

ANALÍVIA MARTINS BARBOSA

**PERÍODO DE COLETA DE URINA E DE FEZES PARA
AVALIAÇÃO DA EXCREÇÃO DE CREATININA, PRODUÇÃO
MICROBIANA E DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS
NUTRIENTES EM NELORE**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2005

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

T

B238p
2005

Barbosa, Analívia Martins, 1980-

Período de coleta de urina e de fezes para avaliação da excreção de creatinina, produção microbiana e digestibilidade aparente dos nutrientes em nelore / Analívia Martins Barbosa. – Viçosa : UFV, 2005.

x, 50f. : il. ; 29cm.

Orientadora: Rilene Ferreira Diniz Valadares.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Fisiologia veterinária. 2. Fezes – Análise. 3. Urina - Análise. 4. Purinas – Análise. 5. Creatinina – Excreção. 6. Nelore (Zebu) – Fisiologia. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

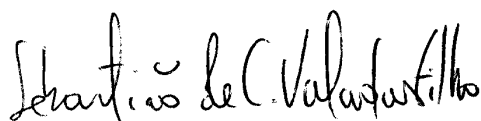
CDD 22 ed. 636.0892

ANALÍVIA MARTINS BARBOSA

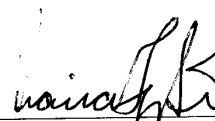
PERÍODO DE COLETA DE URINA E DE FEZES PARA AVALIAÇÃO DA EXCREÇÃO DE CREATININA, PRODUÇÃO MICROBIANA E DIGESTIBILIDADE APARENTE DOS NUTRIENTES EM NELORE

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

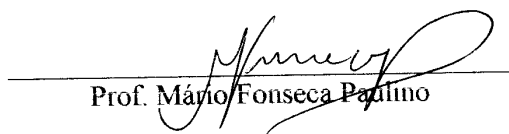
APROVADA: 02 de março de 2005



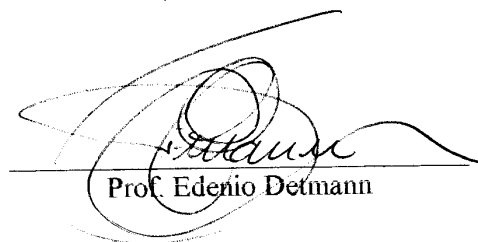
Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho
(Conselheiro)



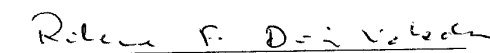
Prof. Maria Ignêz Leão
(Conselheira)



Prof. Márcio Fonseca Paulino



Prof. Edenio Detmann



Prof. Rilene Ferreira Diniz Valadares
(Orientadora)

À minha querida e amada família que tanto me ajudou, apoiou, incentivou, razão do meu orgulho e da minha alegria de viver – a minha mãe, Ivalda, ao meu pai, Rui e aos meus irmãos, Carol e Arthur, dedico.

AGRADECIMENTO

Á minha mãe, pelo apoio materno, pela amizade, pela força, pelo incentivo, pela compreensão e pelo patrocínio, sem os quais jamais esse projeto seria concluído.

Ao meu pai, mesmo não estando mais entre nós, responsável por minha educação e formação, ensinamentos indispensáveis à minha vida.

Aos meus irmãos, pelo apoio e pela paciência.

Á professora e, principalmente, orientadora, Rilene Ferreira Diniz Valadares, pelo carinho, pela oportunidade e pelo excelente trabalho exercido durante todo o curso, pelos ensinamentos e pelo apoio no desenvolvimento do projeto, pelo respeito e pela dedicação – aprendi muito com você!

Ao professor Sebastião de Campos Valadares Filho, mais do que um conselheiro, um guia. Obrigada pelos sábios ensinamentos.

À professora Maria Ignês Leão, pela fistulação dos animais, pelo bom humor, pela fonte de inspiração que você é como pessoa e como profissional.

Ao professor Edenio Detmann, pela enorme contribuição na conclusão desse trabalho.

Ao professor Mário Fonseca Paulino, pela colaboração na banca de defesa de tese.

Ao meu querido professor Alecssandro Regal Dutra, maior incentivador no meu processo de pós-graduação.

Ao Dr.Itamar Pereira de Oliveira, pela colaboração e iniciação científica.

Á todos os professores e educadores da Universidade Federal de Viçosa que contribuíram de alguma forma com a minha formação.

À todos os funcionários do Departamento de Zootecnia em especial, ao Joécio e Monteiro, pelo auxílio fundamental para realização desse trabalho.

À nossa querida secretária de Pós-Graduação – DVT, Rose, por sua grande eficiência.

Aos estagiários e bolsistas de iniciação científica, Marcos, Léo, Marjorie, Claudinha, Camila, João Paulo, Alexandre, Mozart entre outros, pelo comprometimento, pelo grande auxílio na condução experimental, pela amizade e agradável convivência.

Ao meu grande amigo e colega, Robson Vêras, por toda a vivência durante todos os santos dias em que trabalhamos, aprendemos, ensinamos, discutimos, realizamos, brincamos e divertimos, pelos dias intermináveis de coleta e madrugadas frias, enfim, por sobrevivermos e desenvolvermos esse projeto juntos. Obrigada por tudo, principalmente pela amizade e pelo companheirismo.

À Thalita, pela amizade e colaboração em todos os sentidos.

Aos amigos pós-graduandos, Rafael Monteiro, Anderson, Adriano Foca, Acreano, André Soares, Mário Chizzotti, Fernanda, Juliana, Mônica, Douglas entre outros tantos colegas.

Aos amigos de Viçosa, Thalita, Giorgia, Hugo, Celita, Vinícius, Lorryne, Soninha, Lindsay, Carlinha, Vivian e Clarissa, pelo carinho e auxílio indireto nessa jornada.

Às repúblicas: “Us Arame Farpado”; “Toca-do-Tatu” e “Vaca-Veia”, pela amizade e pelas festas.

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso e à CAPES, pelo financiamento.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta e, ou, indiretamente para realização deste trabalho e pela a minha estada em Viçosa, para fazer desse sonho uma realidade, o meu MUITO OBRIGADA – vocês sempre serão lembrados com respeito, carinho e saudade.

BIOGRAFIA

ANALÍVIA MARTINS BARBOSA, filha de Rui Barbosa e Ivalda Martins Barbosa, nasceu em Goiânia, Goiás, em 11 de maio de 1980.

Em março de 2002, graduou-se em Zootecnia, pela Universidade Católica de Goiás.

Em agosto de 2003, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Medicina Veterinária, na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese em 2 de março de 2005.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes protéicas sobre a excreção de creatinina, de uréia e de derivados de purina e a produção microbiana, em bovinos nelore	10
Resumo	10
Abstract	11
Introdução	12
Material e Métodos	13
Resultados e Discussão	16
Conclusões	23
Literatura Citada	23
Efeito da duração do período de coletas de fezes sobre as digestibilidades de nutrientes e os teores de nutrientes digestíveis totais em bovinos da raça Nelore.....	26
Resumo	26
Abstract	27
Introdução	28
Material e Métodos	29
Resultados e Discussão	32
Conclusões	49
Referências Bibliográficas	49

RESUMO

BARBOSA, Analívia Martins, M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2005.
Período de coleta de urina e de fezes para avaliação da excreção de creatinina, produção microbiana e digestibilidade aparente dos nutrientes em Nelore.
Orientadora: Rilene Ferreira Diniz Valadares. Conselheiros: Sebastião de Campos Valadares Filho e Maria Ignez Leão.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da duração do período de coletas de urina e de fezes sobre a excreção urinária de creatinina, de uréia e de derivados de purinas, as purinas absorvidas, a produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), as digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e de carboidratos não-fibrosos (CNF) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) em Nelores de quatro categorias (novilhas, machos castrados, machos inteiros e vacas em lactação) alimentados com 25 ou 50% de concentrado na base da matéria seca total das dietas. Avaliou-se ainda as concentrações de N-uréia plasmática (NUP) e comparou-se também a produção de Nmic obtida em amostras *spot* de urina com aquela da coleta total. O experimento foi conduzido em dois períodos experimentais com duração de 28 dias cada, sendo as coletas totais de urina e de fezes efetuadas do 22^o ao 28^o dias de cada período experimental. As fezes foram retiradas do piso imediatamente após excreção e a urina obtida com sondas em fêmeas e funis nos machos. Utilizou-se dieta com 25% de concentrado no primeiro período e com 50% no segundo experimental. Todas as dietas continham aproximadamente 12% de PB. Utilizaram-se 16 animais da raça Nelore, mantidos em confinamento, alojados em baias individuais, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em esquema de

parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos em esquema fatorial 2 x 4, sendo dois níveis de concentrado (25 ou 50%) e quatro categorias de Nelores e nas subparcelas os seis dias de coletas de urina. Já para a avaliação das digestibilidades, as comparações foram feitas através de análises de regressão, que foram efetuadas considerando quatro dias de coletas de fezes em cada período, sendo as equações obtidas sempre comparando as digestibilidades dos nutrientes referentes a um dia (24 h), 2 dias (48 h) ou 3 dias (72 h) em relação aos 4 dias (96 h de coleta). Foram feitas também comparações através de equações, utilizando os seis dias de coleta total de fezes, referentes ao segundo período experimental (50% de concentrado), sendo nesse caso utilizado como referência os seis dias de coleta total (144 h de coleta total de fezes). Não houve interação ($P>0,05$) entre níveis de concentrado, categorias de Nelore e dias de coleta para o volume urinário, a excreção de creatinina e a produção de Nmic. O volume urinário não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado e dias de coleta, contudo foi significativamente maior ($P<0,05$) para as vacas. A excreção de creatinina não foi afetada ($P>0,05$) pelos tratamentos e dias de coletas, observando-se média de 27,1 mg/kg^{0,75}. As purinas absorvidas e a produção de compostos nitrogenados microbianos também não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos e dias de coleta. A produção de Nmic estimada através de amostra *spot* de urina não diferiu ($P>0,05$) daquela obtida pela coleta total, nem entre os níveis de concentrados e categorias de Nelore. Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para nenhuma das digestibilidades avaliadas e também para os teores de NDT entre os dias de coleta total de fezes, contudo, observou-se que os coeficientes de variação diminuíram à medida que se aumentou o número de dias de coleta. Concluiu-se considerando as respostas obtidas para excreção de creatinina e a produção de proteína microbiana, que um período de coletas de urina de 24 horas é suficiente para trabalhos com Nelores, independente de serem novilhas, machos castrados ou inteiros e vacas em lactação e que a coleta de amostra *spot* de urina também pode ser utilizada para estimar a produção de proteína microbiana em novilhas, machos inteiros ou castrados e vacas lactantes da raça Nelore. Concluiu-se também que para avaliar a digestibilidade aparente dos nutrientes, coletas totais de fezes feitas durante um a seis dias são exatas. Contudo, a precisão é melhorada com o aumento dos dias de coleta.

ABSTRACT

BARBOSA, Analívia Martins, M.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2005.
Period of urine and feces collection for evaluation of creatinine excretion, microbial production and nutrients apparent digestibility in Nelore bovines.
Adviser: Rilene Ferreira Diniz Valadares. Committee members: Sebastião de Campos Valadares Filho and Maria Ignez Leão

This trial was carried out to evaluate the effect of periods of urine and feces collection on urinary excretion of creatinine, urea and purine derivatives, absorbed purine, microbial nitrogen compounds production (Nmic), apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF) and nonfiber carbohydrates (CNF) and total digestible nutrients contents (TDN) of Nelore bovines four categories (heifers, steers, bulls and lactating cows) fed 25 or 50% concentrate, total dry matter basis. The plasma N-urea concentrations (NUP) were evaluated and the Nmic obtained in urine *spot* samples was compared with that of total collection. The experiment was divided in two experimental periods of 28 days each, when the feces and urine total collection were performed at 22nd and 28th day of each experimental period. Feces were collected directly from the floor after excretion and the urine was obtained using catheters in females and funnels in males. A 25% concentrate-based diet was fed to the animals in the first period and a 50% concentrate-based diet in the second one, all of them with 12% CP. Sixteen Nelore bovines, under feedlot, housed in individual pens, were assigned to a completely randomized design, in a split plot scheme, where the treatments were represented by the plots (2 x 4 factorial scheme), with two levels of concentrate (25 or 50%) and four

Nelore categories, and the split plots were represented by the urine collections. The comparisons for digestibility evaluation were made by regression analyses, that were performed considering 4 days of feces collection of each period. The equations were obtained by comparing the nutrients digestibility referent to one (24h), two (48h) or three days (72h) compared to four days (96h of collection). Comparison with six days of total feces collection, using equations (second experimental period [50% concentrate]) was considered reference (144h total feces collection). No interaction ($P>0.05$) among concentrate levels, Nelore categories and collection days for the urinary volume, the creatinine excretion and Nmic production was observed. Urinary volume was not affected ($P>0.05$) by the concentrate levels and collection days, but significant effect ($P<0.05$) was observed for cows. Creatinine excretion was not affected ($P>0.05$) by treatments and collection days, considering average of $27.1 \text{ mg/kg}^{0.75}$. Absorbed purines and microbial nitrogen compounds production were also not influenced ($P>0.05$) by the treatments and collection days. Nmic production estimated by the urinary spot collection differed ($P>0.05$) neither from that obtained by total collection total, nor among the concentrate levels and Nelore categories. No significant difference ($P>0.05$) was observed for any evaluated digestibility and TDN contents during the total feces collection period. The results suggest that the coefficients of variation decreased as the period of collection days increased. Considering the results of creatinine excretion and of microbial protein production, it was concluded that a 24-h period is enough for researchs with Nelore, independently of the category, and that urinary spot sample collection can be used to estimate microbial protein production in all Nelore bovines (heifers, steers, bulls and lactating cows). Total feces collection from 1 to 6 days to evaluate nutrients apparent digestibility are precise, but better results could be obtained by increasing the collection period.

1. INTRODUÇÃO

O destaque internacional focalizando o conforto animal tem impulsionado mudanças nos experimentos envolvendo animais, resultando em crescente procura por métodos de coletas não-invasivas. Assim, tem aumentado o interesse pela substituição das fístulas implantadas nas diferentes partes do trato gastrointestinal por procedimentos que envolvam coletas de amostras no sangue, no leite e, ou, na urina. De acordo com esta tendência, têm-se procurado desenvolver equações para estimar-se a excreção dos compostos nitrogenados na urina, utilizando como índices as concentrações de uréia no plasma ou no leite. Ainda dentro desse enfoque, a proposta para a estimação da produção de proteína microbiana a partir da excreção dos derivados de purinas na urina tem sido bastante estudada.

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos que chegam ao intestino delgado, os quais são provenientes principalmente, da proteína microbiana sintetizada e da proteína dietética não-degradada no rúmen (National Research Council – NRC, 2001).

Como a maior parte do nitrogênio que chega ao intestino delgado é de origem microbiana, isto evidencia que a eficiência de crescimento microbiano tem considerável impacto na nutrição de ruminantes (Russel et al., 1992; Firkins et al., 1998). Ainda considerando que a proteína microbiana é de alta qualidade, torna-se importante maximizar a síntese ruminal (Blümmel & Lebzien, 2001).

Os marcadores microbianos podem ser divididos em dois grandes grupos: os internos (são constituintes das células microbianas e por isto não necessitam ser

administrados aos animais experimentais) e externos (administrados aos animais para que sejam incorporados pelos microrganismos ruminais e formem parte de suas estruturas).

Segundo Oliveira (2001), o uso da excreção urinária de derivados de purinas (DP) como indicador da síntese microbiana foi primeiramente proposto por Blaxter e Martin (1962), e por Topps e Eliot (1965), citados por Fujihara et al. (1987). Entretanto maiores progressos no estabelecimento de um método relacionando à excreção de DP e a produção microbiana foram obtidos mais na década de 1990 (Mayes et al., 1995).

O método de excreção de DP assume que o fluxo duodenal de ácidos nucleicos é essencialmente de origem microbiana e, após digestão intestinal dos nucleotídeos de purinas, as bases adenina e guanina são catabolizadas e excretadas proporcionalmente na urina como DP, principalmente alantoína, e também como xantina, hipoxantina e ácido úrico (Perez et al., 1996). Segundo Chen & Gomes (1992), na urina de bovinos, apenas alantoína e ácido úrico estão presentes, devido a grande atividade de xantina oxidase no sangue e nos tecidos, que converte xantina e hipoxantina a ácido úrico antes da excreção. Desse modo, a maioria dos estudos não são avaliadas as concentrações de xantina e hipoxantina em bovinos.

A excreção urinária de derivados de purinas pelos ruminantes pode ser usada para estimar o fluxo intestinal de proteína microbiana, uma vez que a excreção endógena de derivados de purina e a relação quantitativa entre a excreção de derivados de purina e a absorção de purina tenham sido previamente determinadas (Chen & Gomes, 1992).

Segundo Mayes et al. (1995), alguns parâmetros usados nos modelos não foram ainda definidos ou confirmados, entre esses, a recuperação de purinas absorvidas e a relação N purina/ N total (NP/NT) dos microrganismos ruminais. Essa relação é muito variada e podem-se encontrar valores variando de 11,6 (Chen & Gomes, 1992) e 17,6 (Valadares Filho, 1995).

Chen & Gomes (1992) afirmaram que, para reduzir erros devidos a variações na produção urinária, as coletas de urina deveriam ser feitas durante pelo menos cinco dias. Entretanto, de acordo com Fleming et al. (1991), o período de coleta com duração de 24 h poderia ser representativo da condição excretória do animal. Valadares et al. (1997) sugeriram que amostras representativas de urina poderiam ser obtidas por período de 24 horas. No entanto, há ainda necessidade de se validar o uso da coleta de 24 horas de duração.

Tem havido registros na literatura demonstrando ser a excreção de creatinina uma função constante do peso vivo (Topps & Elliot, 1967; Susmel et al., 1994; Vagnoni et al., 1997). A excreção de creatinina não é afetada por variações nas condições de alimentação sendo obtido valor de 29 mg de creatinina/kg de peso vivo em trabalho realizado com vacas holandesas puras (Valadares et al., 1999). Valores de 24,0 e 23,4 mg/kgPV, foram encontrados, respectivamente, por Valadares et al. (1997) e Oliveira et al. (2001), com vacas mestiças Holandês x Zebu.

A creatinina é formada no músculo pela remoção de água do fosfato de creatina, originada do metabolismo do tecido muscular (Harper et al., 1982). É possível a utilização da creatinina como indicador da produção urinária, já que a excreção de creatinina é função do peso do animal e é pouco afetada pelo teor de proteína, carboidratos não-fibrosos ou nitrogênio não-protéico da dieta (Susmel et al., 1994; Vagnoni et al., 1997; Valadares et al., 1997; Oliveira et al., 2001; Rennó et al., 2003). Topps & Elliot (1967) observaram em ovinos que a excreção de creatinina variou pouco com as dietas, mas foi diretamente relacionada com o peso corporal. Mais recentemente, Valadares et al. (1997 e 1999) registraram que a excreção de creatinina em novilhos e em vacas leiteiras, respectivamente, não foi afetada por variações nas dietas.

Entretanto, como a creatinina é sintetizada no tecido muscular e o crescimento e o desenvolvimento de cada tecido animal apresenta uma curva sigmóide, onde o tecido ósseo é o que apresenta crescimento mais precoce, seguido pelo muscular, sendo que o tecido adiposo apresenta crescimento mais tardio (Magalhães et al., 2003), a proporção de tecidos varia com diferentes faixas de peso dos animais, podendo ocorrer variações na excreção diária de creatinina, expressa em função do peso vivo do animal, em diferentes estádios de desenvolvimento.

De acordo com Valadares Filho & Valadares (2001), sendo a excreção de creatinina constante e se for coletada uma amostra *spot*, e determinada a concentração de creatinina na urina, o volume urinário pode ser estimado, dividindo-se a excreção diária de creatinina (mg) pela concentração de creatinina (mg/L). Dessa forma, o conhecimento da excreção de creatinina para animais de diferentes raças e estádios fisiológicos possibilitará que, no futuro, a estimação do volume total diário de urina, possa auxiliar no estudo da excreção de compostos nitrogenados, da produção de proteína microbiana diária e talvez, avaliar o *status* protéico do mesmo.

Considerando ainda que a maior parte do rebanho nacional é criado a pasto, o conhecimento da excreção de creatinina torna-se ainda mais necessário, uma vez que,

nessa condição é praticamente impossível proceder-se à coleta total de urina. Assim, as perdas nitrogenadas e a produção microbiana só poderão ser obtidas utilizando amostra *spot* de urina e estimando o volume urinário com o conhecimento da excreção de creatinina.

Valadares et al. (1999) concluíram que o volume urinário, estimado a partir de uma amostra *spot*, resultou em estimativas de derivados de purina urinários e de produção de proteína microbiana próximas daquelas obtidas com coleta total de urina durante 24 horas. Também Oliveira et al. (2001) não observaram diferenças para os volumes de urina obtidos durante coletas de 24h ou estimados usando amostra *spot* de urina. As concentrações urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais, assim como as quantidades de purinas absorvidas e as estimativas dos compostos nitrogenados microbianos não diferiram quando comparados aos valores obtidos em coletas de 24h com aqueles estimados pela amostra *spot*, concluindo que a coleta *spot* foi adequada para substituir a coleta total de urina. Silva et al. (2001) concluíram que o volume urinário pode ser estimado com uma amostra *spot* de urina e que estimativas a partir de amostras *spot* foram eficientes para as excreções de uréia e de DP e a produção de N microbiano.

Assim, esforços na pesquisa deverão ser conduzidos para validar a métodos de coleta de amostra *spot* de urina, que requer o conhecimento da excreção de creatinina. Se a excreção de creatinina puder ser considerada constante, haverá um enorme progresso na estimação da produção de proteína microbiana, tanto para rebanhos confinados ou manejados a pasto. Esses conhecimentos também estão sendo usados para estimar a produção de proteína microbiana em bovinos de corte terminados a pasto (Moraes, 2003). Contudo, pouco se conhece sobre a excreção urinária de creatinina em zebuínos.

Segundo Chen & Gomes (1992) há diferenças no metabolismo das purinas, sendo já estabelecido que ovinos e *Bos taurus* diferem quanto ao nível de excreção endógena de purinas e quanto à habilidade de utilização de purinas de origem endógena.

De acordo com Stangassinger et al. (1995) existe pouca informação sobre a excreção de purinas em gado zebu (*Bos indicus*). Embora considerem improvável, Mura et al. (1986), citados por Rennó et al. (2000), relataram que estes animais não têm uricase no fígado, porém outras enzimas, como xantina oxidase, estão presentes no tecido hepático.

Há crescente interesse em minimizar perdas de compostos nitrogenados e aumentar a eficiência do manejo dietético. Os microrganismos do rúmen podem utilizar os peptídeos e os aminoácidos, resultantes da hidrólise das proteínas dietéticas, ou a amônia, para síntese de proteína microbiana. A absorção através da parede do rúmen é a rota principal para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos, sendo removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia (Lobley et al., 1995). Quando a taxa de síntese de amônia supera a sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação da concentração de amônia no rúmen, com conseqüente aumento da excreção de uréia e incremento do custo energético da produção de uréia, resultando, dessa forma, em perda de proteína (Russel et al., 1992).

Valadares et al. (1997; 1999) demonstraram que a concentração plasmática de uréia (NUP) está positivamente relacionada à ingestão de N. A NUP geralmente atinge o máximo 4 a 6 horas após a alimentação, além disso, as flutuações diárias são geralmente pequenas (2 a 3 mg/dL) em vacas alimentadas com dietas completas.

Em novilhos zebus alimentados com rações contendo 45% de concentrado e teores de proteína bruta de 7,0 a 14,5%, Valadares et al. (1997) verificaram, que a máxima produção microbiana correspondeu a concentrações de N-uréia plasmática variando de 13 a 15 mg/dL, o que provavelmente representaria o limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína.

O consumo pode ser limitado pelo alimento, animal ou pelas condições de alimentação. Além disso, não se sabe como animal ajusta o consumo e a produção a partir de seus pontos críticos ou ótimos, na tentativa de se ajustar à dieta (Mertens, 1992).

A ingestão da matéria seca é o fator mais importante dentro da nutrição, pois estabelece as quantidades de nutrientes disponíveis para a saúde e produção animal (NRC, 2001).

A regulação da ingestão envolve sinais de fome e saciedade que operam por intermédio de vários mecanismos hormonais e neurais para controlar a ingestão voluntária. Quando dietas de alta qualidade são fornecidas, o animal se alimenta para satisfazer sua demanda de energia e a ingestão é limitada pelo potencial genético do animal em utilizar a energia absorvida. Entretanto, quando dietas de baixa qualidade são fornecidas, o animal consome o alimento ao nível que corresponde à capacidade do trato gastrointestinal. O papel dominante da regulação fisiológica e limitação física na ingestão

é modificado por estímulos relacionados com palatabilidade e o manejo alimentar (Mertens, 1992).

A estimação dos valores de digestibilidade é, reconhecidamente, um dos principais procedimentos para se acessar o valor nutritivo dos alimentos. O processo que normalmente se utiliza para determinação da digestibilidade consiste em se medir diretamente a quantidade de alimento ingerido e a excreção fecal, durante determinado número de dias. Todavia, experimentos para estimação de digestibilidade através de coleta total de fezes são dispendiosos e demorados, pois, recomenda-se que o período de coleta tenha uma duração suficiente para evitar erros que variam de sete a dez dias, segundo Schneider & Flatt (1975), citados por Pereira (1983).

Considerando os custos da experimentação e o tempo que deve ser minimizado e tendo em vista todas as limitações do uso de indicadores internos e, ou, externos propõe-se que períodos de coletas totais de fezes menores poderão ser utilizados sem perda da exatidão experimental.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito da duração do período de coletas de urina e de fezes sobre a excreção urinária de creatinina, de uréia e de derivados de purinas, as purinas absorvidas, a produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) e as digestibilidades dos nutrientes em Nelores de quatro categorias (novilhas, machos castrados, machos inteiros e vacas em lactação) alimentados com 25 ou 50% de concentrado na base da matéria seca total das dietas. Comparou-se também a produção de Nmic obtida em amostras *spot* de urina com aquela da coleta total.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLUMMEL, M.; LEBZIEN, P. Predicting ruminal microbial efficiencies of dairy rations by in vitro techniques. *Livestock Production Science*, v. 68, p. 107-117, 2001.

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 technical details*. International Feed Research Unit. Aberdeen, UK: Rowett Research Institute (Occasional publication). 1992. 21 p.

FLEMING, S. A.; HUNT, E. L.; RIVIERE, J. E. et al.. Renal clearance and fractional excretion of eletrolytes over four 6-hour periods in cattle. *American Journal Veterinary Research*, v. 52, n. 1, 1991.

FIRKINS, J. L.; LEWIS, S. M.; MONTGOMERY, L. et al. Effects of feed intake and dietary urea concentration on ruminal dilution rate and efficiency of bacterial growth in steers. *Journal of Dairy Science*, v. 70, p. 2312-2321, 1987.

FUJIHARA, T.; ORSKOV, E. R.; REEDS, P. J.; KYLE, D. J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agricultural Science*, Cambridge, v. 109, p. 7-12, 1987.

HARPER, H. A.; RODWELL, V. W.; MAYES, P. A. *Manual de química fisiológica*. 5° São Paulo: Atheneu, 1982. 736 p.

LOBLEY, G. E.; CONNELL, A. ; LOMAX, M. A. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. *Br. J. Nutr.*, v. 73, n. 5, p. 667-685, 1995.

MAGALHÃES, K. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CHIZZOTTI, M. L. et al. Consumo e desempenho de novilhos de origem leiteira em confinamento alimentados com diferentes níveis de casca de algodão. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. *Anais...* CD-ROM. Nutrição de ruminantes.

MAYES, R. W. ; DOVE, H. ; CHEN, X. B. et al. Advances in the use of faecal and urinary markers for measuring diet composition, herbage intake and nutrient utilization in herbivores. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF THE NUTRITION OF HERBIVORES, 4, 1995, Paris. *Proceedings ...* Paris: INRA. p. 381-406, 1995.

MERTENS, D. R. Análises da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, Lavras, 1992. *Anais...* Lavras: SBZ, 1992. p.188.

MORAES, E. H. B. K. *Suplementos múltiplos para recria e terminação de novilhos mestiços em pastejo durante os períodos de seca e transição seca-águas*. 2003. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

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

PEREIRA, J. C.; GARCIA, J. A.; ESCUDER, C. J. Estudos da digestão em bovinos fistulados, alimentados com rações tratadas com formaldeído e contendo óleo. I. Influência dos períodos de coleta nas estimativas do fluxo e da excreção da matéria seca. *Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 12, n. 3, p. 399-428, 1983.

PEREZ, J. F.; BALCELLS, J.; GUADA, J. A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. *Br. J. Nut.*, v, 75, p. 699-709, 1996.

RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al. Níveis de proteína na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria, 2003. CD-ROM. Nutrição de ruminantes.

RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Estimativa da produção de proteína pelos derivados de purinas na urina em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 4, p.1223-1234, 2000.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D. ; FOX, D. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, v. 70, p. 425-441, 1992.

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; RENNÓ, L. N.; SILVA, J. M. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 6, p.1948-1957, 2001.

STANGASSINGER, M.; CHEN, X. B.; LINDBERG, J. E. et al. Metabolism of purines in relation to microbial production. In: ENGELHARDT, W. V.; LEONHARD-MAREK, S.; BREVES, G.; GIESECKE, D. (Ed.). *Ruminant physiology digestion, metabolism, growth and reproduction*. Proceedings of the Eighth International Symposium on Ruminant Physiology. Stuttgart: Ferdinand Enke Verlag, 1995. p. 387-406.

SUSMEL, P.; STEFANON, B. et al. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. *Journal of Agricultural Science*, v. 123, p. 257-266, 1994.

TOPPS, J. H.; ELLIOT, R.C. Partition of nitrogen in the urine of african sheep given a variety of low-protein diets. *Animal Production*, v. 9, p. 219-227, 1967.

VAGNONI, D. B.; BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. *Journal of Dairy Science*, v. 80, n. 8, p. 1695-1702, 1997.

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

VALADARES FILHO, S. C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa: UFV/DZO, 1995. p.1259-1263.

VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I.; SANT'ANNA, R.; VALADARES, R. F. D. Eficiência de síntese microbiana em novilhos holandeses, nelores e búfalos obtida por diferentes métodos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 19, n. 5, p. 424-440, 1990.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Teores de proteína em dietas de vacas de leite. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GADO DE LEITE, II. 2001. Lavras. *Anais...* Lavras; UFLA, 2001.

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *J. Dairy Sci.*, v. 82, p. 2686-2696, 1999.

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

**Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes
protéicas sobre a excreção de creatinina, de uréia e de derivados de
purina e a produção microbiana, em bovinos nelore**

Resumo – O efeito do período de coleta de urina sobre a excreção urinária de creatinina, de derivados de purinas (DP), as purinas absorvidas, a produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) foi avaliado em bovinos Nelores de quatro categorias: novilhas, machos castrados, machos não castrados e vacas em lactação. A produção de Nmic obtida em amostras *spot* de urina foi comparada com aquela obtida via coleta total. Dezesesseis animais da raça Nelore mantidos em confinamento foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos em esquema fatorial 2 x 4, sendo dois níveis de concentrado (25 ou 50%) e quatro categorias de bovinos (novilhas, machos castrados, machos não castrados e vacas em lactação) e nas subparcelas os seis dias. Não houve interação ($P>0,05$) entre níveis de concentrado, categorias de animal e dias de coleta para as variáveis avaliadas. O volume urinário não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado e dias de coleta, contudo foi significativamente maior ($P<0,05$) para as vacas. A excreção de creatinina não foi afetada ($P>0,05$) pelos tratamentos e dias de coletas, observando-se média de 27,1 mg/kg^{0,75}. As purinas absorvidas e a produção de Nmic também não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos e dias de coleta. A produção de Nmic estimada através de amostra *spot* de urina não diferiu ($P>0,05$) daquela obtida pela coleta total, nem entre os níveis de concentrados e categorias de animal. Conclui-se que período de coleta de urina de 24h é suficiente para experimentos utilizando Nelores, independente de serem novilhas, machos castrados ou não castrados e vacas e que a coleta de amostra *spot* de urina também pode ser usada para estimar a produção de Nmic.

Palavras-chave: creatinina, derivados de purina, uréia.

Effect of Urinary Collection Period, Concentrate Levels and Protein Sources on Creatinine, Urea and Purine Derivatives Excretions and Microbial Production in Nellore Bovines

Abstract - The effect of urinary collection period on creatinine and purine derivatives (PD) urinary excretion absorbed purines excretion and microbial nitrogen compounds (Nmic) was evaluated in Nellore bovines of different categories: heifers, steers, bulls and lactating cows. Nmic yield obtained from urine *spot* samples was compared to that obtained by total collection. Sixteen Nellore fedlot bovines were assigned to a completely randomized design in a split plot scheme, where the plots (2 x 4 factorial scheme) were represented by the treatments (two levels of concentrate [25 or 50%] and four bovine categories [heifers, steers, bulls and lactating cows] and the split plots by the collection period (six days). No interaction among concentrate levels, animal categories and collection days was observed. No effect of concentrate levels and collection days on the urinary volume was observed, but significant effect was observed for cows. Creatinine excretion was not affected by the treatments and collection days, with mean of 27.1 mg/kg^{0.75}. The absorbed purines and Nmic production were not affected by the treatments and collection days. The Nmic production estimated by urinary *spot* sample differ nor from that obtained by the total collection, neither among concentrate levels and animal categories. It was concluded that 24-h urinary collection period is adequate for Nellore experiments, independently of category (heifers, steers, bulls and lactating cows), and the urinary *spot* sample can also be used to estimate Nmic production.

Key Words: uric acid, allantoin, nutrition, ruminants

Introdução

Em ruminantes, o aporte de aminoácidos no duodeno é originário da proteína microbiana sintetizada no rúmen, da proteína do alimento que não foi degradada no rúmen e da proteína endógena (descamações celulares, sucos digestivos, entre outros). A proteína microbiana constitui, geralmente, uma proporção considerável do fluxo duodenal de nitrogênio (N) aminoacídico nos ruminantes, podendo representar entre 40 e 90% dos aminoácidos que chegam ao intestino delgado (Sniffen & Robinson, 1987), podendo alcançar 100% em determinadas situações (Stern et al., 1994; NRC, 1996), o que denota a importância do estudo dos mecanismos de síntese protéica microbiana e dos fatores a eles relacionados (Nocek & Russel, 1988). Então, a determinação da contribuição da proteína microbiana para o animal é importante e a sua estimativa está incorporada aos sistemas de avaliação de proteína adotados em diversos países.

Considerando que o objetivo básico dos estudos de alimentação de ruminantes é maximizar a síntese de proteína microbiana, em virtude de seu excelente balanceamento de aminoácidos (Valadares Filho & Valadares, 2001), torna-se de fundamental importância o estudo de métodos para se estimar a produção de proteína microbiana de forma rápida e rotineira e não invasiva.

As pesquisas, ao longo dos últimos anos confirmaram a relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas (Perez et al., 1996).

Chen & Gomes (1992) afirmaram que, para reduzir erros devidos a variações na produção urinária, as coletas de urina deveriam ser feitas durante pelo menos cinco dias. Entretanto, de acordo com Fleming et al. (1991), período de coleta com duração de 24 h, poderia ser representativo da produção urinária. Valadares et al. (1997) sugeriram que amostras representativas de urina poderiam ser obtidas por período de 24 horas. Contudo, há necessidade de se validar o uso da coleta de 24 horas de duração, haja vista o número reduzido de informações para bovinos Nelore.

Além da utilização do método não invasivo para medir a produção de proteína microbiana, utilizando coletas de urina com duração de 24 horas, outro grande avanço é a possibilidade de estimar o volume urinário com uma única amostra de urina, denominada amostra *spot*, geralmente obtida 4 horas após a alimentação, conforme descrito por Valadares et al. (1999).

A estimaco do volume urinário de 24 horas obtida a partir de amostra *spot* baseia-se na relativa constância da excreco de creatinina descrita por Palmer et al. (1914), citados por rskov & Macleod (1982).

A excreco de creatinina  relativamente constante em funo do peso vivo pelo fato de ser pouco ou no afetada por fatores dietéticos. Essa determinao torna possível a simplificao de métodos que requerem a coleta total de urina. Utilizando-se a concentrao de creatinina na urina como indicador da produo urinária, pode-se estimar a excreco dos derivados de purina e outros compostos nitrogenados. (Susmel et al., 1994; Chen et al., 1995; Vagnoni et al., 1997; Rennó et al., 2000; Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001; Rennó et al., 2003).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito do período de coletas de urina sobre a excreco urinária de creatinina, uréia, derivados de purinas e a produo de compostos nitrogenados microbianos (Nmic), em bovinos Nelores de quatro categorias (novilhas, machos castrados, machos inteiros e vacas em lactao) alimentados com dietas contendo 25 ou 50% de concentrado na base da mteria seca total, também comparou-se a produo de Nmic obtida em amostras *spot* de urina com aquela obtida via coleta total urinária.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Animais e no Laboratório de Nutrio Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viosa, em Viosa, MG.

Foram utilizados 16 animais zebuínos da raa Nelore, sendo quatro de cada categoria: machos castrados, machos inteiros, novilhas e vacas lactantes (no período final de lactao). Todos os animais, com exceo das vacas, foram fistulados no rúmen e no duodeno e alojados em baias individuais (9 m²), cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, e dotadas de comedouros de alvenaria e bebedouros individuais.

Os 16 bovinos Nelores foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos arranados em fatorial 2 x 4, sendo dois níveis de concentrado (25 ou 50%) e quatro categorias animais: novilhas, machos castrados, machos no-castrados e vacas lactantes com pesos médios de 243, 265, 226 e 467, respectivamente, e nas subparcelas os seis dias de coletas.

O experimento foi conduzido em dois períodos nos quais foram oferecidas a todos os animais as dietas com 25% e 50% de concentrado na base da matéria seca, respectivamente. Cada período teve duração de 20 dias, sendo 14 dias de adaptação às dietas e 6 dias para as coletas.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, sempre as 8:00 e às 16:00h, na forma de ração completa, à vontade, permitindo-se sobras de no máximo 10%. As dietas foram constituídas de silagem de milho e concentrado nas proporções de 25 ou 50% na base da matéria seca e foram balanceadas de acordo com o NRC (1996), para conterem aproximadamente de 12% de PB. Os concentrados foram formulados com milho, uréia, farelo de algodão com 38% de proteína bruta (PB) e mistura mineral.

Nas Tabelas 1 e 2 podem ser visualizadas a proporção dos ingredientes na mistura dos concentrados e a composição química das dietas, respectivamente.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nos concentrados (% matéria natural)

Itens	Níveis de concentrado	
	25%	50%
Milho	58,90	83,20
Farelo de algodão 38%	33,90	13,20
Uréia/S A	3,00	1,50
Sal	1,10	0,55
Mistura mineral	1,10	0,55
Calcário	2,00	1,00

Tabela 2 – Composição química das dietas experimentais, com base na matéria seca

Itens	Silagem de milho		Concentrado		Dieta	
	P1	P2	25%	50%	25%	50%
MS ¹ (%)	24,65	27,20	87,98	88,51	40,48	57,86
MO ¹	92,10	91,40	95,65	95,14	93,00	93,26
PB ¹	7,40	7,20	28,50	17,50	12,70	12,40
EE ¹	3,40	3,40	2,40	3,10	3,15	3,25
FDN ¹	62,70	59,10	33,90	23,90	55,50	41,50
CNF ¹	18,60	21,70	30,85	50,64	21,65	36,11

¹ MS = matéria seca MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; P1 = período um; e P2 = período dois.

Diariamente foram registradas as quantidades dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal para a estimaco do consumo. Durante o período experimental, foram realizadas amostragens das dietas e sobras. Para as sobras diárias de cada animal foi efetuada uma amostra composta. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

As coletas totais de urina de cada animal, foram realizadas diariamente do 15^o ao 20^o dia de cada período, utilizando-se sondas de Folley n^o 22 ou n^o 26, duas vias, com balo de 30 mL para novilhas e 60 mL para vacas, respectivamente. Na extremidade livre do cateter foi adaptada mangueira de polietileno, pela qual a urina foi conduzida até um recipiente de plástico com tampa, que continha 200 mL de H₂SO₄ a 20%. A urina dos machos foi coletada, utilizando-se funis adaptados aos animais e ligados a mangueiras de polietileno que conduziam a urina até um galo plástico que continha 200 mL de H₂SO₄ a 20%.

Ao término de cada período de 24 horas de coleta, a urina foi pesada, homogeneizada e amostrada. Foram feitas duas amostras: uma em que 10 mL de urina foi diluída em 40 mL de H₂SO₄ 0,036 N para posteriores análises de alantina e ácido úrico, e outra de 50 mL para análises de creatinina e uréia, sendo ambas armazenadas em frascos plástico a -15°C.

Quatro horas após o fornecimento da rao, no 16^o dia de cada período experimental, foi coletado sangue de todos os animais, via puno da veia jugular, utilizando-se tubo de ensaio contendo gel separador e acelerador de coagulao. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 5.000 rpm por 15 minutos para separao do soro, que em seguida foi armazenado a -15 °C, para análise de uréia no plasma.

Amostras *spot* de urina foram obtidas de todos os animais, no 20^o dia do período experimental, aproximadamente quatro horas após a alimentao, durante mico espontânea e foram processadas da mesma forma que as amostras referentes às coletas com 24 horas de durao.

As concentraes de uréia e creatinina foram estimadas na urina e no plasma sangneo, utilizando-se kits comerciais (Labtest). As análises de alantina e de ácido úrico na urina foram feitas pelo método colorimétrico, conforme Fujihara et al. (1987).

A excreo total de derivados de purina foi calculada pela soma das quantidades de alantina e ácido úrico excretadas na urina, expressas em mmol/dia.

As purinas absorvidas em (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreo de derivados de purina em (Y, mmol/dia) por intermédio da equao:

$$Y = \frac{X - 0,385 PV^{0,75}}{0,85}$$

em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina; e $0,385 PV^{0,75}$ a contribuição endógena para a excreção de purinas (Chen & Gomes, 1992).

A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Y, gN/dia), foi calculada em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), pela equação (Chen & Gomes, 1992): $Y = 70X/0,83 \times 0,116 \times 1.000$, em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mgN/mol); 0,116 a relação N purina : N total nas bactérias; e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas.

O volume urinário estimado a partir das amostras *spot* foi calculado pela excreção média de creatinina, encontrada no experimento, em mg/kg PV, dividida pela concentração na amostra *spot* de urina.

O experimento foi analisado seguindo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + G_j + DG_{ij} + E_{ij} + C_k + DC_{ik} + GC_{jk} + DGC_{ijk} + \epsilon_{ijk}$$

em que

μ = constante geral;

D_i = efeito relativo à dieta i;

G_j = efeito relativo à categoria animal j;

E_{ij} = efeito residual das parcelas;

C_k = efeito relativo ao dia de coleta k;

DG_{ij} , DC_{ik} , GC_{jk} , DGC_{ijk} = interações sobre efeitos principais; e

ϵ_{ijk} = erro aleatório, pressuposto NID (0; σ^2).

As análises foram realizadas por intermédio do programa SAS (Statistical Analysis System), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I. Quando pertinente, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 são apresentadas as médias para os volumes urinários e a excreção de creatinina na urina em mg/kg PV, mg/kg PV^{0,75} e mmol/kg PV^{0,75}, obtidas em função

Tabela 3 – Médias e erro-padrão (EP) para os volumes urinários (L) e a excreção de creatinina em mg/kg PV, mg/kg^{0,75}, mmol/kg^{0,75} obtidas para os dois níveis de concentrado (25 e 50%), as quatro categorias e os seis dias de coleta

Itens	Volume (L)	EP	Creatinina (mg/kgPV)	EP	Creatinina (mg/kg ^{0,75})	EP	Creatinina (mmol/kg ^{0,75})	EP
Níveis de concentrado								
25%	5,59A	0,150	26,84A	0,397	110,20A	1,708	1,03A	0,037
50%	5,40A	0,146	27,33A	0,382	113,88A	1,774	1,01A	0,038
Categorias								
Novilhas	5,12B	0,206	27,11A	0,557	107,09A	2,490	0,95A	0,054
Machos castrados	4,67B	0,206	27,39A	0,540	110,89A	2,415	0,98A	0,052
Machos não-castrados	3,74A	0,222	28,01A	0,557	110,31A	2,490	0,98A	0,054
Vacas	8,18A	0,206	25,80A	0,548	119,42A	2,452	1,18A	0,053
Dias de coleta								
1	5,58A	0,258	27,17A	0,772	109,74A	3,231	0,97A	0,070
2	5,54A	0,249	27,66A	0,656	115,84A	2,937	1,03A	0,063
3	5,39A	0,263	27,37A	0,595	112,59A	2,662	1,00A	0,057
4	5,28A	0,254	27,63A	0,687	113,83A	3,073	1,01A	0,066
5	5,82A	0,254	27,16A	0,687	112,59A	3,073	1,00A	0,066
6	5,30A	0,263	25,17A	0,722	105,87A	3,231	1,15A	0,070

Médias, na coluna, seguidas de letras iguais não diferem ($P>0,05$), pelo teste Tukey.

dos níveis de concentrado, categorias e dias de coleta. Não houve interação ($P>0,05$) entre níveis de concentrado, categorias e dias de coleta para nenhuma das variáveis analisadas. O volume urinário não foi influenciado ($P>0,05$) pelos níveis de concentrado e dias de coleta, contudo foi significativamente maior ($P<0,05$) para as vacas em lactação. O maior volume de urina das vacas, possivelmente, seja explicado pelo seu maior peso vivo e conseqüentemente maior consumo de matéria seca e água.

A ausência de efeito de dias de coletas sobre a excreção diária de creatinina está de acordo com as observações descritas por Valadares et al. (1997) que não encontraram diferenças nas excreções de creatinina obtidas durante 12, 24, 48 ou 72h de coletas. Também Chizzotti et al. (2004a) não observaram efeito da duração do período de coletas de urina (6, 12, 18 ou 24h) sobre a excreção de creatinina.

Foi encontrada excreção diária média de 27,1 mg/kgPV de creatinina na urina que aproxima-se daqueles descritos para animais de vários grupos genéticos (Rennó et al., 2000; Rennó et al., 2003; Chizzotti et al., 2004b).

Para a excreção diária de creatinina, na literatura, são relatados valores para novilhos de 27,36 (Rennó et al., 2000); 27,76 e 27,78 (Rennó et al., 2003); 27,99 (Chizzotti et al., 2004b), e para vacas de leite variando de 29 (Valadares et al., 1999); 24,04 e 24,07 (Chizzotti et al., 2004a); 23,41 (Oliveira et al., 2001); e 23,60 (Silva et al., 2001). Todos os autores mencionaram que a excreção média diária de creatinina não foi influenciada pelos diferentes tratamentos.

A ausência de efeito de dias de coleta sobre a excreção de creatinina permite sugerir que um período de coletas de urina com duração de 24h é suficiente para medir a excreção de creatinina em animais Nelore. Períodos mais curtos de coleta de urina são desejáveis, pois reduzem o tempo experimental, conseqüentemente o custo e o desconforto animal proveniente da utilização de sondas nas fêmeas e funis coletores nos machos.

As excreções urinárias médias de alantoína e de purinas totais, as quantidades de purinas absorvidas, em mmol/dia, e as estimativas da produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) em gN/dia para os dois níveis de concentrado (25% e 50% na matéria seca total das dietas), as quatro categorias de Nelore e os seis dias de coleta são apresentadas na Tabela 4. Não houve interação ($P>0,05$) entre níveis de concentrado, categorias e dias de coleta de urina. Observou-se que o aumento do nível de concentrado reduziu ($P<0,05$) a excreção de alantoína, mas não alterou ($P>0,05$) a produção de Nmic.

A excreção urinária de alantoína foi maior ($P<0,05$) para as vacas, enquanto as excreções de derivados de purina e as quantidades de purinas absorvidas e a produção de Nmic foram somente numericamente maiores para as vacas. Possivelmente essa maior produção de Nmic seja conseqüência do maior consumo de matéria seca observado para as vacas (4,56; 5,44; 4,09 e 10,65kg/dia, respectivamente, para novilhas, machos castrados, machos inteiros e vacas).

Não houve efeito ($P>0,05$) dos dias de coletas de urina para nenhuma das variáveis analisadas, o que permite sugerir que uma coleta total de urina durante 24h é suficiente para estimar a produção de Nmic em Neloires, independentemente de serem novilhas, machos castrados ou inteiros e vacas em lactação.

Silva et al. (2001), trabalhando com vacas lactantes (Holandês x Gir) e com quatro teores de NNP (2,08, 4,01, 5,76 e 8,07) obtiveram excreções urinárias de alantoína variando de 179,75 a 284,56 mmol/dia. Gonda & Lindberg (1997), pesquisando o efeito da dieta sobre a concentração e excreção de alantoína na urina,

Tabela 4 – Médias para as excreções urinárias de alantoína e de purinas totais, purinas absorvidas e estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) obtida para os dois níveis de concentrado, as quatro categorias de Nelore e dias de coleta

	Alantoína (mmol/dia)	Purinas totais (mmol/dia)	Purinas absorvidas (mmol/dia)	Nmic (g/dia)
Níveis de concentrado				
25%	77,34A	82,83A	65,32 A	47,48A
50%	60,12B	66,98A	45,53 A	33,10A
Categorias				
Novilhas	64,82B	70,57A	55,21A	40,14A
Machos castrados	59,05B	64,22B	45,81A	33,31A
Machos não-castrados	58,73B	62,66B	45,87 A	33,35A
Vacas	92,33A	102,16A	74,79 A	54,38A
Dias de coleta				
1	66,40A	71,38A	51,26A	37,28A
2	68,37A	75,40A	56,01A	40,72A
3	68,71A	76,61A	57,43A	41,75A
4	71,58A	77,44A	58,40A	42,46A
5	71,93A	78,31A	59,43A	43,20A
6	65,40A	70,28A	49,98A	36,34A
CV (%)	12,14	16,77	26,18	26,17

Médias, na coluna, seguidas de letras iguais não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

encontraram variações de 211 a 571 mmol/dia, enquanto Johnson et al. (1998) relataram médias de 191,5 mmol/dia. Estes resultados descritos na literatura indicaram que o nível de alantoína em vacas não é constante em todos os estádios fisiológicos e tratamentos dietéticos (Johnson et al., 1998), o que parece acontecer também em vacas zebuínas. Rennó et al. (2003) avaliaram o efeito de dois níveis de proteína na dieta (12 e 15%) em quatro grupos genéticos (Holandês, $\frac{1}{2}$ Holandês x Gir, $\frac{1}{2}$ Holandês x Guz, zebuíno) e verificaram que a excreção dos derivados de purina na urina e as purinas absorvidas não diferiram entre os teores de PB na ração e nem para os grupos genéticos.

Rennó et al. (2000), agrupando cinco experimentos envolvendo animais mestiços e nelores, afirmaram que as excreções de derivados de purina urinários apresentaram comportamento quadrático em função dos níveis de concentrado da ração, acompanhando o comportamento observado para o fluxo de compostos nitrogenados

microbianos. Os mesmos autores encontraram valores máximos de 72,07 e 86,08g de Nmic/dia, para os níveis de 62,91 e 63,60% de concentrado, respectivamente. Também comparando dados de dois experimentos envolvendo animais zebuínos, esses autores encontraram médias de excreção urinária de alantoína de 35,74, 64,02, 94,96, 91,78, 67,32 e 80,04 mmol/dia para dietas contendo 20, 32,5, 40,0, 45,0, 57,5 e 70% de concentrados, respectivamente.

O valor médio de 33,10 gN/dia obtido para a dieta com 50% de concentrado foi inferior á média de 47,48 gN/dia encontrada para dietas contendo 25% de concentrado entretanto, a diferença não foi significativa ($P>0,05$).

Na Tabela 5 podem ser observados as médias e os erros-padrão das médias da produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) obtidos através da coleta total de urina nos dois níveis de concentrado e nas quatro categorias animais. Na mesma tabela, estão apresentadas as médias da produção de Nmic obtida através da coleta total de urina e da estimativa através da coleta *spot*. Não houve diferença ($P>0,05$) significativa para nenhuma das variáveis avaliadas.

Tabela 5 – Médias e erro-padrão da média (EPM) para a estimativa da produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) para os dois níveis de concentrado e as quatro categorias animais, obtidas em coleta total de urina e médias e erros-padrão da média para os dois métodos de coleta de urina (total e *spot*)

Itens	Nmic	EPM
Níveis de concentrado		
25%	46,87A	2,632
50%	37,74A	3,283
Categorias		
Novilhas	36,29A	3,722
Machos Castrados	30,63A	3,722
Machos não-castrados	48,98A	4,924
Vacas	66,31A	4,404
Métodos de coleta		
Coleta total	44,96A	2,904
Coleta <i>spot</i>	41,64A	2,904

Médias, na coluna, seguidas de letras iguais não diferem ($P>0,05$), pelo teste Tukey.

Silva et al. (2001), trabalhando com vacas leiteiras, com inclusão de níveis crescentes de uréia na ração (0 a 2,1% na MS) não verificaram diferenças para a produção de compostos nitrogenados microbianos obtidos por meio de coletas total e *spot* de urina.

Chen et al. (1995) relataram que a amostra *spot* de urina pode não ter sensibilidade suficiente para a comparação entre diferentes tratamentos em ovinos.

Rennó et al. (2003), trabalhando com diferentes grupos genéticos (Holandês; 1/2Hol-Guz; ½ Hol-Gir e Zebu), afirmaram que os animais zebuinos apresentaram o menor valor médio para compostos nitrogenados microbianos (31,29 g/dia). Afirmou também que as diferenças entre os grupos genéticos para a produção microbiana estimada pelos derivados de purinas urinários, de maneira geral, foram semelhantes àquelas obtidas para a produção microbiana determinada pelas bases purinas no abomaso, concluindo que a coleta *spot* de urina consiste um método rápido e eficaz na estimação da excreção urinária dos derivados de purinas e da produção de compostos nitrogenados microbianos.

A Tabela 6 mostra as excreções médias de uréia em mg/kg PV para os dois níveis de concentrado e as quatro categorias animais. Houve interação ($P < 0,05$) entre níveis de concentrado e categorias para a excreção de uréia na urina. Observou-se que para o nível de 25% de concentrado, não houve diferença ($P > 0,05$) entre as categorias. Contudo, para o nível de 50% de concentrados, as excreções de uréia foram maiores ($P < 0,05$) para as novilhas.

Tabela 6 – Médias para a excreção de uréia na urina, em mg/kg PV, em função dos níveis de concentrado e das categorias animais

Níveis de Concentrado	Categorias				CV ¹ (%)
	Novilhas	Machos castrados	Machos não-castrados	Vacas	
25%	209,61Ba	197,09Aa	187,55Aa	266,27Aa	11,23
50%	306,02Aa	212,92Ab	226,88Aab	219,11Ab	

¹ Coeficiente de variação.

Letras maiúsculas comparam médias nas colunas e letras minúsculas, nas linhas. Médias seguidas de letras iguais não diferem ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

Avaliando cada categoria de Nelore, observou-se que somente as novilhas apresentaram maior ($P<0,05$) excreção de uréia no maior nível de concentrado oferecido (50%) em relação aos machos castrados e às vacas.

Moraes (2003) encontrou aumento linear na excreção de N-uréia, à medida que se elevou o nível de uréia das dietas, cujos valores variaram de 54,3 a 71,1 g NU/dia. Fato esse que está de acordo com a afirmação de Russel et al. (1992), que a produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal aumentam a excreção urinária de compostos nitrogenados. Segundo Huntington & Arcchibeque (1999), a quantidade ou degradabilidade da proteína dietética afeta o metabolismo da uréia, evidenciado através de alterações nas concentrações de nitrogênio da uréia no plasma e no percentual de nitrogênio na urina na forma de uréia.

Houve interação ($P<0,05$) entre níveis de concentrado e categorias animais para concentração de N-uréia no soro sanguíneo (Tabela 7). Observa-se que, para o nível de 25% de concentrado, não houve diferença ($P>0,05$) entre as categorias de Nelore. Contudo para o nível de 50% de concentrado, as concentrações de N-uréia no soro sanguíneo foram maiores ($P<0,05$) para vacas e machos inteiros.

Tabela 7 – Médias de N-uréia (mg/dL) no soro sanguíneo, em função dos níveis de concentrado e das categorias animais

Níveis de concentrado	Categorias				CV ¹ (%)
	Novilhas	Machos castrados	Machos não-castrados	Vacas	
25%	14,63Aa	16,25Aa	12,56Ba	11,53Ba	23,62
50%	10,70Ab	12,37Ab	20,49Aa	21,17Aa	

¹ Coeficiente de variação.

Letras maiúsculas comparam médias nas colunas e letras minúsculas, nas linhas. Médias seguidas de letras iguais não diferem ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

Avaliando cada categoria, observa-se que os machos inteiros e as vacas apresentam maiores ($P<0,05$) concentrações de N-uréia sérico em dietas com 50% de concentrado (Tabela 8).

Moraes (2003) alimentou 20 novinhos Holandês x zebu não-castrados com quatro níveis de uréia no concentrado (0; 1,2; 2,4 e 3,6%) e afirmou que as concentrações de N no soro não foram afetadas por esses níveis. Também Silva et al.

(2001) não encontraram efeito de níveis de uréia sobre o N-uréia plasmática, utilizando vacas mestiças alimentadas com diferentes níveis de uréia no concentrado. Segundo esses autores, esta resposta seria explicada por serem os concentrados isoprotéicos. No entanto, Oliveira et al. (2001) encontraram aumento na N-uréia plasmática à medida que elevou os níveis de uréia no concentrado das vacas e os autores atribuíram esta resposta à redução da eficiência da utilização de amônia no rúmen.

Conclusões

Período de coletas de urina de 24 horas é suficiente para trabalhos com bovinos Nelores, independentemente de serem novilhas, machos castrados ou não-castrados e vacas em lactação, objetivando-se a avaliação da excreção de DP e da produção microbiana.

A coleta de amostra *spot* de urina também pode ser utilizada para estimar a produção de proteína microbiana em novilhas, machos inteiros ou castrados e vacas lactantes da raça Nelore.

Literatura Citada

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working party, on the nutrient requirement of ruminants*. London: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45 p

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 technical details*. International feed research unit. Aberdeen, UK: Rowett Research Institute. 1992. 21 p. (Occasional publication).

CHEN, X. B.; MEJIA, A. T.; ORSKOV, E. R. Evaluation of the use of the purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, v. 125, p. 137-143, 1995.

CHIZZOTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al., Excreção de Creatinina em Vacas . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. *Anais...* CD-ROM. Nutrição de ruminantes. 2004a.

CHIZZOTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al. Excreção de creatinina em novilhos e novilhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande, MS. *Anais...* CD-ROM. Nutrição de ruminantes. 2004b

FLEMING, S. A.; HUNT, E. L.; RIVIERE, J. E. et al.. Renal clearance and fractional excretion of electrolytes over four 6-hour periods in cattle. *American Journal Veterinary Research*, v. 52, n. 1, 1991.

FUJIIHARA, T.; ORSKOV, E. R.; REEDS, P. J.; KYLE, D. J. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agricultural Science Cambridge*, v. 109, p. 7-12, 1987.

GONDA, H. L.; LINDBERG, J. E. Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 80, p. 364-373, 1997.

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

JOHNSON, L. M.; HARRISON, J. H.; RILEY, R. E. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. *Journal of Dairy Science*, v. 81, n. 9, p. 2408-2420, 1998.

MORAES, E. H. B. K. *Suplementos múltiplos para recria e terminação de novilhos mestiços em pastejo durante os períodos de seca e transição seca-águas*. 2003. 69 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7. ed. Washington: National Academic Press, 1996. 242 p.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.

ØRSKOV, E. R.; MACLEOD, N. A. The determination of minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and its physiological and practical implications. *British Journal of Nutrition*, v. 47, p. 625-636, 1982.

PEREZ, J. F.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using ¹⁵N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. *British Journal of Nutrition*, v. 75, p. 699-709, 1996.

RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Estimativa da Produção de Proteína pelos Derivados de Purinas na Urina em Novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 4, p.1223-1234, 2000.

RENNÓ, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al. Níveis de proteína na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por intermédio dos derivados de purinas na urina. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria, 2003. CD-ROM. Nutrição de ruminantes.

RUSSEL, J. B. ; O'CONNOR, J. D. ; FOX, D. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*, v. 70, p. 425-441, 1992.

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; RENNO, L. N.; SILVA, J. M. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 30, n. 6, p. 1948-1957, 2001.

SNIFFEN, C. J.; ROBINSON, P. H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulations. *Journal of Dairy Science*, v. 70, n. 2, p. 425-441, 1987.

STERN, M. D.; VARGA, G. A.; CLARK, J. H. et al. Evaluation of chemical and physical properties of feeds that affect protein metabolism in the rumen. *Journal of Dairy Science*, v. 77, n. 9, p. 2762-2786, 1994.

SUSMEL, P.; STEFANON, B.; PLAZZOTTA, E. et al. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. *Journal Agricultural Science*, v. 123, p. 257-266, 1994.

VAGNONI, D. B.; BRODERICK, G. A.; CLAYTON, M. K. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. *Journal of Dairy Science*, v. 80, n. 8, p. 1695-1702, 1997.

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

VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science*, v. 8, p. 2686-2696, 1999.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Teores de Proteína em dietas de vacas de leite. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GADO DE LEITE, II. 2001. Lavras. *Anais...* Lavras; UFLA, 2001.

Efeito da duração do período de coletas de fezes sobre as digestibilidades de nutrientes e os teores de nutrientes digestíveis totais em bovinos da raça Nelore

Resumo – Objetivou-se avaliar o efeito da duração do período de coletas de fezes sobre as digestibilidades aparentes da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), em Nelores de quatro categorias: novilhas, machos castrados, machos inteiros e vacas em lactação, alimentados com 25 ou 50% de concentrado na base da MS total das dietas. Foram utilizados dois períodos experimentais com duração de 28 dias cada, sendo as coletas totais de fezes efetuadas do 22^o ao 28^o dias de cada período experimental. Essas coletas foram retiradas do piso imediatamente após excreção. Utilizou-se dieta com 25% de concentrado no primeiro período e com 50% no segundo. Todas as dietas continham aproximadamente 12% de PB. As comparações foram feitas através de análises de regressão, que foram efetuadas considerando quatro dias de coletas de fezes em cada período, sendo as equações obtidas sempre comparando as digestibilidades dos nutrientes referentes a um dia (24 h), dois dias (48 h) ou três dias (72h) em relação aos quatro dias (96 h de coleta). Foram feitas também comparações através de equações utilizando os seis dias de coleta total de fezes, referentes ao segundo período (50% de concentrado), sendo nesse caso utilizado como referência os 6 dias de coleta total (144 h de coleta total de fezes). Não houve diferença significativa ($P>0,05$) para nenhuma das digestibilidades avaliadas e também para os teores de NDT entre os dias de coleta total de fezes, contudo, observou-se que os coeficientes de variação diminuíram à medida que se aumentou o número de dias de coleta. Conclui-se que as digestibilidades obtidas num período de coletas de fezes de 24 h são exatas, mas que a precisão experimental pode ser melhorada com o aumento do número de dias de coleta total de fezes.

Palavras-chave: bovinos, coleta total de fezes, digestibilidade aparente.

Effects of length of total feces collection on nutrients digestibility and total digestible nutrients contents in Nellore bovines breed

Abstract - The effects of length of total feces collection on digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract, neutral detergent fiber and nonfiber carbohydrates and total digestible nutrients contents in Nellore bovines breed of four categories: heifers, bulls, steers and lactating cows, fed diets with 25 or 50% of concentrate, total DM basis. Total feces collection were done from 22th to 28th days of each experimental period (two of 28 days each), immediately after excretion. Diets were formulated to contain 25% of concentrate in the first period and 50% of concentrate in the second one, all containing 12% CP. Regression analysis was part of the statistical model, where the comparisons were performed with the four days of collection of each period and the equations from nutrients digestibility of one (24 h), two (48 h) or three days (72h) in relation to four days (96 h). Comparisons among the six days of total feces collection of the second period (50% of concentrate) were performed using the overall period of collection (144 h) as reference, No significant effect ($P>0.05$) for all evaluated digestibility and also TDN contents among total feces collection was observed. however, the coefficients of variation decreased with the increasing number of days collection. It was concluded that the digestibility estimate from 24-h total feces collection are precise, but it could be better, since the number of days of length of total feces collection increased.

Key Words: bovines, total feces collection, apparent digestibility

Introdução

O aproveitamento dos alimentos pelos ruminantes envolve variadas interações físicas, químicas e biológicas, que deverão ser traduzidas em termos de resposta produtiva. O consumo constitui-se na primeira e mais importante etapa deste processo. A ingestão de alimentos é o principal determinante do ingresso de nutrientes necessários para o atendimento dos requerimentos de manutenção e produção dos animais. A acurácia da predição do consumo de matéria seca é fundamental na formulação de dietas para o correto atendimento das exigências nutricionais.

O consumo de matéria seca e a concentração energética da dieta são altamente correlacionados, de forma que dietas com baixa digestibilidade e menos energia (geralmente ricas em fibra) limitam o consumo por enchimento do rúmen e, ou, diminuição na taxa de passagem, enquanto o consumo de dietas ricas em energia e de alta digestibilidade regulam a ingestão por fatores metabólicos (NRC, 1996).

O conhecimento da composição química e da ingestão dos alimentos é tão importante quanto a utilização dos nutrientes pelo animal, o qual é obtido por meio de estudos de digestão.

A digestibilidade do alimento, basicamente, é a sua capacidade de permitir que o animal absorva em maior ou menor escala os seus nutrientes e essa capacidade é expressa pelo coeficiente de digestibilidade. O processo básico envolvido em um ensaio de digestão consiste em se medir a quantidade de nutrientes consumidos e a quantidade excretada nas fezes durante determinado período de tempo. A duração deste período é dependente da espécie. Especialmente, os ruminantes exigem períodos mais longos por causa da variação entre dias na excreção. Quanto mais longo for o período de coleta, melhores serão os resultados, pois o efeito das variações periódicas é minimizado, desde que o animal mantenha regularidade e integralidade no consumo (Coelho da Silva & Leão, 1979).

A duração do período de coletas de fezes depende do nível de nutrição e do tipo de dieta. Schneider & Flatt (1975), citados por Coelho da Silva & Leão (1979), recomendaram pelo menos 10 dias de coleta. Períodos de 6 a 24 dias são descritos em muitos trabalhos, sendo os mais comuns de 7, 10 e 14 dias. Segundo Coelho da Silva & Leão (1979), períodos menores que seis dias seriam insuficientes para uma boa estimativa do coeficiente de digestibilidade.

Contudo, considerando que os custos da experimentação e o tempo devem ser minimizados, propõe-se que períodos de coletas de fezes menores poderão ser utilizados sem perda da exatidão experimental.

Desta forma, o presente trabalho foi conduzido com os objetivos de avaliar o efeito da duração do período de coletas de fezes sobre as digestibilidades dos nutrientes e os teores de nutrientes digestíveis totais em animais da raça Nelore.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Animais e no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG.

A cidade de Viçosa está localizada na Zona da Mata do Estado de Minas Gerais e tem como coordenadas geográficas de posição 20°45' 20" de latitude sul e 45° 52' 40" de longitude oeste de Greenwich e altitude de 657 m. A temperatura média e a precipitação pluviométrica observada no ano de 2000 foi de 20 °C e 1.218 mm e em 2001 foi de 20,7 °C e 1.148 mm (Universidade Federal de Viçosa, 2002).

Foram utilizados 16 animais zebuínos da raça Nelore, sendo quatro de cada categoria: machos castrados, machos não castrados, novilhas e vacas lactantes (no período final de lactação). Os animais, com exceção das vacas foram fistulados no rúmen e no duodeno alojados em baias individuais, cobertas, com piso de concreto revestido de borracha, com área de 9m², e dotadas de comedouros de alvenaria e bebedouros individuais. O ensaio foi realizado em dois períodos experimentais.

Os 16 animais foram alimentados com dietas contendo 25 ou 50% concentrado nos períodos experimentais I e II, respectivamente. Os pesos vivos médios foram de aproximadamente 243, 265, 226 e 467 kg para as novilhas, os machos castrados, inteiros e as vacas lactantes, respectivamente.

Os períodos experimentais tiveram duração de 20 dias, sendo 14 dias de adaptação às dietas e 6 dias para as coletas. Do 15^o ao 20^o dia de cada período, foram realizadas coletas totais de fezes retiradas do piso imediatamente após excreção.

A alimentação foi fornecida duas vezes ao dia, sempre às 8 e às 16 h, na forma de ração completa, à vontade, permitindo-se sobras de no máximo 10%. As dietas foram constituídas de silagem de milho e concentrado nas proporções de 25 ou 50% na base da matéria seca e foram balanceadas de acordo com o NRC (1996), para conterem

aproximadamente de 12% de PB. Os concentrados foram formulados com milho, uréia, farelo de algodão com 38% de PB e mistura mineral.

Nas Tabelas 1 e 2 podem ser visualizadas, respectivamente, a proporção dos ingredientes na mistura do concentrados e a composição química das silagens de milho e dos concentrados.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes nos concentrados (% matéria natural)

Itens	Níveis de concentrado	
	25%	50%
Milho	58,90	83,20
Farelo de algodão 38%	33,90	13,20
Uréia/S A	3,00	1,50
Sal	1,10	0,55
Mistura mineral	1,10	0,55
Calcário	2,00	1,00

Tabela 2 – Composição química das dietas experimentais, com base na matéria seca

Itens	Silagem de milho		Concentrado		Dieta	
	P1	P2	25%	50%	25%	50%
MS ¹ (%)	24,65	27,20	87,98	88,51	40,48	57,86
MO ¹	92,10	91,40	95,65	95,14	93,00	93,26
PB ¹	7,40	7,20	28,50	17,50	12,70	12,40
EE ¹	3,40	3,40	2,40	3,10	3,15	3,25
FDN ¹	62,70	59,10	33,90	23,90	55,50	41,50
CNF ¹	18,60	21,70	30,85	50,64	21,65	36,11

¹ MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDN = fibra em detergente neutro; e CNF = carboidratos não-fibrosos. PI = período um; e PII = período dois.

Diariamente foram registradas as quantidades dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal para a estimativa do consumo. Durante o período experimental, foram realizadas amostragens das dietas e sobras. Para as sobras diárias de cada animal foi efetuada uma amostra composta. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas para posteriores análises.

Para as coletas totais de fezes de cada animal utilizaram-se baldes individuais de 20 litros, onde as fezes eram colocadas após cada defecação espontânea. Ao término de cada período de 24 h de coleta, as fezes foram pesadas, homogeneizadas e armazenadas em sacos plásticos a -15°C , em uma quantidade de aproximadamente 10% do peso total de coleta para análises posteriores. Houve um acompanhamento de pessoal durante todos os seis dias de coletas de fezes para evitar perdas de amostras.

As análises de matéria seca, nitrogênio total, fibra em detergente neutro extrato etéreo e cinzas foram feitas conforme Silva & Queiroz (2002). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como $100 - (\%PB + \%EE + \%CZ + \%FDN)$. No primeiro período (relativo a 25% de concentrado) houve um problema na secagem das fezes do 19º e 20º dia experimental e por isso essas foram descartadas.

As análises estatísticas foram conduzidas por ajustamento de regressão linear simples dos valores obtidos dos coeficientes de digestibilidade para as coletas realizadas em intervalos de um, dois, três, quatro e cinco dias (período I) e um, dois e três dias (períodos I e II) sobre os coeficientes obtidos com seis dias (período I) e quatro dias (período II), respectivamente.

As estimativas obtidas com o total de coletas realizadas foram consideradas como referência e, portanto, assumidas como variável independente. As comparações foram conduzidas de forma independente aos fatores nível de concentrado e categoria animal.

As estimativas dos parâmetros de regressão foram comparadas sob as seguintes hipóteses:

$$H_0: \beta_0 = 0$$

$$H_0: \beta_1 = 1$$

$$H_a: \beta_0 \neq 0$$

$$H_a: \beta_1 \neq 1.$$

No caso de não-rejeição de ambas hipóteses ($\alpha = 0,05$), concluiu-se pela similaridade dos valores obtidos com aqueles estimados por todas as coletas.

Resultados e Discussão

A Tabela 3 apresenta os consumos médios diários de matéria seca e de matéria orgânica para os dois níveis de concentrado na dieta e para as quatro categorias animais. Observa-se que não houve interação ($P>0,05$) entre categorias e níveis de concentrado. Contudo, os consumos foram maiores ($P<0,05$) para as vacas e para o maior nível de concentrado.

Tabela 3 – Consumos médios diários (kg/dia) de matéria seca (MS) e de matéria orgânica (MO) para os dois níveis de concentrado na dieta e para as quatro categorias de Nelore

	Categorias				Níveis de concentrado	
	Novilhas	Machos castrados	Machos não-castrados	Vacas	25%	50%
MS	5,96 b	6,48 b	5,75 b	11,3 a	6,22 b	8,52 a
MO	5,59 b	6,13 b	5,64 b	10,62 a	5,98 b	8,01 a

O maior consumo obtido para as vacas lactantes é consequência de seu maior peso vivo. Os maiores consumos obtidos com o maior nível de concentrado podem ser explicados pelo maior teor de CNF e menor de FDN nessa dieta.

Oliveira (1991) encontrou aumento de consumo de matéria seca com o aumento de concentrado na dieta de 30 para 50%. No entanto, Ítavo et al. (2002) não observaram efeito de níveis de concentrado (20, 40, 60 ou 80%) sobre os consumos de matéria seca e de matéria orgânica.

Nas Tabelas 4 e 5 constam as regressões lineares e os coeficientes de variação (CV) dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e teores de NDT nos dias um, dois e três, em função de quatro dias de coleta total de fezes e um, dois, três, quatro e cinco, em função dos seis dias de coleta, respectivamente. Em seguida, as Figuras 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 representam a Tabela 4 graficamente e as Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13 representam a Tabela 5.

Observa-se que as digestibilidades obtidas com amostras coletadas durante um, dois ou três dias de coletas não diferiram ($P>0,05$) daquelas encontradas com quatro

Tabela 4 – Regressão linear e coeficientes de variação (CV) para a estimativa dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), extrato etéreo (CDEE), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos dias de coleta

Regressão Linear						
Item	Dias de Coleta	Intercepto		Coeficiente Inclinação		CV(%)
		Estimativa	Valor P ¹	Estimativa	Valor P ²	
CDMS	1	20,6740	0,0770	0,7016	0,0832	6,94
	2	5,9109	0,5349	0,9129	0,5352	5,86
	3	5,9948	0,2938	0,9142	0,3083	3,47
CDMO	1	18,1866	0,1365	0,7466	0,1436	6,07
	2	6,4268	0,5177	0,9076	0,5122	5,06
	3	6,4647	0,2774	0,9095	0,2841	3,00
CDPB	1	6,7786	0,6738	0,9006	0,6624	5,70
	2	-3,8755	0,7327	1,0529	0,7418	4,01
	3	-4,1111	0,5285	1,0587	0,5286	2,29
CDFDN	1	7,3428	0,5993	0,8885	0,6347	10,98
	2	10,3163	0,2960	0,8194	0,2764	7,84
	3	7,5339	0,2098	0,8678	0,1938	4,73
CDEE	1	-26,9641	0,2079	1,2984	0,2817	13,04
	2	15,8237	0,2295	0,7916	0,2241	7,61
	3	4,8720	0,4163	0,9398	0,4396	3,48
CDCNF	1	-41,8412	0,0647	1,4754	0,0602	3,88
	2	-22,1534	0,1315	1,2567	0,1178	2,55
	3	-14,6913	0,1793	1,1695	0,1654	1,92
NDT	1	12,7339	0,3092	0,8131	0,3058	5,91
	2	9,3347	0,3503	0,8636	0,3491	4,72
	3	5,5446	0,3405	0,9199	0,3447	2,74

¹ H₀: $\beta_0 = 0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$.

² H₀: $\beta_1 = 0$; H_a: $\beta_1 \neq 0$.

Tabela 5 – Regressão linear e coeficientes de variação (CV) para a estimativa dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), extrato etéreo (CDEE), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em função dos dias de coleta

Regressão Linear						
Item	Dias de Coleta	Intercepto		Coeficiente Inclinação		CV(%)
		Estimativa	Valor P ¹	Estimativa	Valor P ²	
CDMS	1	52,9311	0,1119	0,2473	0,996	6,78
	2	37,1515	0,2621	0,4701	0,2430	6,91
	3	37,0695	1,829	0,4719	0,1664	5,73
	4	30,4613	0,1620	0,5681	0,1481	4,44
	5	-0,0219	0,9988	0,9969	0,9872	3,03
CDMO	1	47,6948	0,1477	0,3442	0,1375	5,95
	2	30,2198	0,3298	0,5826	0,3148	5,73
	3	33,7364	0,1925	0,5361	0,1811	4,70
	4	27,5214	0,1807	0,6222	0,1701	3,71
	5	2,2543	0,8778	0,9667	0,8652	2,75
CDPB	1	59,6023	0,0308	0,1620	0,0303	6,89
	2	23,4567	0,3604	0,6938	0,3931	6,76
	3	22,7284	0,3108	0,7017	0,3413	5,90
	4	21,2461	0,2312	0,7169	0,2536	4,66
	5	3,5886	0,7414	0,9505	0,7451	2,97
CDFDN	1	25,4772	0,2318	0,5425	0,1698	9,46
	2	23,4572	0,3105	0,5742	0,2329	10,28
	3	20,0714	0,3098	0,6267	0,2215	8,78
	4	13,5686	0,4109	0,7449	0,3158	7,24
	5	-3,8069	0,6613	1,0482	0,7166	3,71
CDEE	1	41,5276	0,0406	0,2875	0,0118	13,90
	2	65,1506	0,0024	0,0739	0,0013	10,95
	3	36,5219	0,0017	0,4789	0,0009	5,60
	4	27,7785	0,0067	0,5868	0,030	5,46
	5	-5,6863	0,4106	1,0692	0,4365	4,46
CDCNF	1	63,4619	0,4698	0,3037	0,4799	5,26
	2	27,4587	0,7328	0,7086	0,7469	4,87
	3	67,4938	0,3641	0,2616	0,3763	4,41
	4	66,2894	0,1281	0,2659	0,1330	2,50
	5	35,0043	0,2688	0,6091	0,2714	1,88
NDT	1	41,5750	0,1355	0,4009	0,1200	6,08
	2	30,4261	0,2368	0,5614	0,2170	5,69
	3	29,1079	0,1762	0,5810	0,01590	4,70
	4	24,4865	0,1478	0,6484	0,01329	3,66
	5	2,2514	0,8579	0,9656	0,8428	2,83

¹ H₀: $\alpha_0 = 0$; H_a: $\alpha_0 \neq 0$.

² H₀: $\alpha_1 = 0$; H_a: $\alpha_1 \neq 0$.

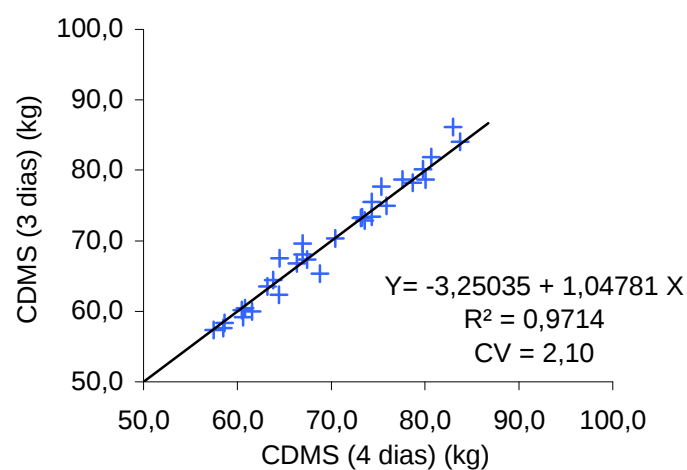
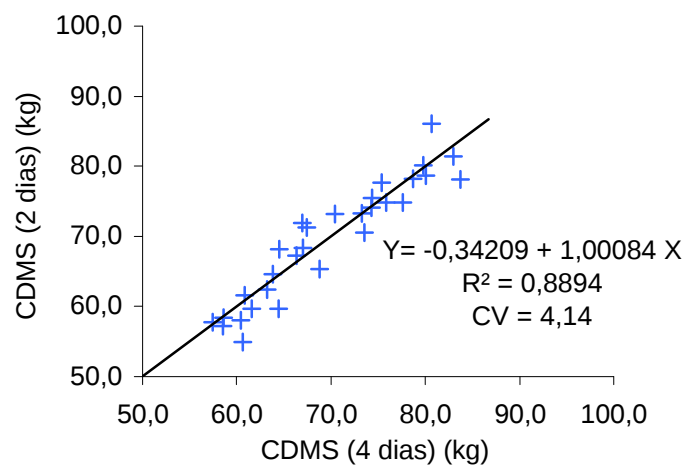
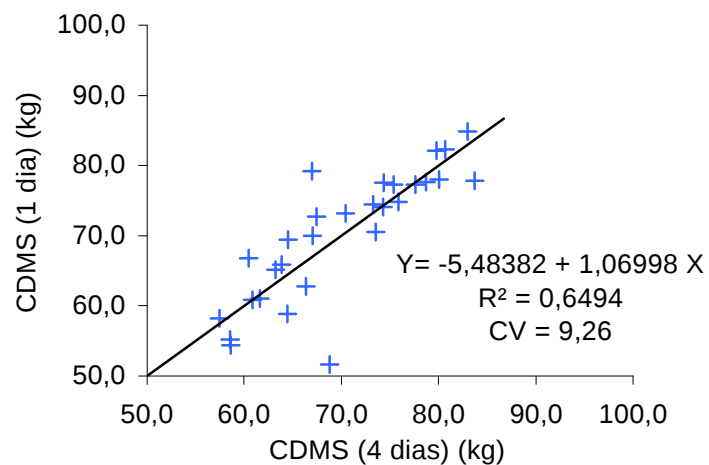


Figura 1 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (quatro dias).

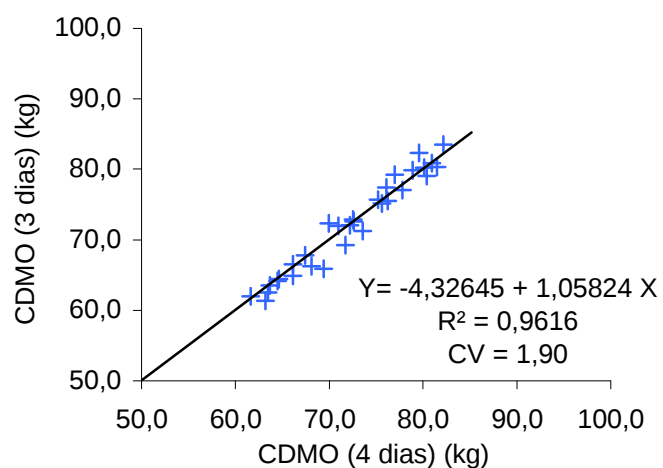
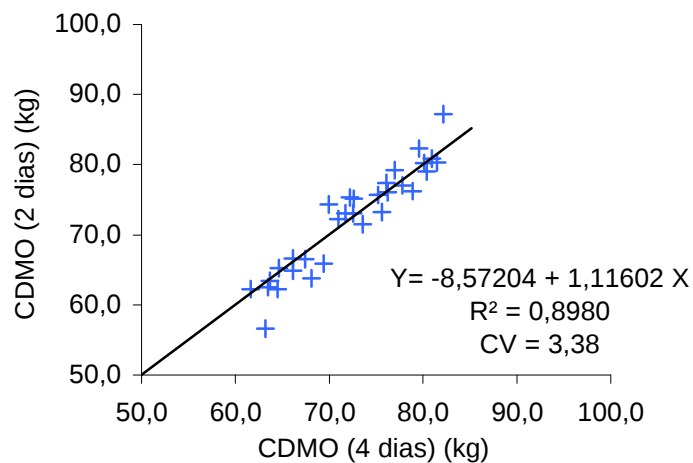
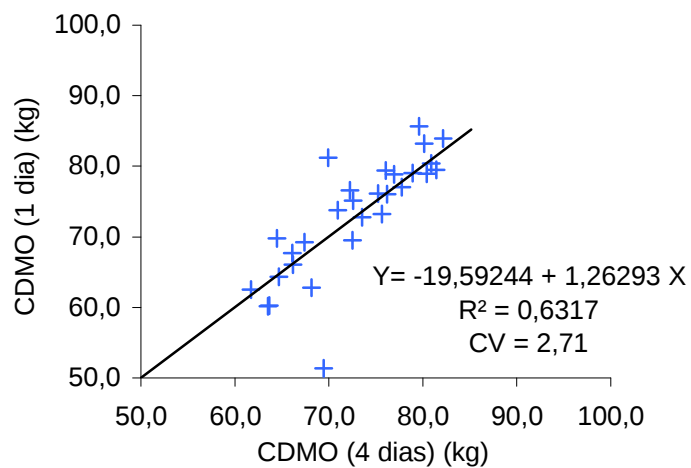


Figura 2 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (quatro dias).

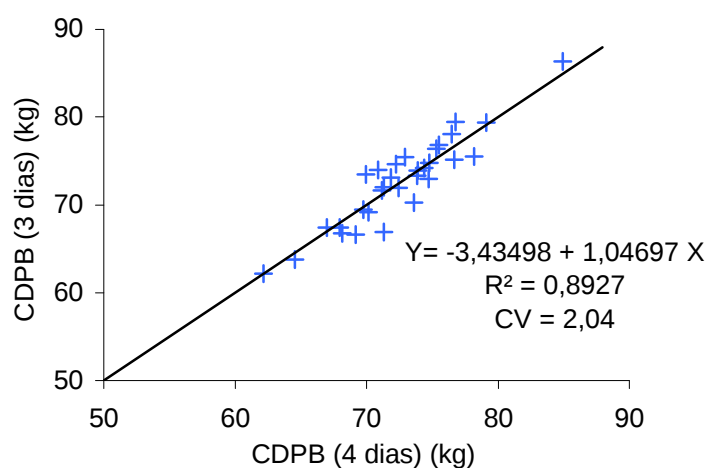
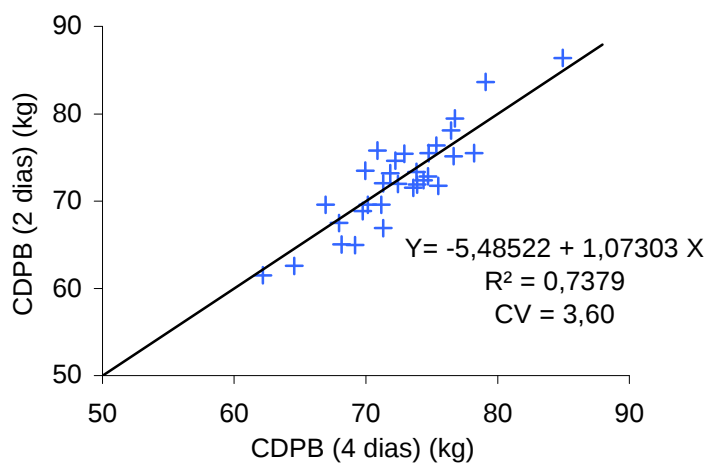
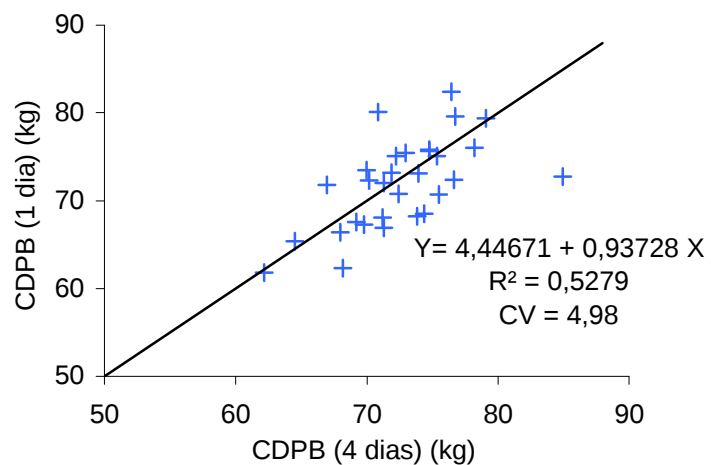


Figura 3 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (quatro dias).

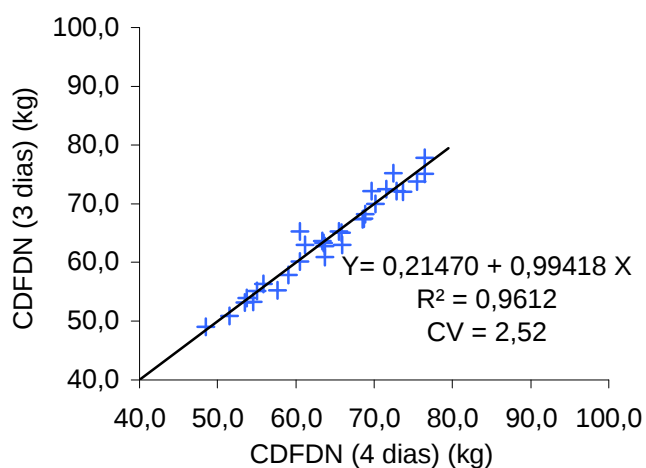
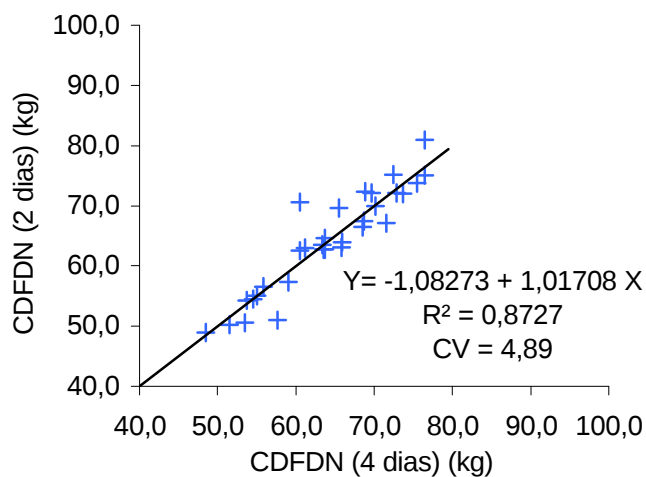
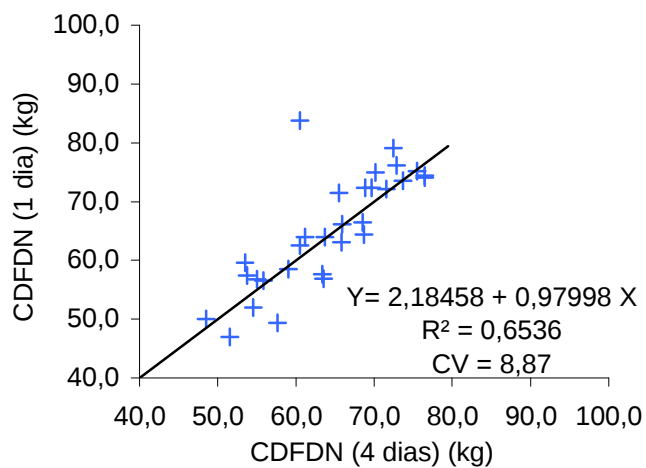


Figura 4 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (quatro dias).

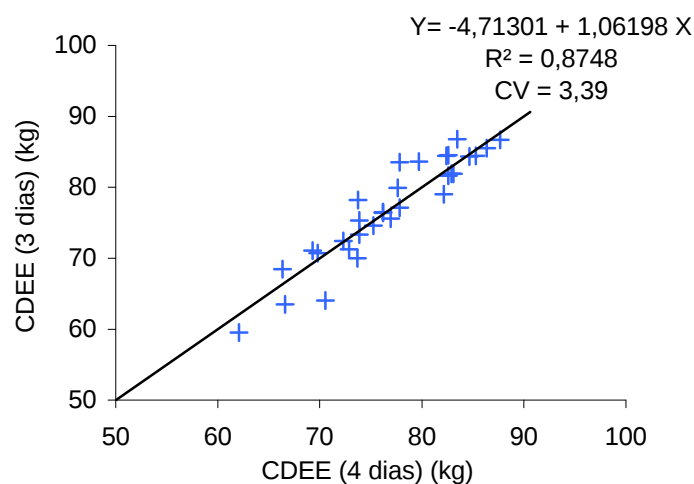
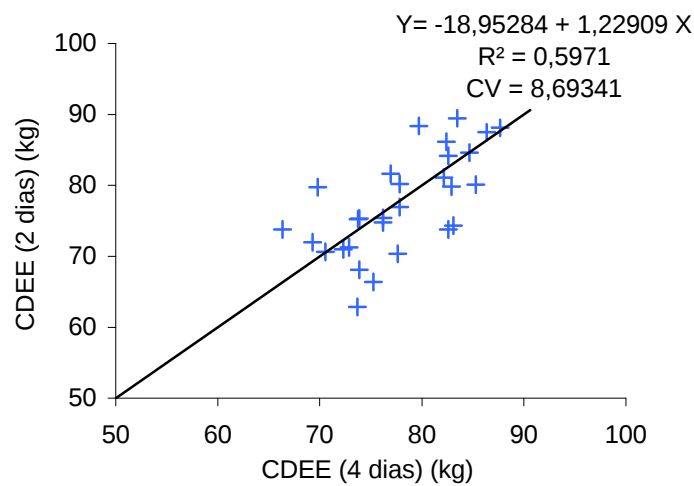
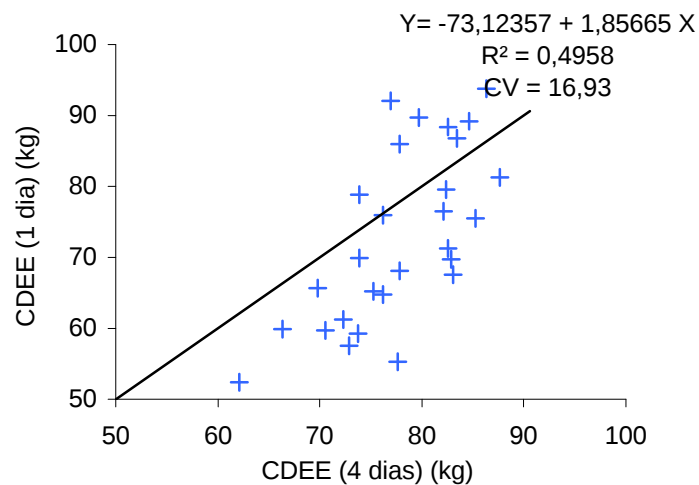


Figura 5 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (quatro dias).

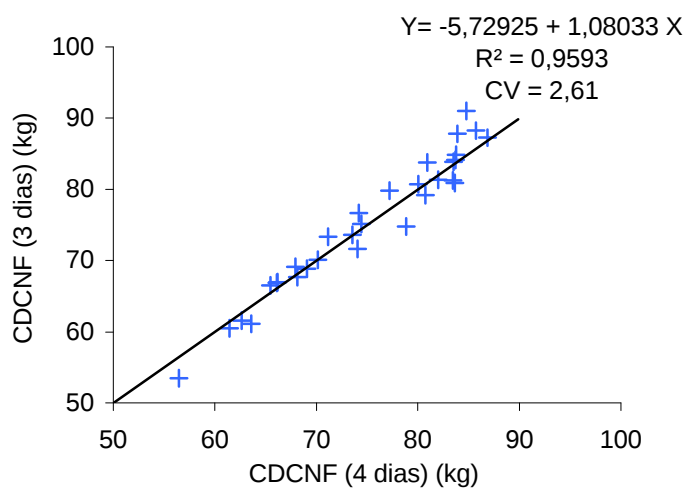
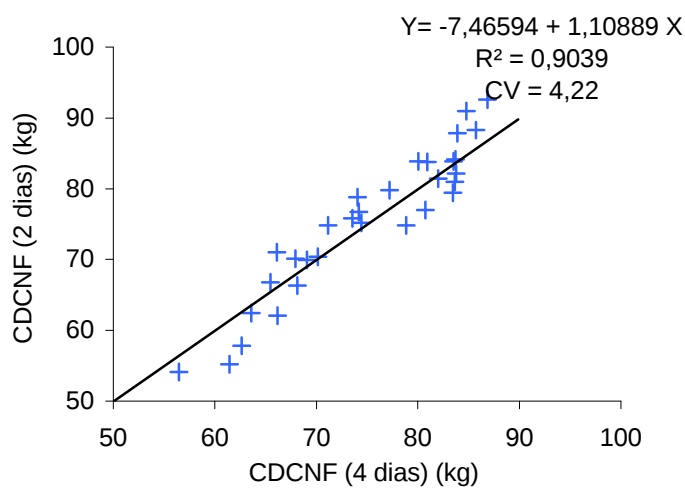
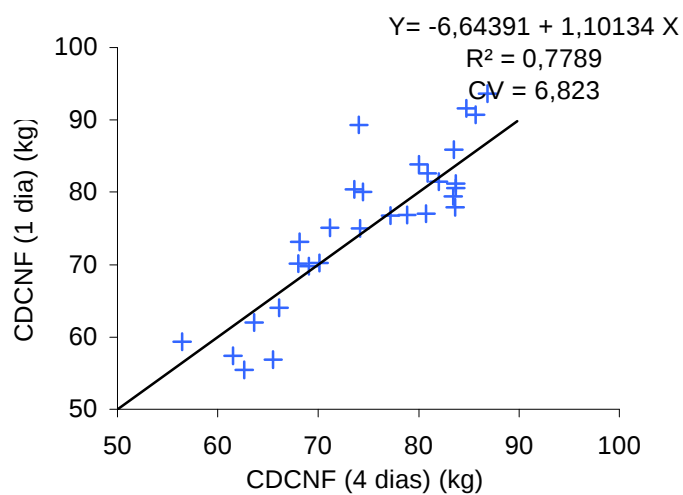


Figura 6 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente dos carboidratos não-fibrosos, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (quatro dias).

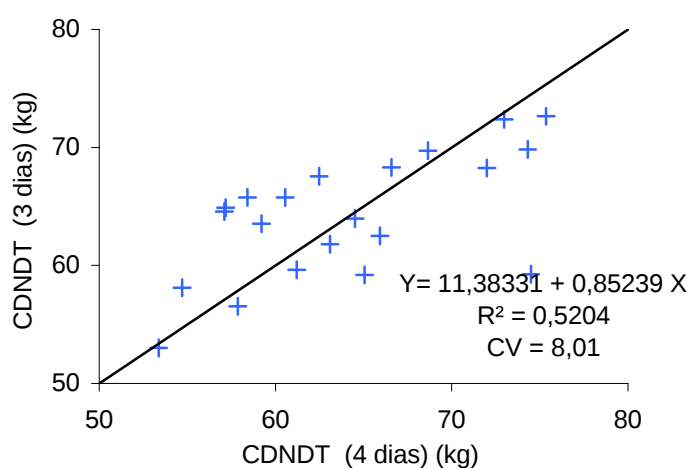
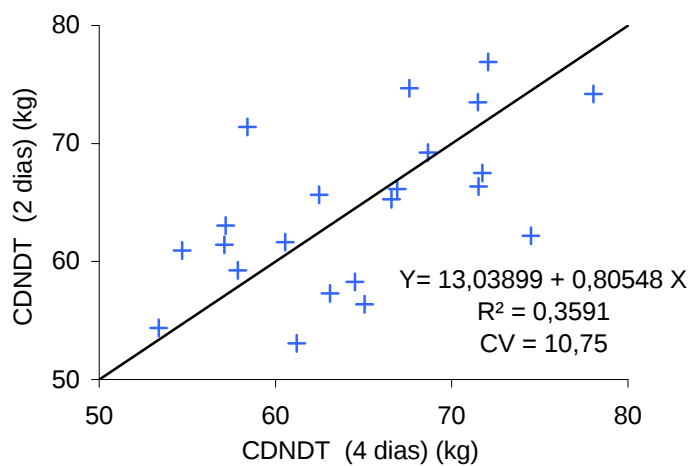
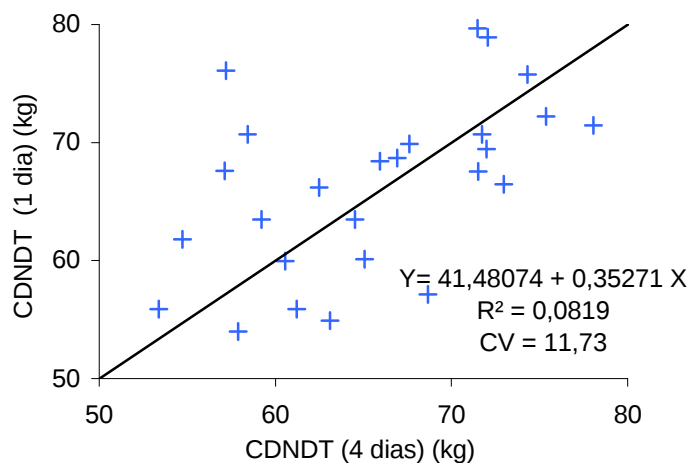


Figura 7 – Comportamento descritivo para nutrientes digestíveis totais aparentes, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (quatro dias).

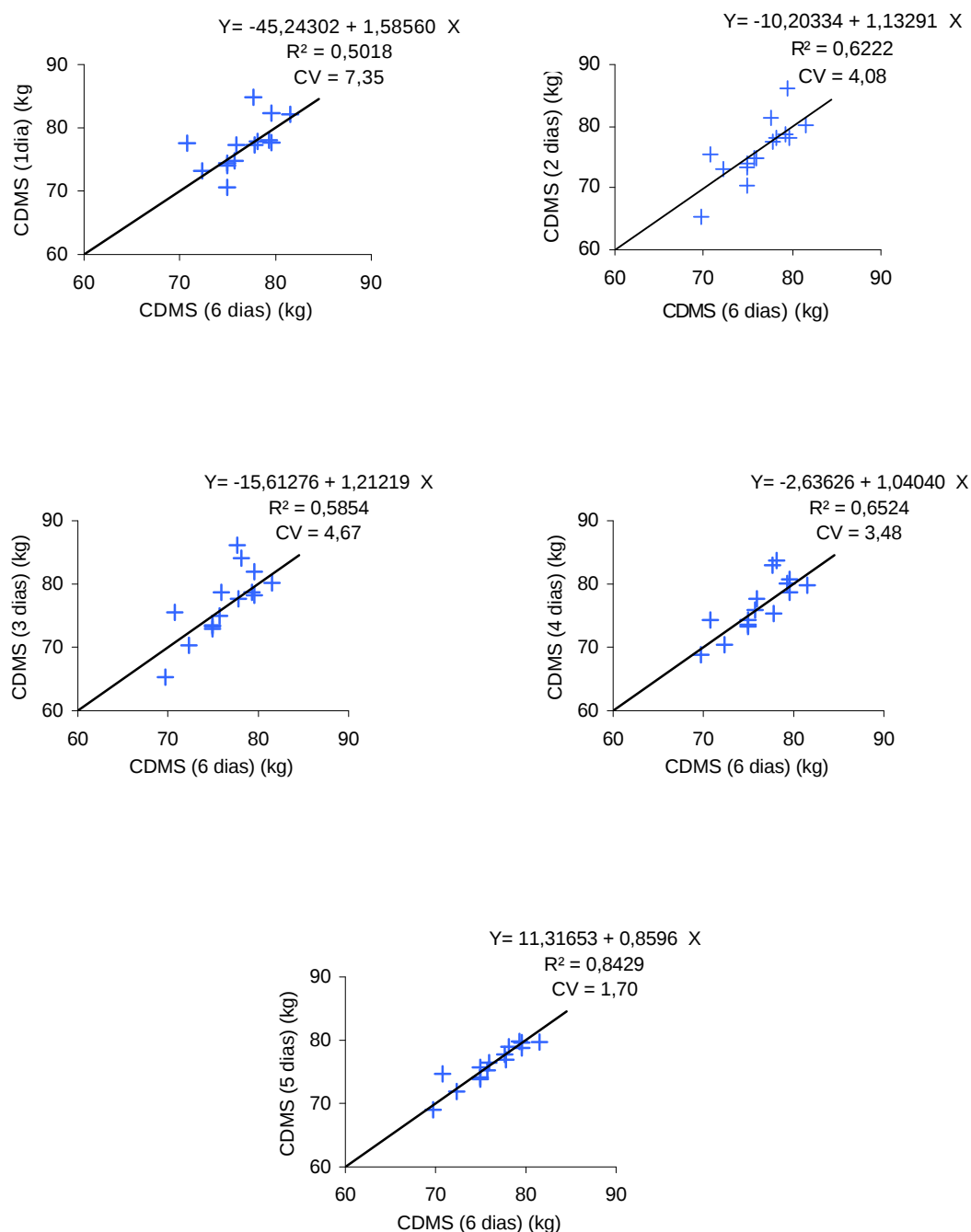


Figura 8 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, obtidos com um, dois, três, quatro e cinco dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (seis dias).

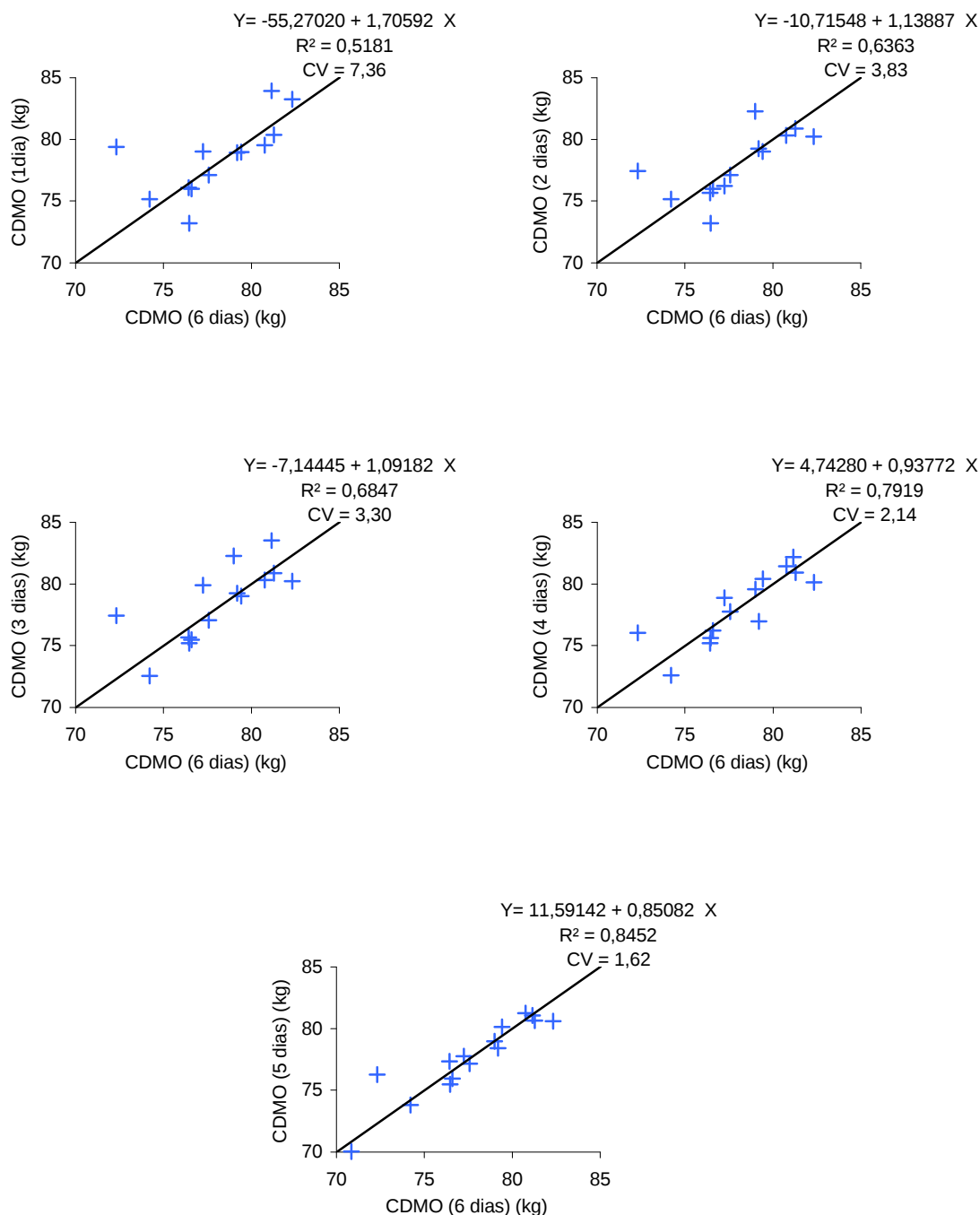


Figura 9 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria orgânica, obtidos com um, dois, três, quatro e cinco dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (seis dias).

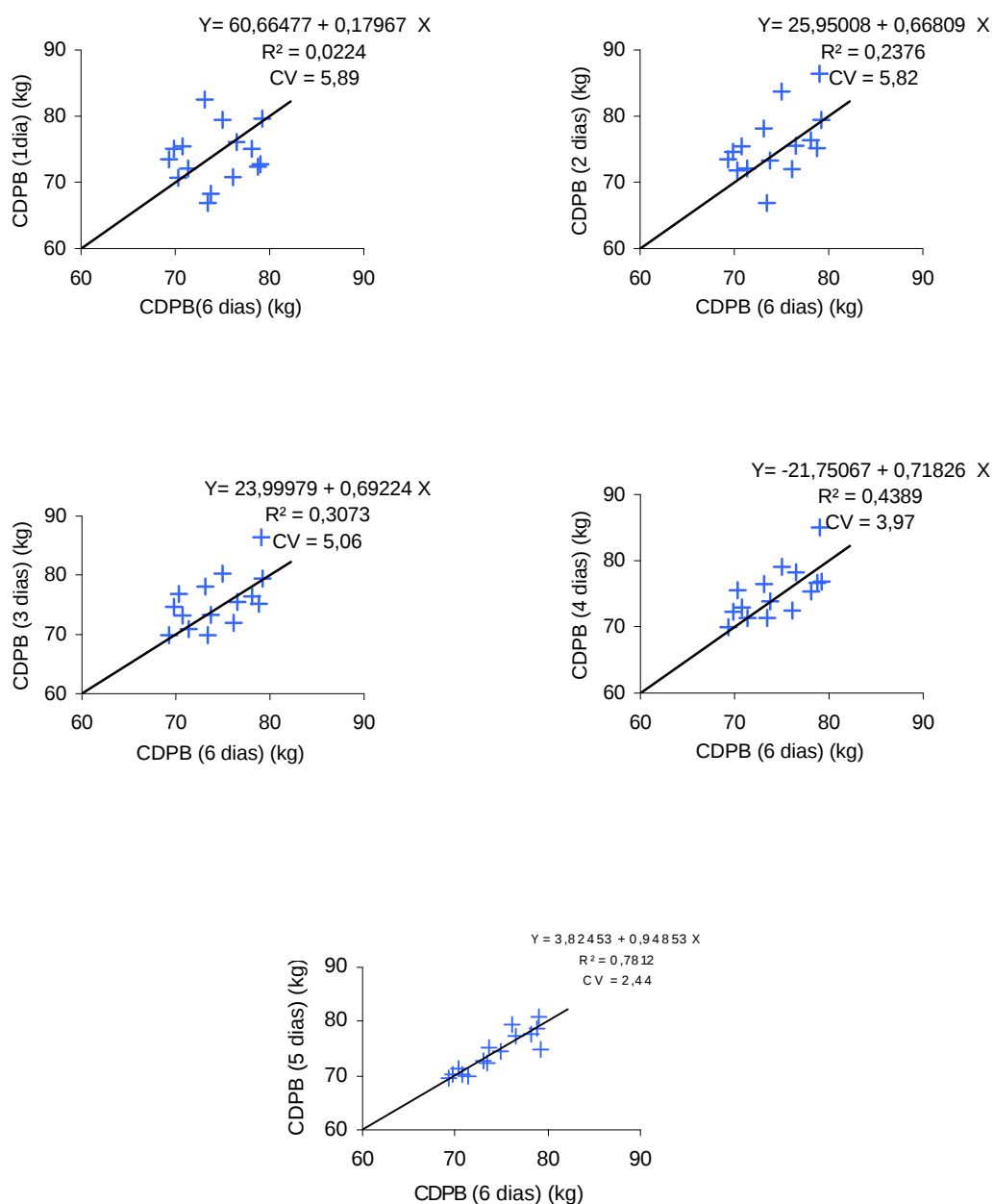


Figura 10 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente da proteína bruta, obtidos com um, dois, três, quatro e cinco dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (seis dias).

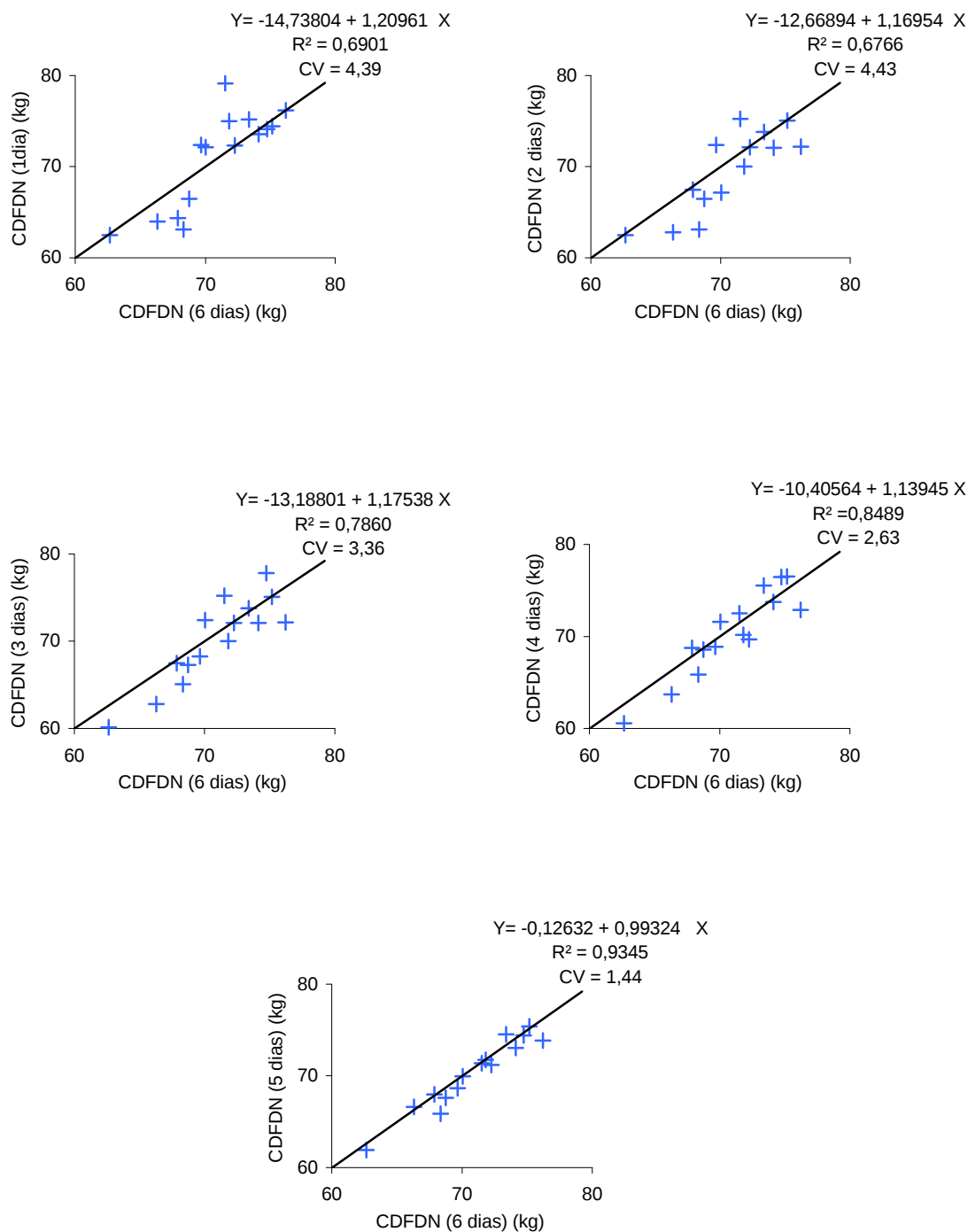


Figura 11 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro, obtidos com um, dois, três, quatro e cinco dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (seis dias).

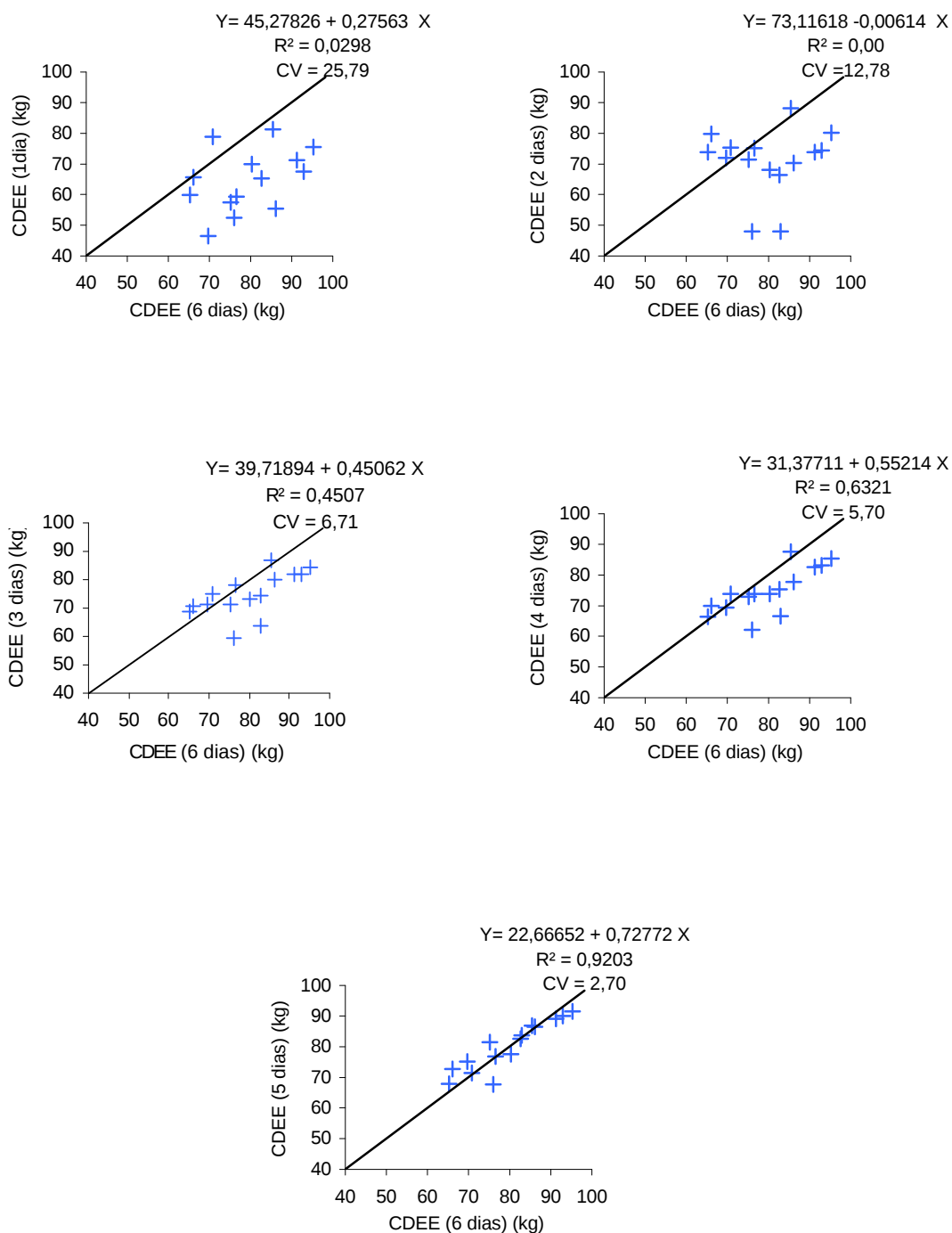


Figura 12 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente do extrato etéreo, obtidos com um, dois, três, quatro e cinco dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (seis dias).

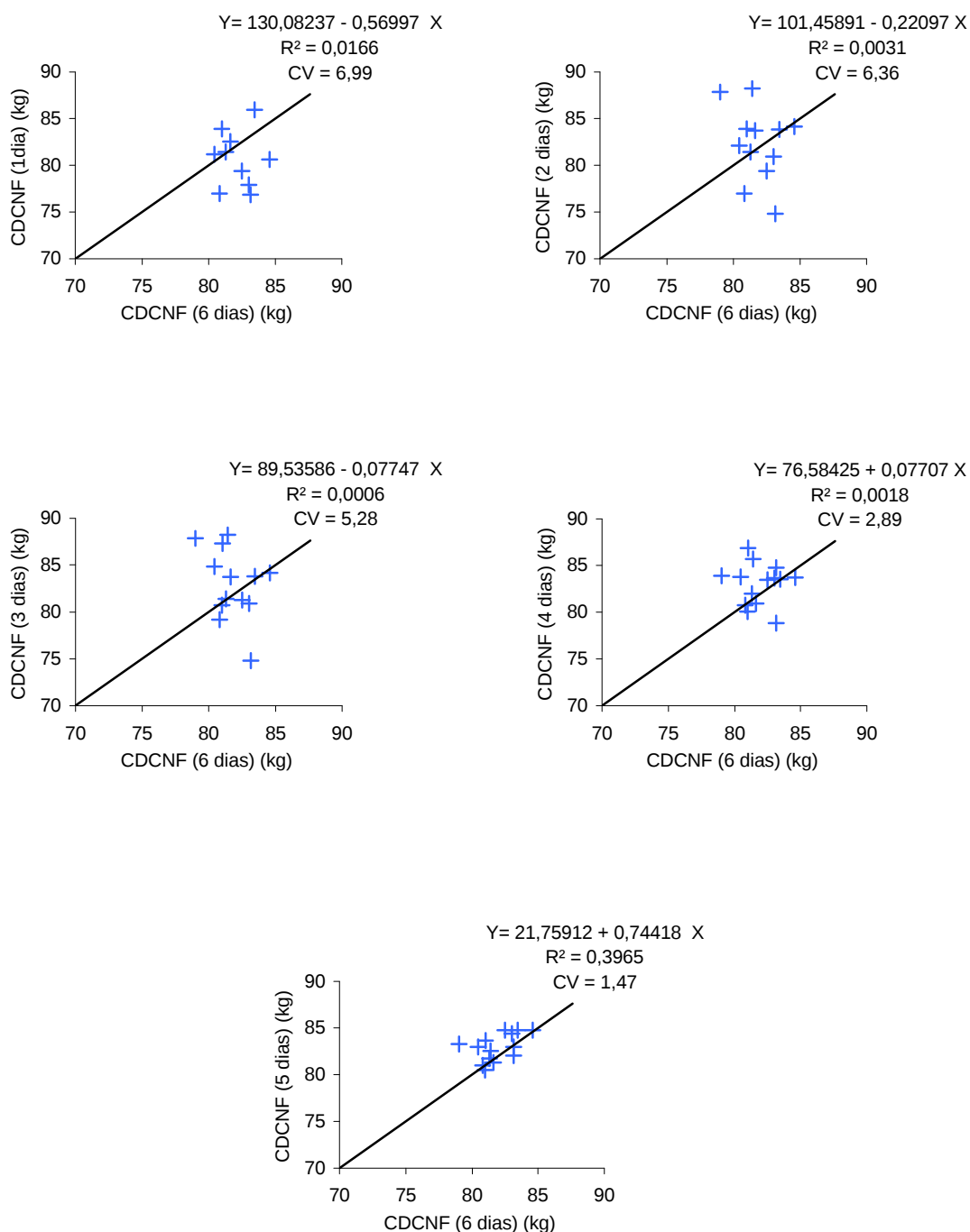


Figura 13 – Comportamento descritivo para os coeficientes de digestibilidade aparente dos carboidratos não-fibrosos, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (seis dias).

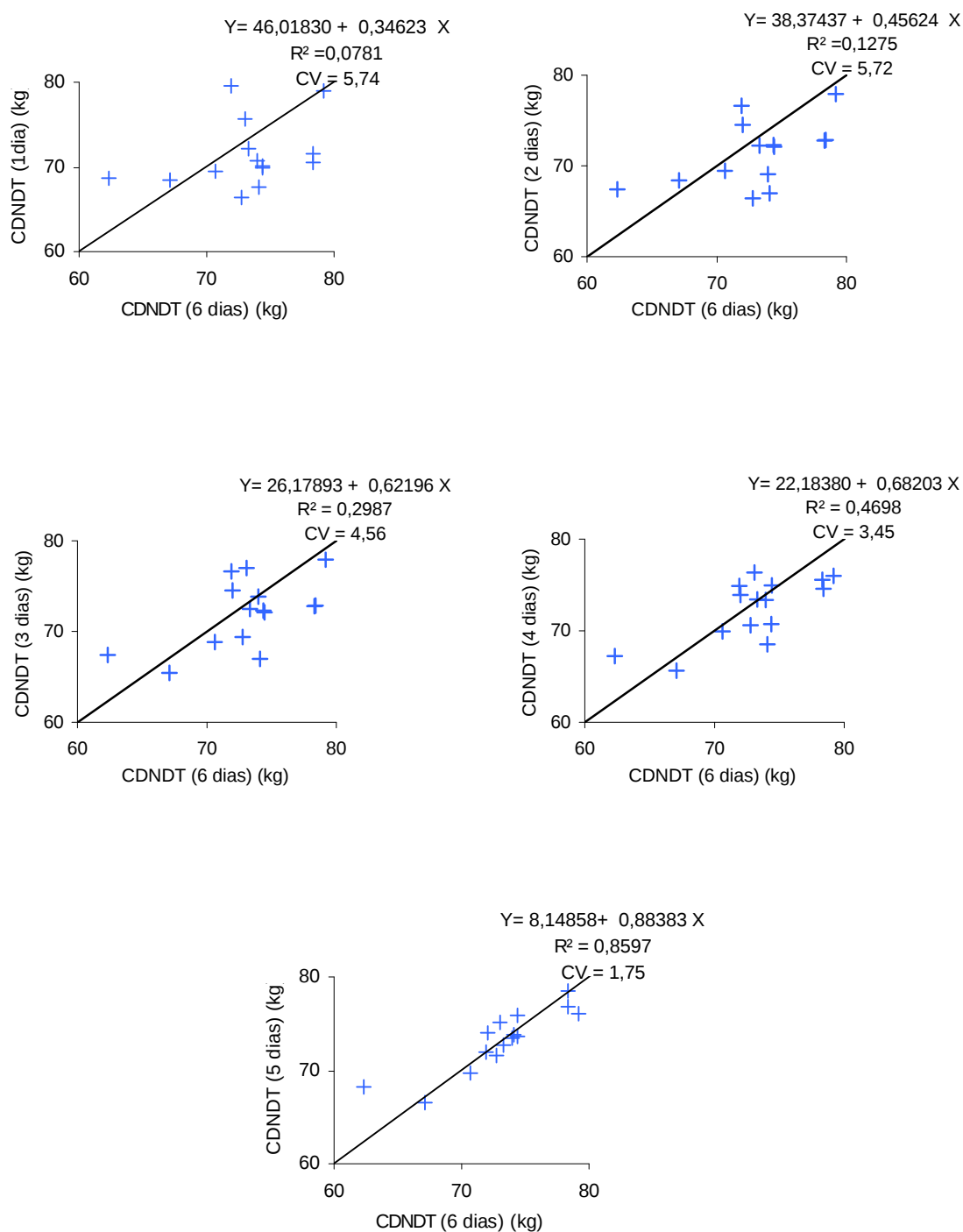


Figura 14 – Comportamento descritivo para os nutrientes digestíveis totais aparentes, obtidos com um, dois e três dias de coleta, como função das estimativas obtidas com o período máximo de coletas fecais (quatro dias).

dias de coletas. Assim, pode-se afirmar que as coletas totais de fezes com duração de um a quatro dias são exatas. Contudo, avaliando-se os coeficientes de variação observa-se que esses geralmente reduziram com o aumento do período de coletas de fezes. Assim, o aumento do número de dias de coletas de fezes resulta em maior precisão experimental, que pode ser verificado pelo aumento da proximidade dos pontos à reta de igualdade.

Os valores obtidos durante um, dois, três, quatro e cinco dias também não diferiram ($P > 0,05$) daqueles obtidos com seis dias de coleta total. Também se observou aumento na precisão experimental com a elevação da duração do período de coleta de fezes.

Segundo Schneider & Flatt (1975) uma duração maior do período de coleta reflete em uma maior precisão, porém é um assunto um pouco controverso. Períodos prolongados de coleta são necessários de acordo com o objetivo de cada experimento, com a precisão desejada e como as condições financeiras permitirão. Os mesmos autores afirmam que períodos longos de coleta aumentam os riscos de circunstâncias que podem afetar o resultado. Mas, por outro lado, a diminuição no período de coleta pode levar a uma inexatidão.

Conclusões

Para analisar a digestibilidade dos nutrientes, coletas totais de fezes feitas durante um a seis dias são exatas. Contudo, a precisão é melhorada com o aumento dos dias de coleta.

Referências Bibliográficas

COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979. 379 p.

ITAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de nutrientes em novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 3, p. 1543-1560, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy, 1996. 242 p.

OLIVEIRA, R. F. M. *Estimativa da digestibilidade através de indicadores e coleta total de fezes, consumo alimentar e biometria do trato gastrointestinal, em bovinos de três grupos genéticos*. 1991.77 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

SCHNEIDER B. H.; FLATT, W. P. *The evaluation of feeds through digestibility experiments*. Athens: The University of Georgia Press, 1975. 422 p.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. *Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Meteorológica*. Viçosa, 2002. [n.p.]