondeu à estação de monta de outono, e por este motivo, foi mantido um touro junto a cada grupo (tratamento).

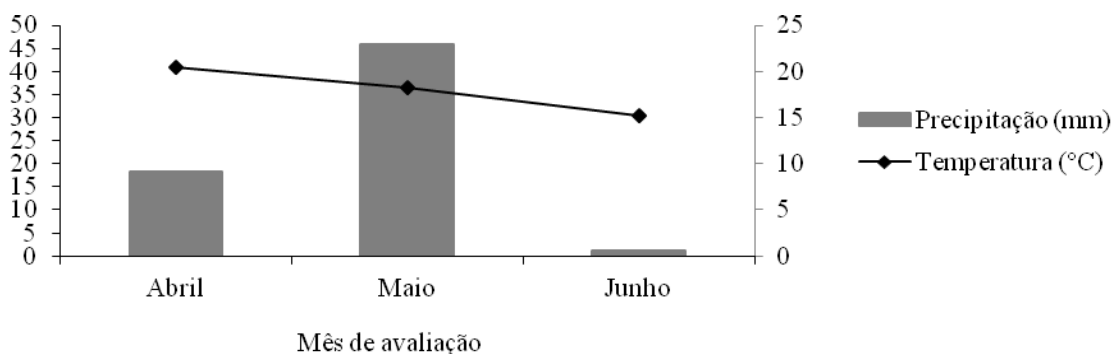


Figura 1 – Precipitação (mm) e temperatura média (°C) durante o período experimental.

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola – UFV.

Foram utilizadas 40 novilhas com, no mínimo, 50% de sangue Nelore, com idades e pesos médios iniciais, de 18 meses e 290 ± 6 kg, respectivamente.

Foi destinada aos animais uma área experimental com 20 hectares, sendo esta constituída por quatro piquetes de 5 ha, cobertos uniformemente com a gramínea *Uruchloa*

decumbens, providos de bebedouros e cochos sendo estes cobertos e com acesso pelos dois lados.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições, sendo três tratamentos constituídos pela substituição progressiva do farelo de soja pelo grão de soja em 0, 50 e 100%; mais um grupo controle que recebeu apenas mistura mineral. Os suplementos múltiplos foram isoprotéicos (30% de proteína bruta com base na matéria natural) e oferecidos nas quantidades 1,0 kg/animal/dia.

Os suplementos visavam fornecer 300 gramas de proteína bruta (PB) por animal por dia e níveis de extrato etéreo no suplemento de aproximadamente 2, 6 e 10% (Tabelas 1 e 2).

Os suplementos foram fornecidos diariamente, às 10h00, em comedouro conjunto, com dois metros de comprimento, para permitir o acesso simultâneo dos animais. Ao touro foi ofertado, da mesma forma como foi para as novilhas, 1,0 kg/dia de suplemento múltiplo. A água foi disponibilizada *ad libitum* durante todo o experimento.

Todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas ao início do experimento e durante o período experimental, quando necessário.

Os animais foram pesados no início do experimento após jejum hídrico e alimentar de 14 horas; logo após, os tratamentos foram aleatoriamente designados às unidades experimentais (animais). Formaram-se quatro lotes, agrupando-se os animais que receberiam o mesmo tratamento.

Tabela 1 – Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural

| Ingredientes (%) | Nível de substituição (%) | | |
|------------------------------|---------------------------|------|------|
| | 0 | 50 | 100 |
| Farelo de trigo | 43,0 | 42,5 | 41,5 |
| Farelo de soja | 50,0 | 25,0 | - |
| Grão de soja | - | 25,0 | 50,0 |
| Mistura mineral ¹ | 6,0 | 6,0 | 6,0 |
| Uréia/ SA (9:1) | 1,0 | 1,5 | 2,5 |

¹Composição percentual: fosfato bicálcico, 50,00; cloreto de sódio, 47,15; sulfato de zinco, 1,50; sulfato de cobre, 0,75; sulfato de cobalto, 0,05; iodato de potássio, 0,05 e sulfato de magnésio: 0,05.

A cada sete dias os animais foram rotacionados entre os piquetes, visando à eliminação de possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos (disponibilidade de pasto, localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento, etc); o tratamento acompanhou o grupo de animais. O ganho médio diário de peso das novilhas foi estimado pela diferença entre o

peso final e o inicial, ambos realizados após jejum hídrico e alimentar de 14 horas, dividido pelo número de dias experimentais (84 dias).

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi realizada via simulação manual de pastejo a cada 15 dias. Essa amostra foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas e moída em moinho de facas (1 e 2 mm). Nas amostras de forragem e dos concentrados foram quantificados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), segundo Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) segundo recomendações de Mertens (2002), utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente; fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest & Robertson (1985), as correções para proteína e cinzas na FDA seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente; fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após a incubação em sacos F57 (Ankom[®]) *in situ* por 288 horas, de acordo com Valente et al. (2011); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), segundo descrição de Licitra et al. (1996).

Devido à presença da uréia nos suplementos, a quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann & Valadares Filho (2010):

$$\text{CNF} = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \% \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{MM}]$$

em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

No décimo quarto dia de cada período experimental foi realizada coleta do pasto para quantificação da disponibilidade total de matéria seca e de matéria seca potencialmente digestível, através do corte rente ao solo de quatro áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,5 × 0,5 m, selecionados aleatoriamente em cada piquete experimental. Essa amostra também foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas. Nestas amostras foram quantificados os teores de MS; FDN e FDNi conforme descrito anteriormente.

A MSpd foi estimada segundo a seguinte equação:

$$\text{MSpd} = 0,98 \times (100 - \text{FDN}) + (\text{FDN} - \text{FDNi})$$

Para a avaliação das características nutricionais a partir do 35º dia do período experimental foi realizado um ensaio com duração de nove dias. Utilizou-se o método de três indicadores. Para estimar a excreção fecal, foi fornecido aos animais o indicador externo óxido crômico (Cr₂O₃), acondicionado em cartuchos de papel, correspondente a 15 g por animal/dia, aplicado com auxílio de uma sonda metálica, via esôfago, sempre às 10h00. Para

estimar o consumo individual de suplemento foi utilizado o dióxido de titânio (TiO₂) fornecido via suplemento na proporção de 10 g de indicador/kg de suplemento. Para estimar o consumo de MS total e MS de pasto foi utilizado como indicador interno a FDNi.

Tabela 2 – Composição química dos suplementos e da *Uruchloa decumbens*

| Item ¹ | Nível de substituição (%) | | | <i>U. decumbens</i> ⁴ |
|--------------------|---------------------------|-------|-------|----------------------------------|
| | 0 | 50 | 100 | |
| MS (%) | 89,15 | 89,25 | 92,35 | 33,26±1,6 |
| MO ² | 90,97 | 91,87 | 91,83 | 91,79±0,4 |
| PB ² | 33,9 | 29,45 | 29,57 | 8,63±0,9 |
| NIDN ³ | 8,24 | 9,06 | 10,73 | 25,38±2,1 |
| EE ² | 0,71 | 6,57 | 13,16 | 1,60±0,1 |
| FDNcp ² | 20,83 | 23,97 | 14,17 | 60,59±1,0 |
| CNF ² | 37,35 | 33,2 | 35,25 | 20,97±0,3 |
| FDAcp ² | 6,52 | 6,08 | 5,96 | 26,59±0,6 |
| FDNi ² | 5,12 | 4,52 | 5,04 | 23,93±1,9 |

^{1/} MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não-fibrosos; FDAcp – fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível. ^{2/} Em % da MS. ^{3/} Em % do nitrogênio total. ^{4/} Média das amostras obtidas por simulação manual do pastejo durante todo o período experimental.

Dos nove dias do ensaio, seis foram destinados à adaptação ao Cr₂O₃ e ao TiO₂. Nos últimos três dias foram realizadas coletas de fezes em horários diferenciados, às 15h00, 11h00 e às 7h00, respectivamente. As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação ou diretamente no reto dos animais, em quantidades aproximadas de 200 g, sendo identificadas por animal e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C/72 horas) e após a secagem, moídas em moinho de facas (1 e 2 mm).

No quinto dia do ensaio foi realizada uma simulação manual de pastejo, em cada piquete separadamente, sendo estas amostras usadas para a estimativa do consumo e dos coeficientes de digestibilidade.

Foi elaborada uma amostra composta de fezes com base no peso seco ao ar, por animal, dos três dias de coleta, as quais foram armazenadas em potes plásticos, devidamente identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica (Willians et al., 1962); dióxido de titânio por colorimetria (Titgemeyer et al., 2001) e de MS; PB; EE; FDNcp; FDNi e MM, conforme descrito anteriormente.

A excreção de matéria seca fecal foi estimada utilizando-se o indicador óxido crômico, sendo estimada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes:

$$\text{Matéria seca fecal } \left(\frac{g}{\text{dia}}\right) = \frac{\text{quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{concentração do indicador nas fezes (\%)}} \times 100$$

A estimativa do consumo individual de suplemento foi obtida através da seguinte equação:

$$CISup = \frac{EF \times CFi}{CSi}$$

em que: CISup = consumo individual de suplemento (kg/dia); CFi = concentração do indicador nas fezes do animal (kg/kg); CSi = concentração de indicador no suplemento (%).

A estimação do consumo voluntário de matéria seca foi realizada empregando-se como indicador interno a FDN indigestível, conforme a equação:

$$CMS \left(\frac{kg}{\text{dia}}\right) = \frac{(EF \times CIF) - IS}{CIFO} + CMSS$$

em que: CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e IS = consumo de indicador a partir do suplemento (kg).

Ao início, no meio e ao final do experimento, correspondente ao 1º, 42º e 84º dias experimentais, foram coletadas amostras de sangue quatro horas após a suplementação, para avaliação dos teores de insulina e progesterona. As amostras foram obtidas por punção da veia jugular com uso de tubos de vácuo com ativador de coagulação e gel separador (BD Vacutainer® SST II Advance). Após a coleta as amostras foram centrifugadas a $3500 \times g$ por 10 minutos e o soro analisado para os teores de insulina e progesterona por, respectivamente, quimiluminescência e electroquimioluminescência em laboratório comercial de análises clínicas.

Após a análise de variância, a soma de quadrados de tratamentos foi decomposta de forma ortogonal em três contrastes (Steel et al., 1997), sendo o primeiro destinado à comparação entre animais suplementados e não suplementados e os demais destinados à avaliação dos efeitos de ordem linear e quadrática em função da substituição do farelo de soja por grão de soja nos suplementos. Utilizou-se o PROC GLM do SAS (versão 9.1). De forma particular, as concentrações séricas de insulina e progesterona foram avaliadas seguindo-se esquema de medidas repetidas no tempo (Kaps & Lamberson, 2004) adotando-se estrutura de simetria composta para a matriz de (co)variâncias. Esta avaliação foi realizada utilizando-se o

PROC MIXED do SAS (versão 9.1). Para todos os procedimentos estatísticos foi adotado $\alpha = 0,10$.

Resultados e Discussão

Para o ótimo desempenho produtivo há necessidade de disponibilidade de MS que permita ao animal optar por material de maior valor nutritivo aumentando o consumo do substrato basal (Hogson, 1990). Para Paulino et al. (2008), a interpretação da forragem disponível ao pastejo como recurso nutricional basal deve ser conduzida sob a ótica da fração potencialmente convertível em produto animal que pode ser alcançado pela aplicação do conceito de MS_{pd}, pois este integra quantidade e qualidade independente da época do ano. Neste trabalho observou-se média de 3575 kg/ha de MS_{pd} (Figura 2), que correspondeu a uma oferta de 33,8 g/kg do PC, o que encontra-se abaixo da recomendação de Paulino et al. (2004) de 40 a 50 g/kg do PC para um desempenho satisfatório. Os percentuais de MS_{pd} em relação à MS foram de 63,46; 54,53 e 58,64 em abril (1º período), maio (2º período) e junho (3º período), respectivamente.

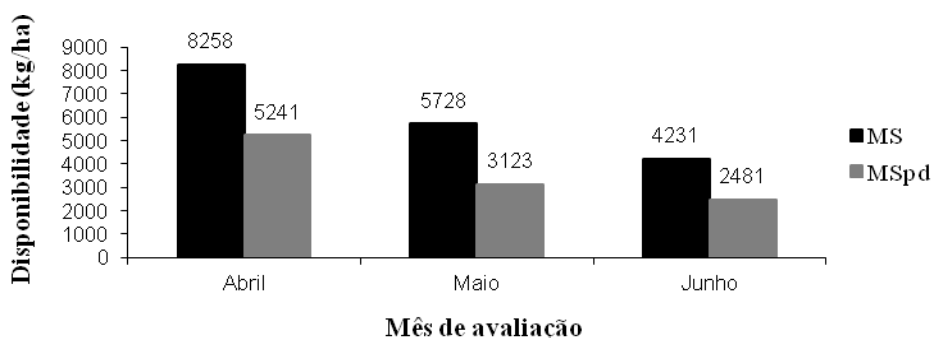


Figura 2 – Massa de matéria seca total (MS) e MS potencialmente digestível (MS_{pd}) durante o período experimental.

Os animais suplementados apresentaram ganho médio diário (GMD) superior aos animais do tratamento controle ($P < 0,10$; Tabela 3), este maior GMD correspondeu também a maior peso corporal final (PCF) nos animais suplementados ($P < 0,10$). Esta diferença no desempenho entre animais suplementados e não suplementados devem-se, provavelmente, ao maior consumo de compostos nitrogenados, que levou à melhoria da adequação

energia:proteína na dieta dos animais que receberam suplemento múltiplo. Não houve diferença de GMD e PCF entre os tratamentos que receberam suplemento múltiplo ($P>0,10$), portanto, o grão de soja pode substituir o farelo de soja sem alteração do desempenho. Paulino et al. (2006), ao fornecerem 500 g de farelo de soja ou grão de soja para machos em terminação, também não encontraram diferenças de desempenho entre os tratamentos recebendo farelo de soja ou grão de soja inteiro ou moído. Estes autores concluíram que o grão pode ser usado para a suplementação de animais em pastejo.

Tabela 3 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para contrastes para peso corporal final (PCF) em kg e ganho médio diário (GMD) em g em função dos diferentes tratamentos

| Item | Controle | Nível de substituição (%) | | | CV(%) | Valor- P^1 | | |
|------|----------|---------------------------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| | | 0 | 50 | 100 | | C | L | Q |
| GMD | 0,289 | 0,385 | 0,400 | 0,343 | 33,6 | 0,044 | 0,432 | 0,429 |
| PCF | 316,7 | 324,8 | 326,1 | 321,2 | 3,1 | 0,044 | 0,429 | 0,430 |

¹/Contrastes: animais suplementados versus não suplementados (C), efeitos de ordem linear (L) e efeitos de ordem quadrática (Q).

O teor médio de 8,63% de PB na MS da forragem (Tabela 2) situa-se acima do valor mínimo de 7-8% de PB na dieta basal, que é o limite mínimo necessário para manter o crescimento microbiano e promover a digestão de carboidratos fibrosos de forragem de baixa qualidade, conforme relatado por Lazzarini et al. (2009a), mas está abaixo do nível de 10% (Lazzarini et al., 2009b; Sampaio et al., 2009) que otimiza a utilização dos substratos energéticos da forragem, explicando o menor desempenho dos animais recebendo somente suplemento mineral.

Além disso, verificou-se que 25,38% da proteína da forragem durante todo o experimento estava na forma de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN – Tabela 2), ou seja, lentamente disponível para o animal, o que justifica o uso de suplementos protéicos para que a utilização da forragem seja potencializada.

Foi verificado efeito positivo da suplementação ($P<0,10$) sobre o consumo de EE, PB e CNF e efeito linear positivo ($P<0,10$) do nível de substituição do farelo de soja pelo grão de soja sobre o consumo de EE (Tabela 4). No caso do extrato etéreo, essa diferença se deve à maior presença deste constituinte nos suplementos. Os suplementos com grão de soja elevaram o nível de EE na dieta total de 1,55% (tratamento controle e 0% de substituição)

para 2,30% de EE no tratamento 50% e para 3,02% de EE no tratamento com 100% de substituição, que recebeu o grão de soja como fonte protéica exclusiva. Adicionalmente, as diferenças no consumo de PB e CNF entre animais controle e suplementados e o efeito linear crescente também se deve à maior presença deste nutriente na dieta dos animais suplementados.

Tabela 4 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para os consumos de matéria seca total (MS), MS de pasto (MSP), matéria seca de suplemento (MSS), matéria orgânica (MO), MO de pasto (MOP), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), MS digerida (MSD), FDN digerida (FDND), nutrientes digestíveis totais (NDT) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) em função dos diferentes tratamentos

| Item | Controle | Nível de substituição (%) | | | CV(%) | Valor- <i>P</i> ¹ | | |
|-----------------------|----------|---------------------------|-------|-------|-------|------------------------------|--------|-------|
| | | 0 | 50 | 100 | | C | L | Q |
| kg/dia | | | | | | | | |
| MS | 5,650 | 5,724 | 6,069 | 6,585 | 23,1 | 0,337 | 0,174 | 0,875 |
| MSP | 5,650 | 5,133 | 5,235 | 5,776 | 22,8 | 0,544 | 0,256 | 0,652 |
| MSS | --- | 0,650 | 0,833 | 0,807 | 32,4 | --- | 0,178 | 0,289 |
| MO | 5,186 | 5,248 | 5,572 | 6,045 | 23,2 | 0,339 | 0,170 | 0,881 |
| MOP | 5,186 | 4,711 | 4,806 | 5,301 | 22,8 | 0,544 | 0,256 | 0,654 |
| PB | 0,488 | 0,643 | 0,697 | 0,737 | 24,9 | <0,001 | 0,192 | 0,914 |
| EE | 0,091 | 0,863 | 0,139 | 0,199 | 25,7 | <0,001 | <0,001 | 0,754 |
| CNF | 1,185 | 1,297 | 1,374 | 1,496 | 23,5 | 0,073 | 0,164 | 0,856 |
| FDNcp | 3,425 | 3,232 | 3,370 | 3,615 | 22,9 | 0,946 | 0,281 | 0,861 |
| MSD | 2,976 | 3,129 | 3,495 | 3,847 | 23,8 | 0,076 | 0,051 | 0,982 |
| FDND | 2,001 | 1,931 | 2,000 | 2,116 | 22,7 | 0,932 | 0,370 | 0,895 |
| NDT | 2,923 | 3,096 | 3,476 | 3,821 | 24,1 | 0,063 | 0,050 | 0,955 |
| g/kg de peso corporal | | | | | | | | |
| MS | 17,51 | 17,31 | 18,29 | 20,70 | 22,4 | 0,392 | 0,074 | 0,655 |
| MSP | 17,51 | 15,59 | 15,80 | 18,13 | 22,2 | 0,447 | 0,135 | 0,468 |
| MO | 16,07 | 15,88 | 16,79 | 19,00 | 22,4 | 0,394 | 0,073 | 0,658 |
| MOP | 16,07 | 14,31 | 14,50 | 16,64 | 22,2 | 0,447 | 0,135 | 0,468 |
| FDNcp | 10,61 | 9,80 | 10,17 | 11,35 | 22,1 | 0,835 | 0,145 | 0,655 |
| FDNi | 4,19 | 3,82 | 3,89 | 4,47 | 22,2 | 0,684 | 0,118 | 0,482 |
| g/kg ^{0,75} | | | | | | | | |
| NDT | 38,32 | 39,73 | 44,61 | 50,64 | 22,4 | 0,058 | 0,016 | 0,879 |

¹/Contrastes: animais suplementados *versus* não suplementados (C), efeitos de ordem linear (L) e efeitos de ordem quadrática (Q).

O consumo pode ser afetado pelo nível de lipídios na dieta. Porém não houve diferenças ($P>0,10$) no consumo de MS, MS de pasto, MO, MO de pasto, FDNcp e FDN

digerida (FDND – kg/dia) entre os tratamentos ($P>0,10$; Tabela 4); no entanto, ao avaliar-se a MS que foi efetivamente digerida observou-se diferença entre o tratamento controle e os suplementados e também efeito linear positivo do nível de substituição de farelo de soja pelo grão de soja. Estas diferenças se devem ao aumento no coeficiente de digestibilidade da MS (efeito de suplementação e efeito linear do nível de substituição; Tabela 5).

A inclusão de óleo em dietas para ruminantes tem sido relacionada à diminuição no consumo de MS, mas a causa desse consumo mais baixo ainda não está bem estabelecida. Frequentemente, a explicação é relacionada à interferência dos lipídios insaturados sobre a atividade das bactérias Gram-positivas, principais responsáveis pela degradação da fibra (Cant et al., 1997). Além desses aspectos, as fontes lipídicas poderiam ainda afetar o consumo pela ação direta sobre os hormônios intestinais, pela oxidação de ácidos graxos no fígado e pela aceitabilidade das fontes utilizadas (Allen, 2000). De acordo com essas informações, os teores de grão no suplemento não ativaram nenhum mecanismo que afetasse o consumo neste trabalho, o que pode ser explicado pelos teores de extrato etéreo das dietas, o maior nível foi de 3,0%, abaixo do limite de 5,0% preconizado por Palmquist & Jenkins (1980) para evitar redução no consumo, e pelo fornecimento do grão ter se dado na forma inteira, o qual pode passar intacto pelo rúmen, e dessa forma não causar alterações na digestibilidade.

Segundo Costa et al. (2008), os suplementos protéicos promovem o aumento do consumo de forragem devido ao fornecimento de nitrogênio amoniacal para os microrganismos ruminais. A ausência de efeito significativo para consumo de MS de pasto pode ser explicada pelo fato da forragem durante o período experimental possuir teor médio de compostos nitrogenados acima do mínimo requerido para o adequado aproveitamento da forragem.

Observou-se efeito linear crescente do nível de substituição da fonte protéica sobre o consumo de MS e de MO em g/kg de peso corporal, embora não tenha ocorrido essa diferença em kg/dia. Pode-se inferir que esta diferença esteja ligada, principalmente, à diferença numérica de 26% encontrada no consumo dos suplementos, 650 g para o 0% e 820g para o 50% e 100% de substituição, em média. A oferta diária de suplemento foi idêntica para os grupos, mas como as novilhas foram alimentadas em conjunto com um touro em cada grupo, o touro do grupo 0% pode ter consumido mais que 1 kg/dia, reduzindo a quantidade efetivamente consumida pelas novilhas deste grupo.

Houve efeito de suplementação ($P<0,10$) e efeito linear positivo ($P<0,10$) do nível de substituição da fonte protéica sobre a ingestão de nutrientes digestíveis totais (NDT) em kg/dia. Essa maior ingestão de NDT deve-se, principalmente, à maior digestibilidade da MS

total, e de seus constituintes, com conseqüente maior consumo de MS efetivamente digerida. Além disso, parte dos CNF foi substituída pelo extrato etéreo, fração 2,25 vezes mais energética.

O valor de consumo de NDT ditado pela exigência nutricional para manutenção e ganho de 0,400 kg/dia é de 3,3 kg/dia (Valadares Filho et al., 2010), os valores observados no presente experimento estão de acordo com esse valor. Este consumo de NDT por dia levaria a um consumo de NDT, em g/kg de peso metabólico, de 45,78 coerente com os valores encontrados para os níveis de substituição de 50 e 100%, mas acima dos valores encontrados para os tratamentos controle e 0% de grão de soja.

Mesmo em condições tropicais, com a utilização de recursos basais de baixa qualidade, a regulação do consumo voluntário não pode ser definida exclusivamente por um único mecanismo regulador, mecanismos físicos como a repleção ruminal atuam em conjunto com mecanismos fisiológicos ou metabólicos (Detmann et al., 2003).

A razão entre proteína metabolizável e energia metabolizável, na Tabela 5 e Figura 3 representada pela relação NDT/PB, constitui um dos fatores determinantes do consumo (Illius & Jessop, 1996), e os ajustes realizados pelo animal à respeito do aumento ou diminuição da utilização da fibra e diminuição no consumo indica mecanismos adaptativos para redução de fatores de desconforto, como, por exemplo, o excesso de energia na dieta (Forbes, 2003). Nestes casos, o excesso de energia seria eliminado por ciclos fúteis no metabolismo animal (Leng, 1990; Poppi e McLennan, 1995).

Segundo Valadares Filho et al. (2010) a relação NDT/PB ditada pela exigência nutricional para manutenção e ganho de 0,4 kg/dia é de 4,65, valor abaixo do encontrado neste trabalho, mesmo para o maior GMD (Figura 3). Observa-se que à medida que se eleva o nível de substituição do farelo de soja pelo grão de soja a relação NDT/PB aumenta ($P < 0,10$; Tabela 5 e Figura 3), reflexo do aumento no consumo de NDT (Tabela 4). Uma vez que este aumento do consumo de NDT não foi acompanhado por aumento do consumo de PB, o equilíbrio dietético em termos de NDT/PB piorou. Este fato pode explicar porque o aumento no consumo de NDT não foi acompanhado por uma melhoria no desempenho nos animais que receberam grão de soja.

Destaca-se que Detmann et al. (2010) analisaram forragem colhida em pastagens tropicais sob manejo contínuo e observaram que a maioria dos dados apresentaram relação NDT/PB acima daquelas demandadas pelos animais, o que também foi observado no presente experimento, com relação NDT/PB de 5,98. A suplementação permitiu um aumento do teor

de PB na dieta o que ampliou o equilíbrio dietético, reduzindo a relação para valores próximos a 5,00 e possibilitou maiores GMD.

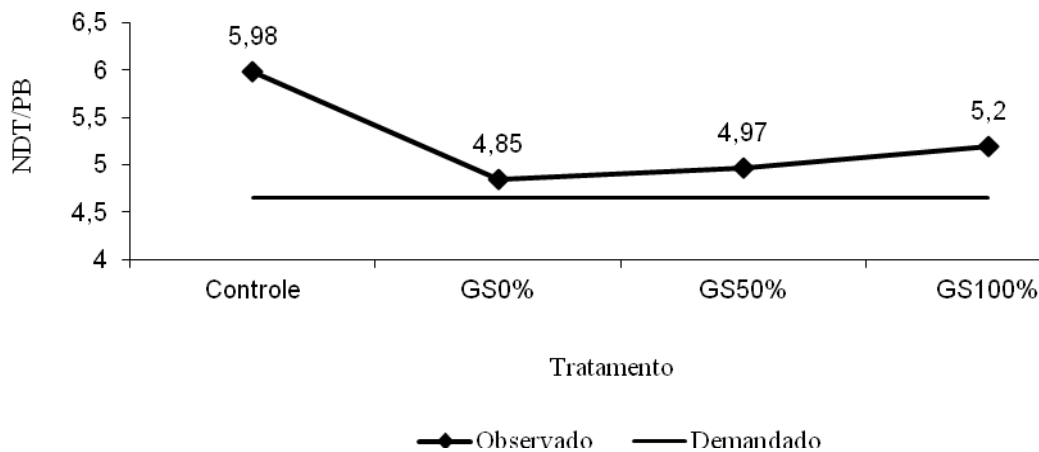


Figura 3 – Relação NDT:PB observada e relação NDT:PB demandada (BR-Corte, 2010).

A suplementação melhorou a digestibilidade da MS e de todos os constituintes da dieta ($P < 0,10$; Tabela 5), exceto da FDNcp ($P > 0,10$). Esta melhoria pode ser devido à presença de compostos mais facilmente digeríveis na dieta dos animais que receberam suplemento múltiplo.

De acordo Lazzarini et al. (2009a), 7% de PB na forragem seriam suficientes para promover o adequado aproveitamento da fibra da forragem de baixa qualidade, isto provavelmente explica a ausência de efeito significativo para a digestibilidade da FDNcp e para o consumo de FDNcp digerida, uma vez que os compostos nitrogenados presentes na forragem seriam suficientes para adequada utilização dos compostos fibrosos do pasto.

Houve ainda efeito linear crescente ($P < 0,10$) da substituição do farelo pelo grão de soja sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, EE, CNF.

Os valores observados para a digestibilidade aparente total do EE foram extremamente variados, visto o elevado coeficiente de variação e os valores negativos que originaram médias muito baixas, provavelmente devido ao baixo teor de EE da dieta para os tratamentos controle e 0% de substituição. Mas o comportamento das médias mostra que à medida que se aumenta a inclusão de EE na dieta, maior o coeficiente de digestibilidade aparente deste constituinte. Este comportamento é devido à diluição do EE metabólico fecal.

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para a digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e para os níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) e relação NDT:PB em função dos diferentes tratamentos

| Item | Controle | Nível de substituição (%) | | | CV(%) | Valor-P | | |
|--------|----------|---------------------------|------|------|-------|---------|--------|-------|
| | | 0% | 50% | 100% | | C | L | Q |
| MS | 52,5 | 54,3 | 57,5 | 58,6 | 3,5 | <0,001 | <0,001 | 0,163 |
| MO | 56,7 | 58,7 | 61,4 | 61,6 | 3,3 | <0,001 | 0,002 | 0,117 |
| PB | 63,6 | 69,3 | 69,2 | 66,6 | 5,9 | 0,001 | 0,142 | 0,422 |
| EE | -21,7 | -13,0 | 21,6 | 40,8 | 244,7 | <0,001 | <0,001 | 0,113 |
| FDNcp | 58,5 | 59,6 | 59,5 | 58,6 | 3,2 | 0,250 | 0,249 | 0,610 |
| CNF | 54,6 | 55,9 | 65,8 | 68,8 | 7,7 | <0,001 | <0,001 | 0,067 |
| NDT | 52,4 | 54,2 | 55,9 | 55,3 | 3,3 | <0,001 | 0,168 | 0,093 |
| NDT:PB | 5,98 | 4,85 | 4,97 | 5,20 | 4,8 | <0,001 | 0,003 | 0,591 |

¹/Contrastes: animais suplementados versus não suplementados (C), efeitos de ordem linear (L) e efeitos de ordem quadrática (Q).

Um dos possíveis efeitos adversos da inclusão de lipídeos em dietas para ruminantes é a diminuição da digestibilidade de nutrientes, principalmente da fibra. A queda na digestibilidade da fibra está relacionada à formação de uma barreira física nas partículas que dificulta o ataque microbiano e a ação tóxica do ácido graxo insaturado sobre certas espécies de microrganismos (Palmquist, 1991). Os tratamentos apresentaram coeficientes de digestibilidade de FDNcp semelhantes (Tabela 5), sugerindo que as condições ruminais mantiveram-se constantes para as quatro dietas.

Não houve interação ($P>0,10$) de dias de coleta (início, meio ou fim) e tratamento sobre a concentração sérica de insulina (Tabela 6). Não houve efeito da suplementação e nem do nível de substituição do farelo de soja pelo grão de soja sobre os teores séricos de insulina ($P>0,10$). A concentração de insulina circulante está correlacionada à ingestão de alimentos, isto explica o comportamento dos dados do presente experimento, uma vez que o CMS dos animais não diferiu entre os tratamentos ($P>0,10$; Tabela 4).

Não houve efeito no nível de grão de soja na dieta sobre os níveis séricos de insulina ($P>0,10$). O nível de EE na dieta pode aumentar os níveis de insulina. A hidrólise dos lipídios no rúmen libera ácidos graxos livres e glicerol, o glicerol é transformado em propionato (Doreau & Glasser, 2011), ácido graxo volátil capaz de aumentar os níveis de insulina circulante. Porém, este efeito não foi observado neste trabalho.

A concentração de insulina no sangue, muitas vezes é associada com o estado nutricional do animal uma vez que animais sob regime alimentar restrito possuem menor concentração sanguínea de insulina, quando comparados aos animais alimentados sem restrição alimentar (Pires et al., 2011). Observou-se que os teores deste hormônio metabólico variaram em função dos dias de coleta, sendo que ao final os animais possuíam teores de insulina maiores que ao início do experimento, refletindo a melhoria no balanço energético dos animais durante o período experimental.

Tabela 6 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância dos teores séricos de insulina (mcUI/ml) em função dos diferentes tratamentos

| Medida | Controle | Nível de substituição (%) | | | Média ¹ |
|---------------------|----------|---------------------------|-------|-----------------|--------------------|
| | | 0 | 50 | 100 | |
| Início | 4,509 | 5,780 | 4,630 | 5,420 | 5,085b |
| Meio | 5,981 | 5,470 | 4,620 | 5,610 | 5,420b |
| Fim | 9,673 | 14,48 | 6,900 | 6,690 | 9,503a |
| Média | 6,721 | 8,577 | 5,383 | 5,997 | CV(%) = 8,9 |
| Contraste | | | | Valor- <i>P</i> | |
| Tratamento × Medida | | | | 0,296 | |
| Tratamento: | | | | | |
| Controle | | | | 0,959 | |
| Linear | | | | 0,133 | |
| Quadrático | | | | 0,199 | |
| Medida | | | | 0,002 | |

¹/Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($P > 0,10$).

A ligação da insulina ao seu receptor resulta em uma série de efeitos metabólicos, sendo o mais importante a estimulação do transporte de glicose para o interior das células, que é a principal fonte de energia para o ovário (Rabiee et al., 1997; Lawrence et al., 2007), além disso a insulina também estimula a esteroidogênese pelas células ovarianas bovinas (Spicer & Echternkamp, 1995) e atua também regulando a síntese de neurotransmissores de GnRH e, conseqüentemente, controlando a secreção das gonadotrofinas, principalmente na liberação de LH pela hipófise, um dos principais hormônios ligados ao estabelecimento da puberdade. O comportamento dos teores de insulina está de acordo também com os teores circulantes do hormônio progesterona (Tabela 7), o aumento nos níveis de insulina foi acompanhado pelo aumento nos níveis de progesterona.

Uma vez que os ácidos graxos da dieta representam o substrato direto para a produção de colesterol (Angulo et al., 2005; Staples et al., 1998) e o colesterol é o substrato

para a produção de progesterona e hormônios esteróides, maiores níveis de progesterona seriam observados em animais recebendo dietas ricas em lipídios (Thomas et al., 1997). Esse efeito não foi observado no presente experimento ($P>0,10$).

Fisiologicamente, a puberdade caracteriza-se por um aumento na concentração e frequência pulsátil de LH e um decréscimo na sensibilidade do hipotálamo aos esteróides gonadais, o que resulta na primeira ovulação (Hafez & Hafez, 2004) e conseqüente elevação dos níveis séricos de progesterona a valores maiores que 1 ng/mL (Gasser et al., 2006), caracterizando a atividade luteal cíclica. Observou-se que ao início do experimento as novilhas não estavam ciclando (níveis menores que 1 ng/mL) e que os teores de progesterona foram maiores ao final do experimento ($P<0,10$; Tabela 7 e Figura 4), mas não diferiram entre os tratamentos ($P>0,10$).

Tabela 7 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância dos teores séricos de progesterona (ng/mL) em função dos diferentes tratamentos

| Medida | Controle | Nível de substituição (%) | | | Média ¹ |
|---------------------|----------|---------------------------|-------|---------|--------------------|
| | | 0 | 50 | 100 | |
| Início | 0,953 | 0,902 | 0,129 | 1,028 | 0,753b |
| Meio | 4,679 | 1,164 | 1,527 | 4,381 | 2,938a |
| Fim | 4,606 | 2,401 | 1,629 | 3,617 | 3,063a |
| Média | 3,413 | 1,489 | 1,095 | 3,009 | CV(%) = 32,8 |
| Contraste | | | | Valor-P | |
| Tratamento × Medida | | | | 0,289 | |
| Tratamento: | | | | | |
| Controle | | | | 0,115 | |
| Linear | | | | 0,220 | |
| Quadrático | | | | 0,281 | |
| Medida | | | | <0,001 | |

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ($P>0,10$).

Existe relação direta entre idade, peso e eficiência reprodutiva em novilhas de corte, ou seja, à medida que aumenta o peso corporal maior a competência da novilha em iniciar a atividade reprodutiva, desde que a idade, definida pela genética, não seja limitante. Para que a primeira ovulação aconteça o peso é mais importante que a idade, uma vez que este sinaliza, aparentemente através da leptina, para o eixo reprodutivo a aptidão do organismo em iniciar a atividade reprodutiva (Barash et al., 1996). Pela Figura 4 é possível observar que as novilhas do presente experimento começaram a atividade luteal, com base na concentração sérica de

progesterona, por volta dos 297 kg de peso corporal, que foi atingido próximo ao 18º mês de idade.

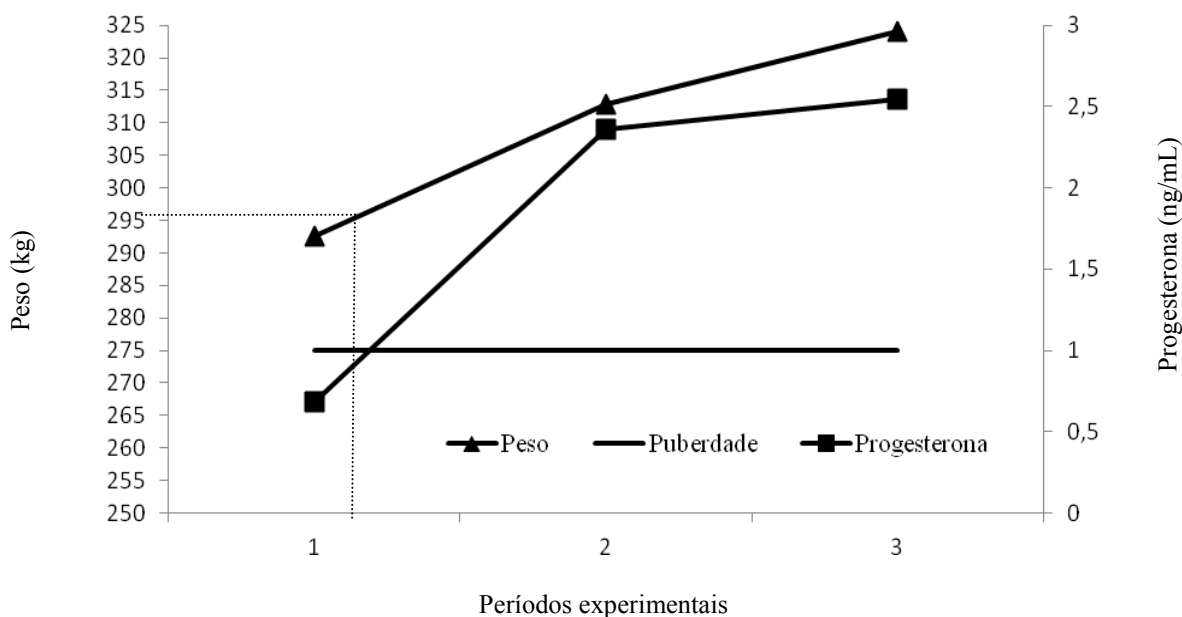


Figura 4 – Relação entre o peso e a puberdade.

Conclusões

O fornecimento de suplemento múltiplo otimiza o desempenho de novilhas em pastejo no período de transição águas-seca. A substituição do farelo de soja pelo grão de soja, não altera o desempenho produtivo dos animais.

Referências

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.
- BARASH, I.A.; CHEUNG, C.C.; WEIGLE D.S. et al. Leptin is a metabolic signal to the reproductive system. **Endocrinology**, v.137, p.3144-3147, 1996.
- CABRAL, C.H.A. **Níveis de suplementação para fêmeas bovinas de corte em pastejo**. 2011. 88f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CANT, J.P.; FREDEEN, A.H.; MacINTYRE, T. et al. Effect of fish oil on milk composition in dairy cows. **Canadian Journal of Animal Science**, v.77, p.125-131, 1997.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação in vitro da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função de

- suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.494-503, 2008.
- DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1763-1777, 2003.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7, 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2010. p.191-240.
- DOREAU M.; GLASSER F. Ruminant Biohydrogenation of Fatty Acids. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 3, 2011, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: USP, 2011. p.46-62.
- FORBES, J.M. The multifactorial nature of food intake control. **Journal of Animal Science**, v.81, p.139-144, 2003.
- GASSER, C.L.; GRUM, D.E.; MUSSARD, M.L. et al. Induction of precocious puberty in heifers: I. Enhanced secretion of luteinizing hormone. **Journal of Animal Science**, v.84, p.2035-2041, 2006.
- HAFEZ, E.S.E.; HAFEZ, B. **Reprodução animal**. 7. ed. Barueri: Manole, 2004. 509p.
- HESS, B.W.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; MURRIETA, C.M. et al. Long-chain fatty acid flow to the duodenum of cattle fed limited amounts of forage plus supplementary ruminally undegradable protein containing fishmeal. In: WESTERN SECTION, AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 58, 2007, Moscow. **Proceedings...** Moscow: American Society of Animal Science, 2007. p.320-324.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. 1.ed. London: Longman, 1990. 203p.
- ILLIUS, A.W.; JESSOP, N.S. Metabolic Constraints on voluntary intake in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, p.3052-3062, 1996.
- KAPS, A.M.; LAMBERSON, W.R. **Biostatistics for Animal Science**. 1.ed. London: CABI Publishing, 2004. 445p.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.635-647, 2009a.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021-2030, 2009b.

- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, p.277-303, 1990.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- MAQUIVAR, M.; DAY, M.L. Regulação nutricional da puberdade. In: CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 13, 2009, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UNESP, 2009. p.143-158.
- 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.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.
- PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.1354-1360, 1991.
- PAULINO, M.F.; SILVA, H.C.M.; RUAS, J.R.M. et al. Efeitos de diferentes níveis de uréia sobre o desenvolvimento de novilhas zebus. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.35, p.321-345, 1983.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2004. p.93-144.
- PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Terminação de novilhos mestiços leiteiros sob pastejo, no período das águas, recebendo suplementação com soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.154-158, 2006.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p.275-306.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.
- RIGOLON, L.P.; PRADO, I.N.; CAVALIERI, F.L.B. et al. Níveis de ingestão de matéria seca sobre metabólitos e hormônios circulantes e hormônios foliculares em novilhas de corte. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, p.367-383, 2008.
- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I. et al. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.560-569, 2009.
- SANTOS, J.E.P.; AMSTALDEN, M. Effects of nutrition on bovine reproduction. **Arquivos da Faculdade de Veterinária da UFRGS**, v.26, p.19-89, 1998.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

- SILVA, M.D.; BARCELLOS, J.O.J.; PRATES, E.R. Desempenho produtivo de novilhas de corte acasaladas aos 18 ou aos 24 meses de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2057-2063, 2005.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics. A biometrical approach**. 3.ed. New York: McGraw Hill Co., 1997. 666p.
- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa: DZO - UFV, 2010. 193p.
- VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C. et al. Evaluation of rumen degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2565-2573, 2011.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.
- WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.

Capítulo 2

Substituição temporal do farelo de soja por grão de soja em suplementos múltiplos para novilhas de corte em pastejo durante a época seca

Introdução

A reprodução é o ponto de partida para o sucesso de qualquer sistema de produção de gado de corte, pois as fêmeas são a base do sistema produtivo. Portanto, atenção especial deve ser dada a essas para que não haja comprometimento nas fases seguintes do sistema de produção de carne, visto que há necessidade, em quantidade e qualidade, de fêmeas de reposição no sistema de produção de carne bovina.

Contudo, a recria de novilhas pode ser prejudicada em detrimento de machos destinados ao abate, os quais, geralmente, têm acesso a melhores pastos. Isso resulta em atraso na idade ao primeiro acasalamento (Neves et al., 2009).

A dieta de bovinos alimentados basicamente com forrageiras tem baixo teor lipídico (entre 1-2% da MS), sendo que níveis mais altos podem ser alcançados pela adição de sementes de oleaginosas, como o grão de soja, na dieta. A função primária das gorduras na dieta de ruminantes é fornecer energia (NRC, 2001), mas a gordura também pode ser utilizada para manipular os processos fisiológicos ligados à reprodução em fêmeas bovinas de corte e é possível que a resposta reprodutiva à gordura suplementar seja afetada pela duração do período em que as novilhas receberam a gordura (Lammoglia et al., 2000; Hess et al., 2002)

Porém, os efeitos impostos por altos teores de gordura na dieta limitam o seu uso. Por isso é importante assegurar que a utilização dos outros constituintes da dieta, especialmente a fibra, não seja prejudicada em dietas de animais suplementados com fontes oleaginosas. Então, torna-se necessário reconhecer a interação dos componentes da dieta (Detmann et al., 2008), de modo a explorar os efeitos benéficos e/ou minimizar os efeitos deletérios da interação entre os seus constituintes.

Na literatura, verificam-se poucos trabalhos envolvendo a utilização do grão de soja na formulação de suplementos múltiplos para bovinos em regime de pastejo (Paulino et al., 2006). A perspectiva de seu uso nas rações para ruminantes é grande, a substituição do farelo de soja pelo grão pode promover ganhos semelhantes (Detmann et al., 2009) e ainda constitui alternativa para redução de custos na formulação dos suplementos (Paulino et al., 2006).

Objetivou-se avaliar o efeito da substituição temporal do farelo de soja pelo grão de soja no suplemento múltiplo sobre as características nutricionais e o desempenho produtivo de novilhas em recria sob pastejo em *Uruchloa decumbens* no período da seca.

Material e métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Setor de Gado de Corte do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, localizado no município de Viçosa-MG, entre os meses de junho e outubro de 2010, referente ao período de seca. As variáveis climáticas durante o período experimental estão apresentadas na Figura 1.

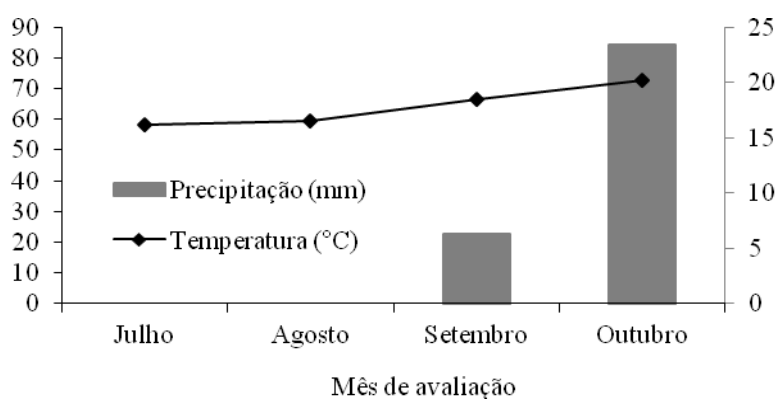


Figura 1 – Precipitação (mm) e temperatura média (°C) durante o período experimental.

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola – UFV.

Foram utilizadas 40 novilhas com, no mínimo, 50% de sangue Nelore, com idades e pesos médios iniciais, de 21 meses e 325 ± 6 kg, respectivamente.

Foi destinada aos animais uma área experimental com 20 hectares, constituída por quatro piquetes com 5 ha, cobertos uniformemente com a gramínea *Uruchloa decumbens*, providos de bebedouros e cochos sendo estes cobertos e com acesso pelos dois lados.

O delineamento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e dez repetições. Foram utilizados dois suplementos: um com o farelo de soja como fonte protéica, e o outro com o grão de soja como fonte protéica (Tabela 1). Os suplementos eram isoprotéicos (30% de proteína bruta com base na matéria natural) e continham níveis de extrato etéreo de, aproximadamente, 2 e 10%. Foi avaliada a substituição temporal do farelo de soja pelo grão de soja por 0; 40; 80 e 120 dias (Tabela 2).

Tabela 1 – Composição percentual dos suplementos, com base na matéria natural

| Ingredientes (%) | Suplementos | |
|------------------------------|-------------|------|
| | FS | GS |
| Farelo de trigo | 43,0 | 41,5 |
| Farelo de soja | 50,0 | - |
| Grão de soja | - | 50,0 |
| Mistura mineral ¹ | 6,0 | 6,0 |
| Uréia/ SA (9:1) | 1,0 | 2,5 |

¹Composição percentual: fosfato bicálcico, 50,00; cloreto de sódio, 47,15; sulfato de zinco, 1,50; sulfato de cobre, 0,75; sulfato de cobalto, 0,05; iodato de potássio, 0,05 e sulfato de magnésio: 0,05.

Os suplementos foram fornecidos diariamente na quantidade de 1,0 kg/animal/dia, às 10h00 e em comedouro conjunto, com dois metros de comprimento, para permitir o acesso simultâneo dos animais.

Todos os animais foram submetidos ao controle de ecto e endoparasitas ao início do experimento e durante o período experimental, quando necessário.

Os animais foram pesados no início do experimento após jejum hídrico e alimentar de 14 horas; logo após, os tratamentos foram aleatoriamente designados às unidades experimentais (animais). Formaram-se quatro lotes, agrupando-se os animais que receberiam o mesmo tratamento.

Tabela 2 – Esquematização das estratégias de fornecimento dos suplementos

| Período experimental | Estratégia | | | |
|----------------------|---------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| | GS _{0dias} | GS _{40dias} | GS _{80dias} | GS _{120dias} |
| 1º | Suplemento FS | Suplemento FS | Suplemento FS | Suplemento GS |
| 2º | Suplemento FS | Suplemento FS | Suplemento GS | Suplemento GS |
| 3º | Suplemento FS | Suplemento GS | Suplemento GS | Suplemento GS |

A cada 10 dias, os animais foram rotacionados entre os piquetes, visando à eliminação de possíveis efeitos de piquetes sobre os tratamentos (disponibilidade de pasto, localização da aguada e cocho, relevo, sombreamento e etc.); o tratamento acompanhou o grupo de animais. O ganho médio diário de peso das novilhas foi determinado pela diferença entre o peso final e inicial, ambos realizados após jejum hídrico e alimentar de 14 horas, dividido pelo número de dias experimentais (120 dias).

A amostragem para avaliação qualitativa do pasto consumido pelos animais foi realizada via simulação manual de pastejo a cada 20 dias. Essa amostra foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas e moída em moinhos

de facas (1 e 2 mm). Nas amostras de forragem e dos concentrados foram quantificados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), segundo Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN) segundo recomendações de Mertens (2002), utilizando-se α -amilase termoestável e omitindo-se o uso de sulfito de sódio; as correções para proteína e cinzas na FDN seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente; fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest & Robertson (1985), as correções para proteína e cinzas na FDA seguiram os procedimentos descritos por Licitra et al. (1996) e Mertens (2002), respectivamente; fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após a incubação in situ por 288 horas usando e sacos de F57 (Ankom[®]), de acordo com Valente et al. (2011); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), segundo descrição de Licitra et al. (1996).

Devido à presença da uréia nos suplementos, a quantificação dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi realizada de acordo com Detmann & Valadares Filho (2010):

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB da uréia} + \% \text{ de uréia}) + \% \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{MM}]$$

em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

No vigésimo dia de cada período experimental foi realizada coleta do pasto para quantificação da disponibilidade total de matéria seca e de matéria seca potencialmente digestível, através do corte rente ao solo de quatro áreas delimitadas por um quadrado metálico de 0,5 × 0,5 m, selecionados aleatoriamente em cada piquete experimental. Essa amostra também foi pesada e levada imediatamente à estufa com circulação forçada de ar a 60°C por 72 horas. Nestas amostras foram quantificados os teores de MS; FDN e FDNi conforme descrito anteriormente.

A MSpd foi estimada segundo a seguinte equação:

$$\text{MSpd} = 0,98 \times (100 - \text{FDN}) + (\text{FDN} - \text{FDNi})$$

Para a avaliação das características nutricionais a partir do 52º dia do período experimental foi realizado um ensaio com duração de nove dias. Utilizou-se o método de três indicadores. Para estimar a excreção fecal, foi fornecido aos animais o indicador externo óxido crômico (Cr₂O₃), acondicionados em cartuchos de papel, correspondente a 15 g por animal/dia, aplicado com auxílio de uma sonda metálica, via esôfago, sempre às 10h00. Para estimar o consumo individual de suplemento foi utilizado o dióxido de titânio (TiO₂) fornecido via suplemento na proporção de 10g de indicador/kg de suplemento. Para estimar o consumo de pasto foi utilizado como indicador interno a FDNi.

Tabela 3 – Composição química dos suplementos e da *Uruchoa decumbens*

| Item ¹ | Suplementos | | <i>U. decumbens</i> ⁴ | <i>U. decumbens</i> ⁵ |
|--------------------|-------------|-------|----------------------------------|----------------------------------|
| | FS | GS | | |
| MS ² | 89,15 | 92,35 | 37,43 | 36,96±1,6 |
| MO ² | 90,97 | 91,83 | 92,03 | 92,25±0,3 |
| PB ² | 33,9 | 29,57 | 3,06 | 4,22±0,1 |
| NIDN ³ | 8,24 | 10,73 | 47,99 | 33,76±1,3 |
| EE ² | 0,71 | 13,16 | 1,27 | 1,71±0,1 |
| FDNcp ² | 20,83 | 14,17 | 68,56 | 68,78±1,4 |
| CNF ² | 37,35 | 35,25 | 19,15 | 17,54±1,2 |
| FDAcp ² | 6,52 | 5,96 | 33,10 | 32,18±0,9 |
| FDNi ² | 5,12 | 5,04 | 36,49 | 34,01±1,5 |

^{1/} MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF – carboidratos não-fibrosos; FDAcp – fibra em detergente ácido corrigida para cinzas e proteína; FDNi - fibra em detergente neutro indigestível. ^{2/} Em % da MS. ^{3/} Em % do nitrogênio total. ^{4/} Amostra obtida por simulação manual do pastejo durante o período de avaliação nutricional. ^{5/} Médias das amostras obtidas por simulação manual do pastejo durante todo o período experimental.

Dos nove dias do ensaio, os seis dias iniciais foram destinados à adaptação dos animais ao Cr₂O₃ e ao TiO₂. Nos últimos três dias foram realizadas coletas de fezes em horários diferenciados, às 15h00, 11h00 e às 7h00, respectivamente. As amostras de fezes foram coletadas imediatamente após a defecação ou diretamente no reto dos animais, em quantidades aproximadas de 200 g, sendo identificadas por animal e secas em estufa com circulação forçada de ar (60°C/72 horas) e após a secagem, moídas em moinho de facas (1 e 2 mm).

No quinto dia do ensaio foi realizada uma simulação manual de pastejo, em cada piquete separadamente, sendo estas amostras usadas para a estimativa do consumo e dos coeficientes de digestibilidade.

Foi elaborada uma amostra composta de fezes por animal dos três dias de coleta, com base no peso seco ao ar, as quais foram armazenadas em potes plásticos, devidamente identificadas e posteriormente analisadas quanto aos teores de cromo, por espectrofotometria de absorção atômica, conforme descrito por Willians et al. (1962); dióxido de titânio, através de colorimetria (Titgemeyer et al., 2001) e de MS; PB; EE; FDNcp; FDNi e MM, conforme descrito anteriormente.

A excreção de matéria seca fecal foi estimada utilizando-se o indicador óxido crômico, sendo estimada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecido e sua concentração nas fezes:

$$\text{Matéria seca fecal } \left(\frac{g}{\text{dia}}\right) = \frac{\text{quantidade fornecida do indicador (g)}}{\text{concentração do indicador nas fezes (\%)}} \times 100$$

A estimativa do consumo individual de suplemento foi obtida através da seguinte equação:

$$CISup = \frac{EF \times CFi}{CSi}$$

em que: CISup = consumo individual de suplemento (kg/dia); CFi = concentração do indicador nas fezes do animal (kg/kg); CSi = concentração de indicador no suplemento (%).

A estimação do consumo voluntário de matéria seca foi realizada empregando-se como indicador interno a FDN indigestível, conforme a equação:

$$CMS \left(\frac{kg}{\text{dia}}\right) = \frac{(EF \times CIF) - IS}{CIFO} + CMSS$$

em que: CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e IS = consumo de indicador a partir do suplemento (kg).

No último dia do ensaio de digestibilidade foi foram obtidas amostras “spot” de urina, em micção espontânea, e de sangue, via punção da veia jugular, realizadas aproximadamente quatro horas após o fornecimento do suplemento. Após a coleta, as amostras de urina foram diluídas com 40 mL de H₂SO₄ (0,036 N) e congeladas a -20°C para posterior avaliação dos teores de creatinina, uréia e derivados de purina. As amostras de sangue foram coletadas ao final do período de coleta de urina utilizando-se de tubos de vácuo com ativador de coágulo e gel separador (BD Vacuntainer[®], SST II Advance). O sangue foi imediatamente centrifugado a 2700 × g por 15 minutos sendo soro armazenado (-20°C).

Para estimar os teores urinários de uréia foi utilizado o método enzimático-colorimétrico (InVitro[®], Uréia Liquicolor), para ácido úrico o método enzimático-colorimétrico com fator clareante de lípedes (InVitro[®], Uric Acid Liquicolor), e os teores de creatinina foram estimados pelo método de Jaffé modificado (InVitro[®], Creatinina). O cálculo do volume urinário diário foi feito empregando-se a relação entre a excreção diária de creatinina (EC), adotando-se como referência a equação proposta por Chizzotti et al. (2006), e a sua concentração nas amostras “spot”:

$$EC \left(\frac{mg}{kgPC}\right) = 32,27 - 0,010933 \times PC$$

em que: PC = peso corporal.

As análises de alantoína foram feitas pelo método colorimétrico (Chen & Gomes, 1992). A excreção total de derivados de purinas foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina.

As purinas absorvidas (y , mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purinas (x , mmol/dia), por intermédio da equação:

$$y = \frac{x - 0,301PC^{0,75}}{0,8}$$

em que: 0,80 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e $0,301PC^{0,75}$, a contribuição endógena para a excreção de purinas (Barbosa et al., 2011).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (X , g Nmic/dia) foi calculada em função das purinas absorvidas (y , mmol/dia), utilizando-se a equação descrita por Barbosa et al. (2011):

$$X = \frac{70y}{0,93 \times 0,137 \times 1000}$$

em que: 70 é o conteúdo de N de purinas (mg N/mol); 0,137, a relação N purinas:N total nas bactérias; e 0,93, a digestibilidade das purinas bacterianas. A eficiência microbiana foi expressa em g PB microbiana/kg de nutrientes digestíveis totais (g PBmic/kg NDT).

Ao início e ao final do experimento foram coletadas duas amostras de sangue quatro horas após a alimentação, intervaladas por dez dias, buscando-se abranger as fases estrogênica e progesterônica do ciclo estral. As amostras foram obtidas por punção da veia jugular com uso de tubos de vácuo com ativador de coágulo e gel separador (BD Vacuntainer[®], SST II Advance). Após a coleta as amostras foram centrifugadas a $3500 \times g$ por 10 minutos e o soro analisado pra os teores de insulina e progesterona por, respectivamente, quimiluminescência e electroquimioluminescência em laboratório comercial de análises clínicas.

Para avaliação do desempenho, após a análise de variância, a soma de quadrados de tratamentos foi decomposta de forma ortogonal em três contrastes (Steel et al., 1997), destinados à avaliação dos efeitos de ordem linear, quadrática e cúbica em função do tempo de substituição do suplemento com farelo de soja pelo suplemento com grão de soja. Para o caso das características nutricionais, considerando um único momento de avaliação, a comparação foi realizada considerando-se somente a suplementação com farelo de soja ou grão de soja. Utilizou-se o PROC GLM do SAS (versão 9.1). De forma particular, as concentrações séricas de insulina e progesterona foram avaliadas seguindo-se esquema de medidas repetidas no tempo (Kaps & Lamberson, 2004) adotando-se estrutura de simetria composta para a matriz de (co)variâncias. Esta avaliação foi realizada utilizando-se o PROC

MIXED do SAS (versão 9.1). Neste caso, a comparação entre tratamentos foi realizada considerando-se o mesmo esquema de decomposição ortogonal utilizado para avaliação do desempenho. Adicionalmente, a comparação entre tempos foi realizada utilizando-se três contrastes ortogonais: o primeiro aplicável à comparação entre as medias tomadas no início e no final do período experimental, os demais foram aplicado para comparação entre as medidas consecutivas tomadas no início e no final do experimento. Para todos os procedimentos estatísticos foi adotado $\alpha = 0,10$.

Resultados e Discussão

No sistema de produção de bovinos criados a pasto a base da alimentação é a forragem que é selecionada e colhida pelo próprio animal e para o máximo desempenho produtivo há necessidade de disponibilidade de MS que permita ao animal optar por material de melhor valor nutritivo.

A massa média de MS foi 3915 kg/ha (Figura 2), representando 25,5 g/kg de PC das novilhas. A fração MS_{pd} foi de 1953 kg/ha e corresponde à fração potencialmente convertível em produto animal, pois integra quantidade e qualidade independente da época do ano e no presente experimento correspondeu à aproximadamente 50% da MS total do pasto. Paulino et al. (2004) preconizaram de 40 a 50 g/kg de PC dos animais de oferta de MS_{pd} de pasto para um desempenho satisfatório. Neste trabalho a massa média de MS_{pd} foi de 12,7 g/kg de PC, sendo menos da metade do mínimo recomendado por este autor. Como a MS_{pd} é o recurso basal na alimentação deste sistema de produção, seu déficit promove a necessidade de recursos suplementares.

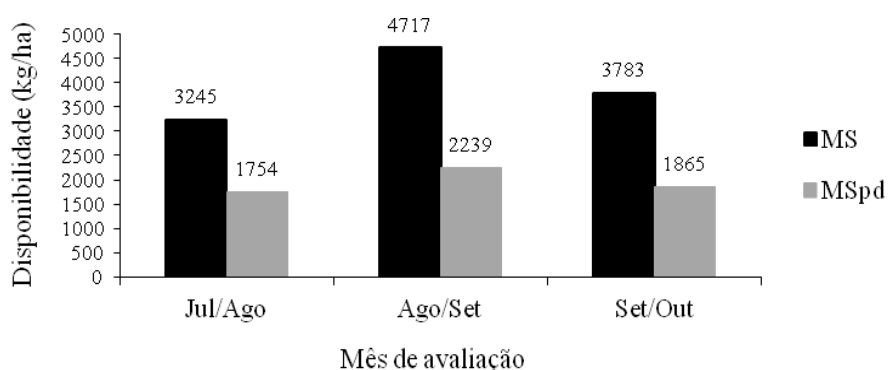


Figura 2 – Massa de matéria seca total (MS) e MS potencialmente digestível (MS_{pd}) durante o período experimental.

Não houve diferenças de GMD entre os tratamentos ($P>0,10$; Tabela 4) e todos se mantiveram próximos à manutenção. Cabral (2011), trabalhando na estação seca, encontrou dados de desempenho superiores aos do presente experimento, mas no trabalho do referido autor a oferta de MSpd e o teor de PB na forragem basal também foram superiores (25,4 g/kg de peso corporal e 5,4%, respectivamente).

Tabela 4 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para contrastes para peso corporal final (PCF) em kg e ganho médio diário (GMD) em g em função dos diferentes

| Item | Estratégia | | | | CV(%) | Valor – P^1 | | |
|------|------------|--------|--------|-------|-------|---------------|-------|-------|
| | GS0 | GS40 | GS80 | GS120 | | L | Q | C |
| GMD | -0,043 | -0,054 | -0,072 | 0,004 | 224,6 | 0,324 | 0,144 | 0,412 |
| PCF | 317,1 | 315,9 | 313,7 | 322,9 | 3,3 | 0,325 | 0,144 | 0,406 |

¹Efeitos de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) em função do período de substituição do farelo de soja pelo grão de soja.

Observaram-se diferenças no consumo de MS, MS de pasto, MO e MO de pasto, expressos em kg/dia, entre os suplementos ($P<0,10$). Em todos os casos o grão de soja melhorou o consumo. Hess et al. (2007) sugeriram que a taxa de inclusão ótima de gordura suplementar é de até 3% da MS, quando a meta é maximizar o uso de dietas à base de forragem, o presente trabalho corrobora a indicações dos autores, uma vez que o teor de EE na dieta dos animais que receberam grão de soja foi 3,0% *versus* 1,3% na dieta dos animais que receberam farelo de soja.

O grão de soja pode ser considerado uma fonte de gordura parcialmente protegida, visto que as gotículas de lipídios se encontram inseridas na matriz protéica dos grãos, conferindo-lhes proteção natural (Dias et al., 2009). Desta forma, os lipídios são liberados no rúmen de forma lenta e parte deles pode escapar sem serem biohidrogenados, reduzindo os efeitos adversos que estes lipídeos poderiam ter sobre o ambiente ruminal.

O consumo voluntário de MS por animais ruminantes consumindo forragens é limitado pelo fluxo de digesta através do trato gastrointestinal, relativo ao efeito de repleção ruminal (Allen, 1996). Alta parcela deste efeito, em forragens tropicais, tem-se atribuído à fração FDNi (Vieira et al., 1997). O maior consumo de FDNi pelos animais que receberam o suplemento GS ($P<0,10$; Tabela 5) pode ser um indicativo de aumento da taxa de passagem e do conseqüente aumento no consumo de MS.

Tabela 5 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para os consumos de matéria seca total (MS), MS de pasto (MSP), matéria seca de suplemento (MSS), matéria orgânica (MO), MO de pasto (MOP), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), MS digerida (MSD), FDN digerida (FDND), nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes suplementos

| Item | Fonte | | CV(%) | Valor-P |
|-------------------|------------------------|--------------|-------|---------|
| | F ^o de soja | Grão de soja | | |
| | kg/dia | | | |
| MS | 5,200 | 5,951 | 22,2 | 0,072 |
| MSP | 4,385 | 5,047 | 26,4 | 0,093 |
| MSS | 0,825 | 0,903 | 36,2 | 0,447 |
| MO | 4,768 | 5,487 | 22,2 | 0,061 |
| MOP | 4,017 | 4,666 | 25,4 | 0,084 |
| PB | 0,399 | 0,443 | 25,5 | 0,218 |
| EE | 0,068 | 0,175 | 26,7 | <0,001 |
| FDN _{cp} | 3,155 | 3,579 | 23,5 | 0,109 |
| CNF | 1,160 | 1,293 | 24,3 | 0,178 |
| MSD | 2,348 | 2,718 | 21,2 | 0,041 |
| FDND | 1,609 | 1,767 | 22,6 | 0,213 |
| NDT | 2,402 | 2,851 | 20,7 | 0,016 |
| | g/kg de peso corporal | | | |
| MS | 15,51 | 17,28 | 19,8 | 0,103 |
| MSP | 13,06 | 14,65 | 23,3 | 0,139 |
| MO | 14,22 | 15,93 | 19,9 | 0,088 |
| MOP | 11,99 | 13,52 | 23,3 | 0,127 |
| FDN _{cp} | 9,41 | 10,39 | 21,2 | 0,159 |
| FDN _i | 4,83 | 5,52 | 22,1 | 0,071 |
| | g/kg ^{0,75} | | | |
| NDT | 30,61 | 35,61 | 18,2 | 0,016 |

O fornecimento de grão de soja não alterou o consumo de FDN_{cp} e nem a digestibilidade deste constituinte ($P>0,10$), provavelmente devido ao baixo nível de inclusão do grão na dieta, que não foi capaz de elevar os teores de EE na dieta à níveis que fossem deletérios para a atividade dos microrganismos do rúmen e conseqüentemente para a digestão ruminal da fibra.

Houve maior consumo de EE ($P<0,10$; Tabela 5) com o GS. As diferenças no consumo deste constituinte se devem, principalmente, à sua presença em maior quantidade no suplemento GS (Tabela 3). Uma vez que a quantidade de EE no pasto é baixa, as diferenças

no consumo de MS de pasto não responderiam pelas diferenças encontradas no consumo deste constituinte.

Não houve diferenças no consumo de PB ou de CNF ($P>0,10$). Estas respostas são coerentes, uma vez que a composição dos suplementos em termos destes constituintes era semelhante (Tabela 3).

O teor médio de 4,22% de PB na MS da forragem obtida durante todo o período experimental situa-se abaixo do valor mínimo de 7-8% de PB na dieta basal, que é o limite mínimo necessário para manter o crescimento microbiano e promover a digestão de carboidratos fibrosos de forragem de baixa qualidade (Lazzarini et al., 2009a).

O fornecimento adicional de proteína via suplemento múltiplo otimiza o desempenho dos animais. O fornecimento dos suplementos foi capaz de elevar o teor de PB na dieta total dos animais experimentais para valores próximos a 7,5%, ou seja, para próximo do limite mínimo requerido para utilização dos componentes da forragem, mas abaixo dos 10% sugeridos por Lazzarini et al. (2009b) e Sampaio et al. (2009) como o nível que otimiza a utilização dos substratos energéticos da forragem e o consumo. Além disso, a oferta de MSpd foi aquém do preconizado por Paulino et al. (2004), estes fatores em conjunto explicam o baixo desempenho desses animais, ao nível de manutenção.

Tabela 6 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para a digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos não-fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) e para os níveis de nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos diferentes suplementos

| Item | Fonte | | CV(%) | Valor-P |
|-------|------------------------|--------------|-------|---------|
| | F ^o de soja | Grão de soja | | |
| MS | 45,4 | 45,7 | 7,2 | 0,772 |
| MO | 50,1 | 49,5 | 5,6 | 0,535 |
| PB | 45,2 | 45,4 | 25,6 | 0,967 |
| EE | 12,3 | 61,0 | 49,0 | <0,001 |
| CNF | 50,8 | 47,7 | 16,8 | 0,245 |
| FDNcp | 51,2 | 49,6 | 6,0 | 0,123 |
| NDT | 46,2 | 45,7 | 5,6 | 0,550 |

Neste trabalho, a substituição do farelo de soja pelo grão de soja não causou diferenças nos coeficientes de digestibilidade da MS e de seus constituintes ($P>0,10$; Tabela

6), exceto para o EE, que teve seu coeficiente de digestibilidade aumentado quando a inclusão deste na dieta foi maior ($P < 0,10$).

À medida que se aumentou a inclusão de EE na dieta, maior o coeficiente de digestibilidade aparente deste. Este comportamento pode ser devido à diluição do extrato etéreo metabólico fecal.

A MS consumida e efetivamente digerida (MS digerida) foi maior para o suplemento GS ($P < 0,10$), como não houve diferenças no coeficiente de digestibilidade da MS esta diferença deve-se ao maior consumo de MS dos animais que receberam o suplemento GS. O maior consumo de MS nos animais que receberam o suplemento GS também levou a um maior consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) em kg/dia, em g/kg de peso corporal e em g/kg de peso metabólico. Além disso, também contribuiu para o maior consumo de NDT, o maior consumo de extrato etéreo, fração 2,25 vezes mais energética. O aumento do consumo de NDT não representou maior ganho de peso, provavelmente porque o consumo de PB foi idêntico para os dois suplementos. Desta forma, o aumento no consumo de NDT levaria a uma piora do equilíbrio dietético em termos de energia e proteína, nestes casos, o excesso de energia seria eliminado por ciclos fúteis no metabolismo animal (Leng, 1990; Poppi e McLennan, 1995).

Não se observou diferenças ($P > 0,10$) entre os suplementos sobre a excreção urinária de nitrogênio uréico (N-uréico – g/dia e mg/kg PV), o nitrogênio uréico no soro (NUS – mg/dL) e fluxo de compostos nitrogenados microbianos (NMIC – g/dia) (Tabela 7). O consumo de PB (kg/dia) também foi similar entre os animais que receberam os diferentes suplementos, o que deve ter contribuído para essas respostas.

As estimativas de NUS tem sido empregadas para se diagnosticar a adequação da utilização de compostos nitrogenados no rúmen em função da disponibilidade de matéria orgânica degradável (Sampaio et al., 2009). Valadares et al. (1997) sugeriram que os níveis de N-uréia plasmática entre 13,52 e 15,15 mg/dL correspondem à máxima eficiência microbiana em novilhos alimentados com 62,5% de NDT. O NDT da dieta dos animais experimentais do presente trabalho foi em torno de 46,0%, indicando que pode ter havido uma falta de compostos energéticos no rúmen para a maximização da EFM, justificando os altos valores de NUS que foram encontrados (Tabela 7).

Embora não tenha havido diferenças no Nmic, a eficiência microbiana diferiu em função dos suplementos ($P < 0,10$). O valor médio para EFM dos animais recebendo grão de soja foi menor. O valor encontrado para os animais recebendo farelo de soja está de acordo

com os valores propostos por Valadares Filho et al. (2010), de 120 g de PB microbiana/kg de NDT, e pelo NRC (2000), de 130 g de PB microbiana/kg de NDT.

A eficiência microbiana é definida como a proporção do substrato energético fixado em células (Van Soest, 1994). A redução da EFM, expressa em função do NDT, do presente trabalho pode ser explicada pelo fato de o EE contribuir para o cálculo do NDT, porém não representar fonte de energia disponível para crescimento dos microrganismos, ou seja, o fluxo de compostos nitrogenados microbianos foi o mesmo para os dois suplementos ($P>0,10$) e o NDT foi ampliado para os tratamentos recebendo GS ($P<0,10$; tabela 5), resultando em subestimativa da eficiência de produção de proteína microbiana.

Tabela 7 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância para fluxo de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), relação nitrogênio microbiano e nitrogênio consumido (Nmic/Nconsumido), eficiência de síntese microbiana (EFM), nitrogênio uréico no soro (NUS), excreção urinária de nitrogênio uréico (N-uréico) em função dos diferentes suplementos

| Item | Fonte | | CV(%) | Valor-P |
|-----------------------|---------------------|--------------|-------|---------|
| | F ^o soja | Grão de soja | | |
| Nmic (g/dia) | 47,2 | 45,6 | 17,3 | 0,593 |
| Nmic/Nconsumido (g/g) | 0,776 | 0,663 | 24,6 | 0,088 |
| EFM (g/kg NDT) | 126,9 | 103,1 | 20,4 | 0,008 |
| NUS (mg/dL) | 18,4 | 18,8 | 19,9 | 0,803 |
| N-uréico (g/dia) | 6,2 | 5,8 | 24,8 | 0,389 |
| N-uréico (mg/kg PV) | 18,6 | 16,9 | 22,3 | 0,203 |

A relação Nmic/Nconsumido foi menor que 1,0 para ambos os suplementos (Tabela 7) e foi menor para o GS ($P<0,10$). A menor relação para o suplemento GS pode estar relacionada ao maior consumo observado para este suplemento.

Não houve diferenças entre as estratégias e nem efeito de interação de estratégia e medida ($P>0,10$; Tabela 8) para os níveis séricos de insulina. No entanto, os teores séricos de insulina reduziram ao longo do experimento ($P<0,10$). Esta redução da insulina pode ser reflexo da redução no consumo dos animais experimentais com o avançar da estação seca. De fato, a concentração de insulina circulante está correlacionada à ingestão de alimentos e animais submetidos à restrição possuem menor concentração sanguínea de insulina (Pires et al., 2011).

A restrição alimentar de fato ocorreu, pois a disponibilidade média de MS_{pd} foi abaixo do recomendado por Paulino et al. (2004), o que ocasionou desempenho dos animais próximo à manutenção.

A redução na concentração da insulina foi acompanhada por uma redução na concentração de progesterona ($P < 0,10$; Tabela 9). Este fato pode estar ligado à capacidade que a insulina tem de estimular a proliferação celular e a esteroidogênese nos ovários (Wettemann & Bossis, 2000), além de ser um importante sinalizador dos efeitos nutricionais sobre a dinâmica folicular em bovinos (Webb et al., 2004; Pires et al., 2011).

A diferença entre as duas medidas iniciais e as duas medidas finais ($P < 0,10$) reflete as duas grandes fases do ciclo estral, a fase estrogênica, quando o hormônio estradiol predomina e a progesterona está baixa e a fase progesterônica, quando os níveis da progesterona se elevam.

Tabela 8 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância dos teores séricos de insulina (mcUI/ml)

| Medida ¹ | Estratégia | | | | Média |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|-----------------|--------------|
| | GS0 | GS40 | GS80 | GS120 | |
| Inicial A | 9,880 | 8,039 | 9,127 | 11,654 | 9,675 |
| Inicial B | 4,125 | 5,319 | 3,367 | 4,763 | 4,394 |
| Final A | 2,602 | 2,529 | 2,057 | 2,009 | 2,300 |
| Final B | 3,302 | 2,479 | 2,417 | 2,409 | 2,652 |
| Média | 4,978 | 4,592 | 4,243 | 5,209 | CV(%) = 17,6 |
| | Contraste | | | Valor- <i>P</i> | |
| Estratégia × Medida | | | | 0,719 | |
| Estratégia ² : | | | | | |
| Linear | | | | 0,946 | |
| Quadrático | | | | 0,556 | |
| Cúbico | | | | 0,802 | |
| Medida: | | | | | |
| Inicial × Final ³ | | | | <0,001 | |
| Entre medidas iniciais ⁴ | | | | <0,001 | |
| Entre medidas finais ⁵ | | | | 0,140 | |

¹/Inicial: coleta realizada ao início do experimento. Final: coleta realizada ao final do experimento. As amostras A e B foram coletadas com intervalo de 10 dias, tanto entre as duas coletas iniciais como para as duas coletas finais. ²/Efeitos de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) em função do período de substituição do farelo de soja pelo grão de soja. ³/Contraste entre as duas medidas iniciais e as duas finais. ⁴/Contraste entre as duas medidas realizadas ao início do experimento. ⁵/Contraste entre as duas medidas realizadas ao final do experimento.

Observou-se efeito quadrático do tempo de fornecimento do suplemento contendo grão de soja sobre os níveis de progesterona. O colesterol é o substrato para a produção de

progesterona e hormônios esteróides e os ácidos graxos da dieta representam o substrato direto para a produção de colesterol através das lipoproteínas de alta densidade (HDL) ou de baixa densidade (LDL) (Staples et al., 1998; Angulo et al., 2005).

A literatura sugere que os aumentos nas concentrações séricas de colesterol induzidos pela gordura da dieta em novilhas de corte parecem alcançar um platô entre os dias 55 e 88 (Lammoglia et al., 2000; Whitney et al., 2000) e, devido à isso, o período ideal de arraçamento com fontes lipídicas esteja entre 60 a 90 dias.

De fato, a equação de regressão do nível de progesterona em função dos dias: $y = 0,927 + 0,0694x - 0,00049x^2$, indicou que a concentração máxima de progesterona seria alcançada próximo a 70 dias de substituição do FS pelo GS. Lammoglia et al. (2000) também sugeriram que um período de suplementação com fontes lipídicas por 60 dias seria mais efetivo em melhorar os aspectos ligados à reprodução do que o período prolongado.

Tabela 9 – Médias, coeficientes de variação (CV) e indicativos de significância dos teores séricos de progesterona (ng/mL)

| Medida ¹ | Estratégia | | | | Média |
|-------------------------------------|------------|-------|-------|---------|--------------|
| | GS0 | GS40 | GS80 | GS120 | |
| Inicial A | 1,335 | 3,908 | 5,018 | 2,330 | 3,148 |
| Inicial B | 0,823 | 2,676 | 3,590 | 3,347 | 3,359 |
| Final A | 0,739 | 2,373 | 2,183 | 1,553 | 1,711 |
| Final B | 0,656 | 2,771 | 2,770 | 2,609 | 2,202 |
| Média | 0,888 | 2,932 | 3,390 | 2,210 | CV(%) = 39,1 |
| | Contraste | | | Valor-P | |
| Estratégia × Medida | | | | 0,278 | |
| Estratégia ² : | | | | | |
| Linear | | | | 0,292 | |
| Quadrático | | | | 0,092 | |
| Cúbico | | | | 0,989 | |
| Medida | | | | | |
| Inicial × Final ³ | | | | 0,002 | |
| Entre medidas iniciais ⁴ | | | | 0,019 | |
| Entre medidas finais ⁵ | | | | 0,029 | |

¹Inicial: coleta realizada ao início do experimento. Final: coleta realizada ao final do experimento. As amostras A e B foram coletadas com intervalo de 10 dias, tanto entre as duas coletas iniciais como para as duas coletas finais. ²Efeitos de ordem linear (L), quadrática (Q) e cúbica (C) em função do período de substituição do farelo de soja pelo grão de soja. ³Contraste entre as duas medidas iniciais e as duas finais. ⁴Contraste entre as duas medidas realizadas ao início do experimento. ⁵Contraste entre as duas medidas realizadas ao final do experimento.

Conclusões

A substituição do farelo de soja por grão de soja em suplementos durante a estação seca não altera o ganho de peso de novilhas. A substituição do farelo de soja pelo grão de soja em suplementos múltiplos melhora as características nutricionais de animais pastejando na época seca do ano. A resposta máxima de progesterona sérica ocorre com 70 dias de suplementação com grão de soja.

Referências

- ALLEN, M.S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.66, p.2959-2964, 1996.
- ÂNGULO, J.; MAHECHA, L.; OLIVERA, M. Producción y uso de grasas protegidas en alimentación de bovinos. In: Restrepo, M.P.; Londoño, J.O. (Eds.) **Bioquímica, nutrición y alimentación de la vaca**. Medellín: Editorial Biogénesis, 2005. p.137-157.
- BARBOSA, A.M.; VALADARES R. F.D.; VALADARES FILHO S.C. et al. Endogenous fraction and urinary recovery of purine derivatives obtained by different methods in Nellore cattle. **Journal of Animal Science**, v.89, p.510-519, 2011.
- CABRAL, C.H.A. **Níveis de suplementação para fêmeas bovinas de corte em pastejo**. 2011. 88f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the technical details**. Occasional publication. Buchsburnd Aberdeen. Ed. Rowett Research Institute. 1992. 21p.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F. et al. Consumo, digestibilidade, excreção de uréia e derivados de purina em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1813-1821, 2006.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragem tropical de baixa qualidade em função de suplementação com proteína e/ou carboidratos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.494-503, 2008.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p.21-52.
- DETMANN, E.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Soja na alimentação de ruminantes. In: SEDIYAMA, T. (Ed.) **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Editora Mecnas, 2009. p.291-301.

- DIAS, J.C.; MARTINS, J.A.M.; EMERICK, L.L. et al. Efeitos da suplementação lipídica no aumento da eficiência reprodutiva de fêmeas bovinas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.33, p.95-104, 2009.
- HESS, B.W.; RULE, D.C.; MOSS, G.E. High fat supplements for reproducing beef cows: Have we discovered the magic bullet? In: PACIFIC NORTHWEST ANIMAL NUTRITION CONFERENCE, 37, 2002, Vancouver. **Proceedings...** Vancouver: Pacific Northwest Animal Nutrition Conference, 2002. p.59-83.
- HESS, B.W.; SCHOLLJEGERDES, E.J.; MURRIETA, C.M. et al. Long-chain fatty acid flow to the duodenum of cattle fed limited amounts of forage plus supplementary ruminally undegradable protein containing fishmeal. In: WESTERN SECTION, AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 58, 2007, Moscow. **Proceedings...** Moscow: American Society of Animal Science, 2007. p.320-324.
- KAPS, A.M.; LAMBERSON, W.R. **Biostatistics for Animal Science**. 1.ed. London: CABI Publishing, 2004. 445p.
- LAMMOGLIA, M.A.; BELLOWS, R.A.; GRINGS, E.E. et al. Effects of dietary fat and sire breed on puberty, weight, and reproductive traits of F1 beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.78, p.244-2252, 2000.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Dinâmicas de trânsito e degradação da fibra em detergente neutro em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade e compostos nitrogenados. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.635-647, 2009a.
- LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. et al. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021-2030, 2009b.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, p.277-303, 1990.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; Van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- 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.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2000. 244p.
- NEVES, F.P.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. et al. Estratégias de manejo da oferta de forragem para recria de novilhas em pastagem natural. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1532-1542, 2009.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2004. p.93-144.

- PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Terminação de novilhos mestiços leiteiros sob pastejo, no período das águas, recebendo suplementação com soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.154-158, 2006.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Bovinocultura funcional nos tópicos. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p.275-306.
- PIRES, A. V.; BIEHL, M.V.; SUSIN, I. et al. Interrelações entre nutrição e reprodução: fatores que potencializam o desempenho reprodutivo. In: SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 1, 2011, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2011. p.263-286.
- POPPI, D.P.; McLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.
- SAMPAIO, C.B.; DETMANN, E.; LAZZARINI, I. et al. Rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.560-569, 2009.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- STAPLES, C.R.; BURKE, J.M.; THATCHER, W.W. Influence of supplemental fats on reproductive tissues and performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.856-871, 1998.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. **Principles and procedures of statistics**. A biometrical approach. 3.ed. New York: McGraw Hill Co., 1997. 666p.
- TITGEMEYER; E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J. et al. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1059-1063, 2001.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B. et al. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanço de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1259-1263, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-CORTE**. 2.ed. Viçosa: DZO - UFV, 2010. 193p.
- VALENTE, T.N.P.; DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C. et al. Evaluation of rumen degradation profiles of forages using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2565-2573, 2011.
- Van SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University, 1985. 202p.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

- VIEIRA, R.A.M., PEREIRA, J.C., MALAFAIA, P.A.M. et al. The influence of elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schum., Mineiro variety) growth on the nutrient kinetics in the rumen. **Animal Feed Science and Technology**, v.67, p.151-161, 1997.
- WEBB, R.; GARNSWORTHY, P.C.J.; GONG, G. et al. Control of follicular growth: Local interactions and nutritional influences. **Journal of Animal Science**, v.82, p.63-74, 2004.
- WETTEMANN, R.P.; BOSSIS, I. Energy intake regulates ovarian function in beef cattle. 2000. In: MIDWESTERN SECTION, AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 51, 2000, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: American Society of Animal Science, 2000. p.54-63.
- HITNEY, M.B.; HESS, B.W.; BURGWALD-BALSTAD, L.A. et al. Effects of supplemental soybean oil level on in vitro digestion and performance of pubertal beef heifers. **Journal of Animal Science**, v.78, p.504-514, 2000.
- WILLIAMS, C.H., DAVID, D.J., IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, p.381-385, 1962.