

## DETERMINAÇÃO DA FASE LACTENTE-RUMINANTE DE CORDEIROS PELA TÉCNICA DO $\delta^{13}\text{C}$

JANAINA JANUÁRIO DA SILVA,<sup>1</sup> CINIRO COSTA,<sup>2</sup> CARLOS DUCATTI,<sup>3</sup>  
ALDA LÚCIA GOMES MONTEIRO<sup>4</sup> E CLÉDSON AUGUSTO GARCIA<sup>5</sup>

- 
1. Zootecnista, doutora pela Escola de Veterinária da UFMG. E-mail: janajanu@yahoo.com
  2. Professor do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da FMVZ/UNESP
  3. Professor do Departamento de Física e Biofísica do Instituto de Biociências da FMVZ/UNESP
  4. Professora do Departamento de Zootecnia da UFPR
  5. Professor do Departamento de Zootecnia da Universidade de Marília, SP.

---

### RESUMO

O trabalho foi realizado na Universidade de Marília, SP, com o intuito de determinar, pela técnica do  $\delta^{13}\text{C}$ , a fase de transição do consumo da dieta exclusivamente líquida (leite) para dieta composta por leite, pasto e/ou ração em cordeiros. Distribuíram-se seis cordeiros mestiços Suffolk em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial (3x2), sendo dois grupos experimentais e três repetições. No primeiro grupo, os cordeiros foram mantidos confinados e mamavam leite de ovelhas alimentadas com dieta de característica  $\text{C}_4$ . Além disso, tiveram acesso à ração de caráter  $\text{C}_3$  no *creep feeding*, desde o nascimento. No segundo gru-

po, os cordeiros foram mantidos em pastagem de Tifton-85 (ciclo fotossintético  $\text{C}_4$ ) juntamente com as ovelhas, tendo acesso à ração de caráter  $\text{C}_3$  no *creep feeding*, desde o nascimento. A ração de caráter  $\text{C}_3$  do *creep feeding* continha farelo de soja, grãos de aveia triturados, feno de alfafa moído e sal mineral. O consumo de ração tornou-se superior à ingestão de leite no período de 30-35 dias após o nascimento dos cordeiros confinados, contudo, os cordeiros em pastejo ingeriram mais leite e pasto, em comparação à ração, até 40 dias após o nascimento. A técnica do  $\delta^{13}\text{C}$  foi considerada eficaz nos estudos do comportamento alimentar de cordeiros.

**PALAVRAS-CHAVES:** Consumo, *creep feeding*, *Cynodon dactylon*, isótopos estáveis, Suffolk.

---

### ABSTRACT

#### DETERMINATION OF THE SUCKLING-RUMINANT PHASE ON LAMBS BY $\delta^{13}\text{C}$ TECHNIQUE

This study was conducted at University of Marília, São Paulo State, Brazil, aiming to determine the phase of intake transition between exclusively liquid diet (milk) and diet based on milk, grass and/or ration by lambs by  $\delta^{13}\text{C}$  technique. Six Suffolk crossbreeding lambs were distributed in a totally random design (3x2), with two experimental groups and three replications. At the first one, lambs were penned and sucked milk from dams fed with  $\text{C}_4$  diet. Besides, they had access to  $\text{C}_3$  ration in *creep feeding*, since their birth. At the second group, lambs were kept on a paddock with

Tifton-85 grass ( $\text{C}_4$  photosynthetic way) as well as their dams and had access to  $\text{C}_3$  ration in *creep feeding*, since their birth. The  $\text{C}_3$  ration contained soybean meal, ground oat grains, lucerne hay and also mineral salt. The penned lambs' ration consumption overcame the milk intake at 30-35 days after birth; however, grazing lambs ingested more milk and pasture than ration until 40 days after birth. The  $\delta^{13}\text{C}$  technique was considered effective on studies of lambs feeding behavior.

**KEYWORDS:** Creep feeding, *Cynodon dactylon*, intake, stable isotopes, Suffolk.

## INTRODUÇÃO

O uso do *creep feeding*, fornecimento de ração suplementar para cordeiros lactentes em área inacessível às ovelhas (NRC, 1985), tem minimizado entraves na criação de ovinos no Brasil. Opondo-se aos sistemas tradicionais de terminação, vem diminuindo a idade ao abate dos cordeiros e melhorando a qualidade da carcaça ovina.

Dada a estacionalidade da oferta de forragens, o *creep feeding*, principalmente em épocas de pastagens ruins, é de fundamental importância para que os cordeiros atinjam maior peso ao desmame (MACEDO et al., 2000).

NERES et al. (2001), trabalhando com níveis de feno de alfafa na alimentação de cordeiros mestiços Suffolk em ao *creep feeding*, em pastagem de estrela (*Cynodon plectostachyus*), verificaram que os animais que tiveram acesso *creep feeding* foram desmamados aos 56 dias com peso vivo de 24,58 e 21,74 kg, para machos e fêmeas, respectivamente. Já os animais sem acesso ao *creep feeding* foram desmamados com 18,30 e 16,81 kg, para machos e fêmeas, respectivamente.

Na literatura, não existem registros, com exceção de dados de observação comportamental de JOHNSTON (1992), do momento em que os cordeiros, em sistema de *creep feeding*, passam a ingerir alimento sólido em quantidade significativa, a ponto de superar a contribuição do leite no seu desempenho. A maioria dos autores concorda que cordeiros começam a ingerir ração no *creep feeding* quando se encontram com cerca de 10 a 14 dias de idade, sendo a quantidade consumida inversamente proporcional à quantidade de leite ingerida (NRC, 1985).

É de vital importância a determinação do momento mais adequado para o início do fornecimento de ração no *creep feeding*, de modo a afetar positivamente o desempenho dos cordeiros, minimizar perdas e racionalizar o manejo alimentar desses animais.

O emprego de fístulas poderia auxiliar na realização de estudos, se não houvesse limitações relativas a alto custo, necessidade de intervenção cirúrgica e período para adaptação dos animais, número restrito de animais por experimento e mudança no hábito alimentar dos animais.

Neste contexto, a técnica de isótopos estáveis de carbono (LUDLOW et al., 1976) tornou-se instru-

mento fundamental no estudo da composição da dieta dos ruminantes, principalmente por ser um método quantitativo, pelo caráter não invasivo de análise e facilidade de execução.

A técnica do  $\delta^{13}\text{C}$  baseia-se na discriminação isotópica que ocorre nas plantas durante o processo de fotossíntese. Em plantas  $\text{C}_4$ , cuja via fotossintética é do ácido carboxílico, a abundância isotópica do  $^{13}\text{C}$  chega a aproximadamente -12‰ a -14‰ (unidades de  $\delta^{13}\text{C}$ ). Já em plantas  $\text{C}_3$  dependentes do ciclo de Calvin, os valores se situam próximos de -26‰ a -28‰ (MINSON et al., 1975). Como as marcações isotópicas são preservadas durante a passagem dos alimentos pelo trato digestivo do animal, é possível estimar a proporção de  $\text{C}_3$  e  $\text{C}_4$  consumidas pelo animal através da análise das fezes.

O objetivo deste trabalho foi determinar a fase de transição do consumo de dieta exclusivamente líquida (leite) para líquida-sólida (leite, pasto e/ou ração) em cordeiros, por meio da técnica do  $\delta^{13}\text{C}$ .

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Setor de Ovinocultura da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de Marília, em Marília (22°13'10" Latitude Sul e 49°56'45" Longitude Oeste), São Paulo. A divulgação do período experimental foi de sessenta dias para cada cordeiro, contados a partir do seu nascimento.

Utilizaram-se seis cordeiros mestiços Suffolk, advindos de parto simples ou gemelar, alocados em delineamento experimental inteiramente casualizado (3x2), sendo três repetições e dois grupos. No primeiro grupo, em regime estabulado, os cordeiros mamaram leite proveniente de ovelhas alimentadas com dieta composta por ingredientes de ciclo fotossintético  $\text{C}_4$  e tiveram acesso ao *creep feeding* com ração de caráter  $\text{C}_3$ , desde o nascimento. No segundo grupo, os cordeiros permaneceram junto às ovelhas em pastejo na pastagem de ciclo fotossintético  $\text{C}_4$  e tiveram acesso ao *creep feeding* com ração  $\text{C}_3$  desde o nascimento.

A pastagem  $\text{C}_4$  foi de Tifton - 85 (*Cynodon dactylon*) e a ração  $\text{C}_3$  do *creep feeding* composta por farelo de soja, grãos de aveia triturados, feno de alfafa moído e sal mineral. As proporções dos ingredientes da ração seguiram as recomendações de exigência do NRC (1985).

A ração completa do *creep feeding* (com característica C<sub>3</sub>) foi constituída de feno de alfafa moído, grãos de aveia triturados, farelo de soja e sal mineral.

A dieta (com característica C<sub>4</sub>) das ovelhas pertencentes ao primeiro grupo foi a mesma durante todo o período experimental, à base de milho seco moído e ureia misturados ao feno de Tifton - 85. As ovelhas do segundo grupo, em pastejo sobre a mesma gramínea, receberam apenas o concentrado (milho seco moído e ureia).

As ovelhas receberam duas alimentações diárias, às 8 e 14 horas, de tal forma que tanto os cordeiros confinados quanto os em pastejo não tiveram acesso à dieta das mães.

Ordenhas diárias foram realizadas para o registro da produção de leite das ovelhas e coleta das amostras para análise isotópica. Antes da análise isotópica, as amostras de leite foram secas em estufa de circulação forçada a 50°C por 48 horas, conforme SILVA et al. (2002).

Diariamente também se realizou a amostragem. As amostras eram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, sendo as coletas feitas diretamente do reto dos cordeiros, para evitar contaminações, e o material colhido permaneceu sob refrigeração até ser preparado para a análise isotópica.

Procedeu-se à secagem das amostras de fezes em estufa de circulação forçada a 50°C durante 48 horas. As amostras correspondentes à primeira semana de vida dos cordeiros necessitaram de mais tempo na estufa, pois nessa fase os cordeiros mamavam o colostro com alto teor de gordura. Após serem retiradas da estufa, as amostras de fezes foram pré-moídas em cadinhos de porcelana e, em seguida, sofreram tratamento de moagem, propriamente dito, em moinho criogênico (Spex 6700-230 Freezer/Mil Industries, Edisom, Estados Unidos) à temperatura de -196°C, durante três minutos cada amostra, em alta frequência, para a obtenção do material homogêneo de finíssima granulometria, com aspecto microscópico.

Para a mensuração do  $\delta^{13}\text{C}$  nas amostras, empregaram-se aproximadamente 0,2 mg e 0,4 mg de leite e fezes, respectivamente. Essas amostras foram colocadas em cápsulas de estanho e posteriormente introduzidas, por meio de um amostrador automático, no analisador elemental (EA 1108-CHN-Fisions Instruments, Rodano, Itália), no qual, em presença de

oxigênio (O<sub>2</sub>) e óxido de cobre (CuO), a amostra foi queimada quantitativamente para CO<sub>2</sub>.

O gás formado foi separado em coluna cromatográfica gasosa e analisado no espectrômetro de massa de razões isotópicas (Delta S-Finnigan Mat, Bremen, Alemanha).

O valor da razão isotópica é expresso em delta per mil ( $\delta\text{‰}$ ) relativo ao padrão internacional (PDB) para <sup>13</sup>C de acordo com a seguinte equação geral:

$$\delta\text{‰}(\text{amostra, padrão}) = [(R_{\text{amostra}} - R_{\text{padrão}})/R_{\text{padrão}}] \times 1000$$

Na expressão citada, R representa a razão entre o isótopo mais pesado e o mais leve, em particular <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C para o carbono. Cada amostra foi analisada em duplicata para obtenção dos valores médios. Repetiram-se as medidas quando o desvio-padrão analítico mostrou-se maior que 0,2‰.

Os dados obtidos foram analisados pelo método de equações de regressão do *software* Origin® 6.0 Professional (MICROCAL SOFTWARE, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do  $\delta\text{‰}^{13}\text{C}$  das fontes de alimentação, tanto dos cordeiros como das ovelhas, é apresentada na Tabela 1.

**TABELA 1.** Valores médios do  $\delta\text{‰}^{13}\text{C}$  e seus respectivos desvios-padrão para as fontes de alimentação de ovelhas e cordeiros

Ingredientes	$\delta\text{‰}^{13}\text{C}$
Concentrado para ovelhas em pastejo <sup>1</sup>	-12,66 ± 0,06
Dieta das ovelhas confinadas <sup>2</sup>	-13,79 ± 0,10
Pastagem de Tifton - 85	-16,31 ± 0,08
Ração do <i>creep feeding</i>	-26,86 ± 0,15
Leite das ovelhas confinadas	-14,25 ± 0,20
Leite das ovelhas em pastejo	-15,20 ± 0,20

<sup>1</sup>Concentrado composto por milho moído, ureia e sal mineral

<sup>2</sup>Dieta composta por milho moído, ureia, sal mineral e feno de Tifton-85.

Os valores de  $\delta^{13}\text{C}$  das dietas pré-estabelecidas para ovelhas e cordeiros se enquadraram nas faixas de abundância isotópica propostas por LUDLOW et al. (1976), -12‰ a -14‰, na qual se encontra a dieta de caráter  $\text{C}_4$  das ovelhas, e -26‰ a -28‰, na qual se enquadra a ração dos cordeiros, composta por ingredientes de ciclo fotossintético exclusivamente  $\text{C}_3$ .

A Figura 1 ilustra o comportamento sigmoidal das curvas isotópicas obtidas a partir dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$  das fezes dos cordeiros no primeiro grupo, os quais mamaram leite ( $\text{C}_4$ ) e tiveram acesso à ração ( $\text{C}_3$ ) no *creep feeding* desde o nascimento.

Conforme descrito em trabalho complementar (SILVA et al., 2007), o modelo de regressão sigmoidal de Boltzmann foi aplicado às curvas de distribuição dos valores de  $\delta^{13}\text{C}$ , as quais caracterizaram a média geral dos grupos de cordeiros. Trata-se do modelo que melhor se ajustou aos resultados isotópicos, e sobre a equação geral do modelo a seguir foi atribuída terminologia isotópica:

$$y = \frac{A_1 - A_2}{1 + e^{dx}}, \text{ em que:}$$

$x_0$ : ponto de inflexão da sigmoide;  $dx$ : constante de tempo;  $A_1$ : valor inicial do eixo  $Y \rightarrow y (-\infty)$ ;  $A_2$ : valor final do eixo  $Y \rightarrow y (+\infty)$ .

O valor de  $Y$  em  $x_0$  é a metade da distância entre os dois valores limites  $A_1$  e  $A_2$ :  $y(x_0) = (A_1 + A_2)/2$ . O valor de  $Y$  muda drasticamente conforme as variações de  $X$ . A magnitude dessas variações é aproximadamente  $d_x$ .

Dessa forma, observou-se que o panorama da dinâmica de consumo do grupo de cordeiros confinados, por meio dos valores médios do  $\delta^{13}\text{C}$  das fezes, distribuídos por intervalos consecutivos de cinco dias de vida, confirma a importância do leite durante as três primeiras semanas de vida e o consumo considerável de ração no *creep feeding* após esse período.

Provavelmente, a produção de leite das ovelhas após a terceira semana de vida dos cordeiros confina-

dos não foi suficiente para suportar a alta demanda, forçando-os a procurar outra fonte de alimentação. Em concordância, FOLMAN et al. (1966) afirmaram que a supressão da amamentação constante pode forçar o consumo de alimento concentrado pelo cordeiro.

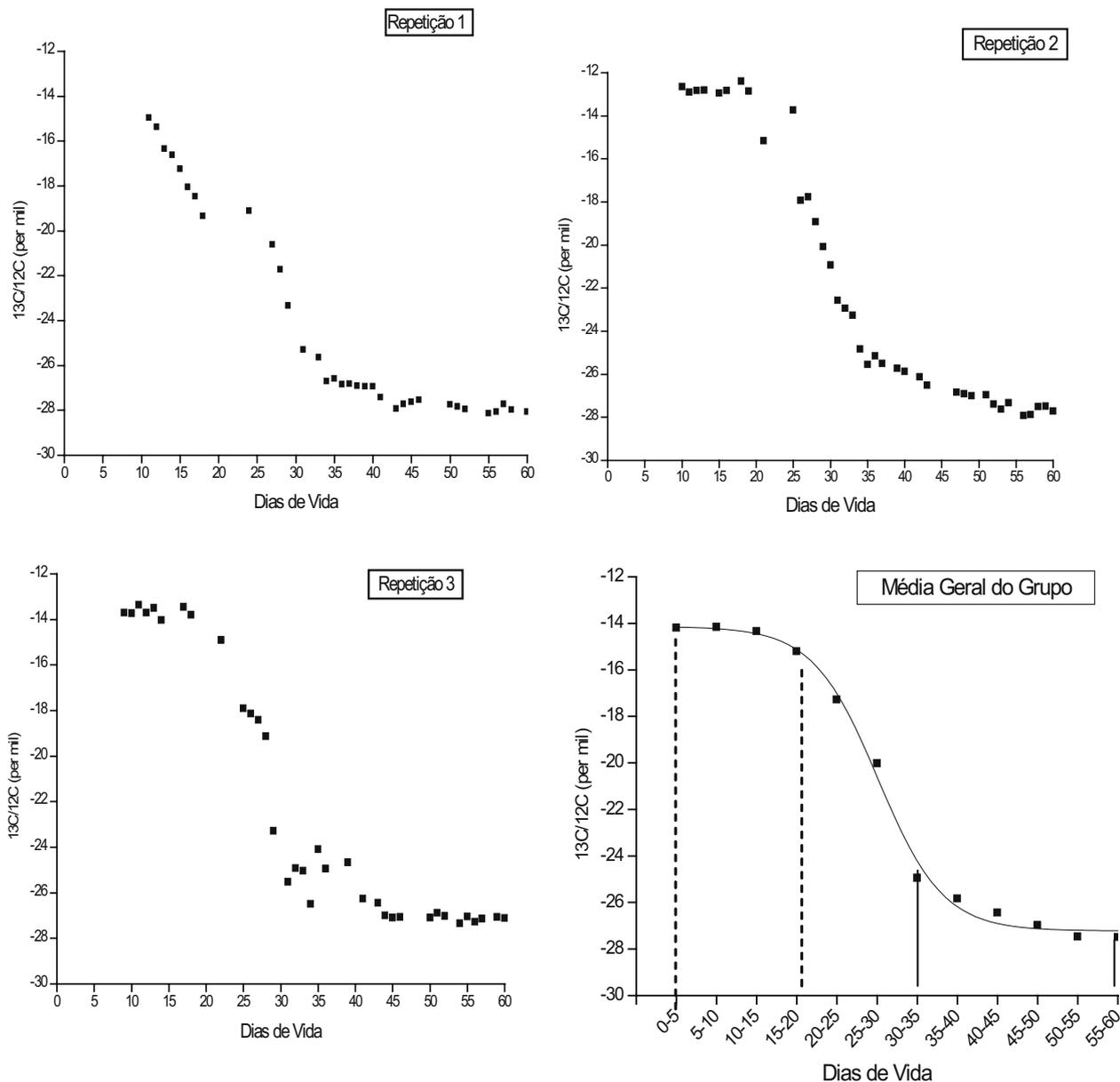
SUSIN (1996) também considera textura e palatabilidade da mistura concentrada como atrativos ao consumo voluntário de alimento sólido pelos cordeiros. Sendo assim, nota-se, na Figura 1, que a utilização de ingredientes nobres na composição da ração, como soja, alfafa e aveia, associada à diminuição da produção de leite, poderia ter influenciado o aumento no consumo de ração no *creep feeding* a partir dos 25 dias, de tal forma que, a partir dos 30-35 dias de vida, o sinal isotópico das fezes dos cordeiros confinados tornou-se muito próximo ao sinal isotópico da ração (-26,86‰), gerando um patamar de equilíbrio.

As curvas isotópicas individuais dos cordeiros que tiveram acesso às três fontes de alimentação (leite de caráter  $\text{C}_4$ , pastagem de ciclo fotossintético  $\text{C}_4$  e ração composta por ingredientes  $\text{C}_3$ ) e os valores médios do  $\delta^{13}\text{C}$  das fezes são apresentados na Figura 2.

Observa-se que o comportamento sigmoidal da curva isotópica foi menos pronunciada para o grupo de cordeiros em pastejo, justamente pela presença da terceira fonte alimentar: o pasto.

Em função disso, a Figura 2 apresenta apenas um patamar (do nascimento aos 25 dias de vida, com valores isotópicos próximos ao do leite com característica  $\text{C}_4$ ) e valores tendendo ao sinal isotópico da ração (-26,86‰) a partir dos 25 até os 60 dias experimentais. Não apresenta, assim, patamar de equilíbrio próximo ao sinal da ração  $\text{C}_3$ , como observado para os cordeiros do segundo grupo (Figura 1).

Esse fato mostra que 60 dias foram insuficientes para que os cordeiros com acesso às três fontes de alimentação dessem preferência ao consumo de ração no *creep feeding* em detrimento da ingestão de pasto e leite. Sendo assim, o aprendizado do pastejo, iniciado poucos dias após o nascimento, ressalta a importância da oferta de pastagem de boa qualidade, que, associada ao leite, garante o aporte nutricional dos cordeiros até o início da procura pela ração no *creep feeding*.

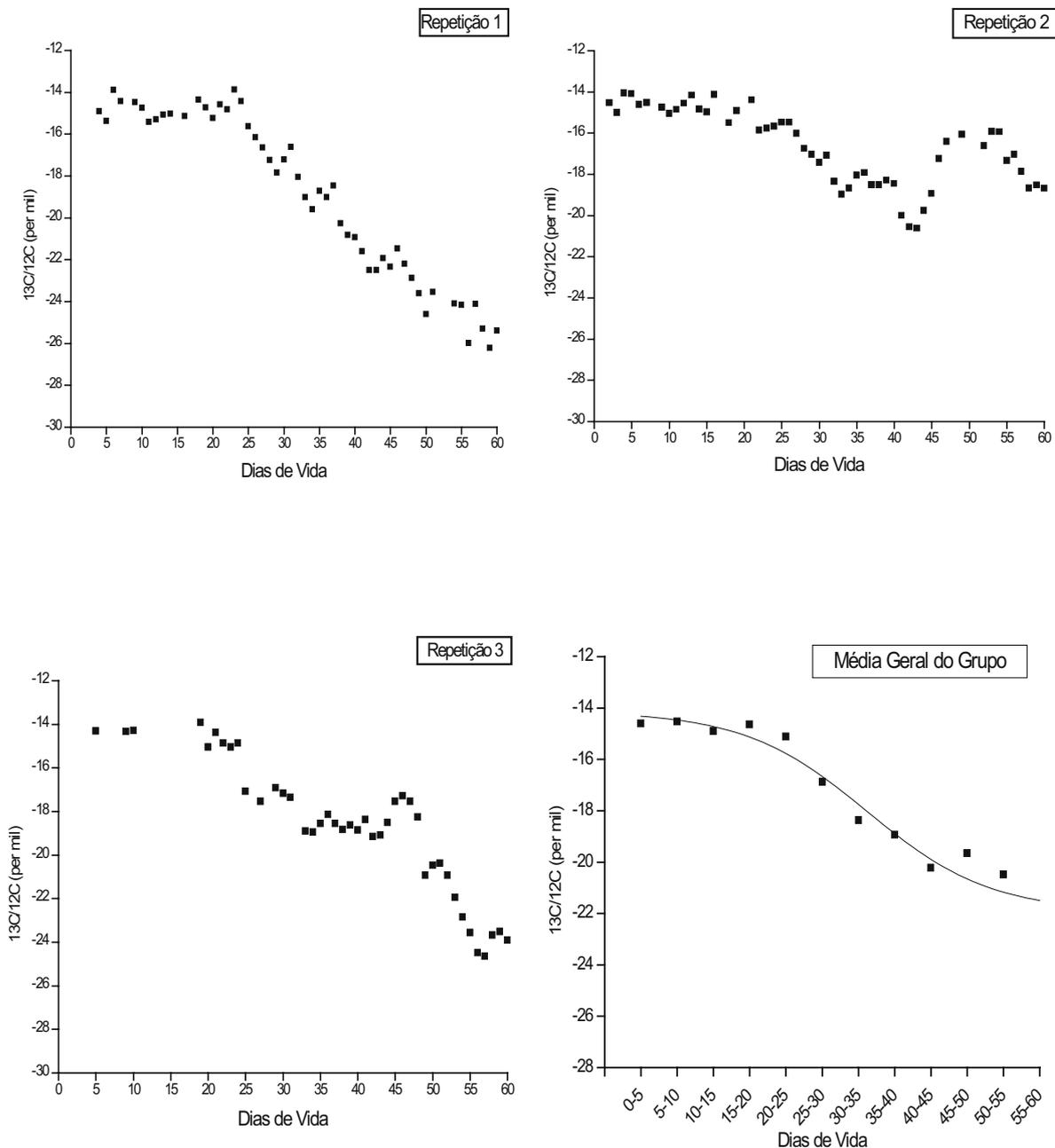


**FIGURA 1.** Valores do  $\delta^{13}\text{C}$  das fezes de cordeiros confinados, alimentados com leite proveniente de ovelhas alimentadas com dieta de caráter C4 e tendo acesso à ração com característica C3 no *creep feeding*, desde o nascimento. (: :) As linhas tracejadas delimitam a área correspondente ao período das três primeiras semanas de vida dos cordeiros e o consumo quase exclusivo de leite. (| |) As linhas contínuas registram o início da ingestão de dieta exclusivamente sólida (30-35 dias de vida) e a posterior substituição do leite pela ração no *creep feeding*.

Modelo: Boltzmann (  $\text{Ch}^2 = 0.18102 / \text{R}^2 = 0.99612$  )

A1 -14.14067 ± 0.26787  
 A2 -27.22083 ± 0.22979  
 x0 6.02077 ± 0.09308  
 dx 0.80752 ± 0.08317

$$Y = \frac{-14.14067 - (-27.22083)}{1 + e^{(X-6.02077)/0.80752}}$$



**FIGURA 2.** Valores do  $\delta^{13}\text{C}$  das fezes de cordeiros em pastejo na pastagem de Tifton-85 (C4), alimentados com leite proveniente de ovelhas alimentadas com dieta de caráter C4 e tendo acesso à ração com características C3 na *creep feeding*, desde o nascimento. (: :) As linhas tracejadas delimitam a área correspondente ao período das três primeiras semanas de vida dos cordeiros e o consumo quase exclusivo de leite. A área subsequente corresponde à ingestão conjunta das três fontes: leite, pasto e ração no *creep feeding*.

Modelo: Boltzmann (  $\text{Ch}^2 = 0.48147 / \text{R}^2 = 0.95581$  )

$$\begin{aligned}
 & \text{A1 } -14.13122 \pm 0.70925 \quad \text{Y} = \frac{-14.13122 - (-21.93565)}{1 + e^{(X - 8.24502)/1.69351}} \\
 & \text{A2 } -21.93565 \pm 1.05158 \\
 & \text{x0 } 8.24502 \pm 0.61598 \\
 & \text{dx } 1.69351 \pm 0.66237
 \end{aligned}$$

## CONCLUSÕES

A amamentação aliada ao pastejo de forrageiras de alta qualidade garante o desenvolvimento dos cordeiros criados a pasto e os condiciona ao consumo mais tardio da ração no *creep feeding* (a partir dos 40-45 dias). Já cordeiros confinados sem acesso à pastagem procuram alimento sólido mais precocemente (a partir de 30-35 dias de vida), pois nessas condições exigem mais da produção de leite das ovelhas.

Dessa forma, a análise isotópica das fezes mostrou ser uma ferramenta viável para estudos de composição da dieta de ovinos, pois refletiu de maneira fiel o alimento ingerido sem causar interferência na seletividade dos animais.

## REFERÊNCIAS

- FOLMAN, Y.; EYAL, E.; VOLCANI, R. Mother-offspring relationships in Awassi sheep: milk yields and weight gains of lambs in a mutton flock. **Journal of Agricultural Science**, v. 67, p. 369-370, 1996.
- JOHNSTON, C. Influence of milk and grain based creep feed formulations on feed intake and weight gain of suckling lambs to be weaned at 28 days of age. **Sheep Research Journal**, v. 18, n. 3, p. 106-111, 1992.
- LUDLOW, M. M.; TROUGHTON, J. H.; JONES, R. J. A technique for determining the proportion of C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> species in plant samples using stable natural isotopes of carbon. **Journal of Agricultural Science**, v. 87, p. 625-632, 1976.
- MACEDO, F. A. F.; SIQUEIRA, E. R.; MARTINS, E. N.; MACEDO, R. M. G. Qualidade de carcaças de cordeiros Corriedale, Bergamãcia x Corriedale e Hampshire Down x Corriedale, terminados em pastagem e confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1520-1527, 2000.
- MICROCAL SOFTWARE ORIGIN® 6.0 PROFESSIONAL. **Origin data analysis and technical graphics**. USA: Microcal Software Inc., 1999.
- MINSON, D. J.; LUDLOW, M. M.; TROUGHT, J. H. Differences in nature carbon isotope ratios of milk hair from cattle grazing tropical and temperate pastures. **Nature**, p. 256-602, 1975.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirement of sheep**. Washington: National Academy Press, 1985. 99 p.
- NERES, M. A.; GARCIA, C. A.; MONTEIRO, A. L. G.; COSTA, C.; SILVEIRA, A. C.; ROSA, G. J. M. Níveis de feno de alfafa (*Medicago sativa* L.) e forma física da ração no desempenho de cordeiros em *creep feeding*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 3, p. 941-947, 2001 (Suplemento 1).
- SILVA, J. J. DA; COSTA, C.; MONTEIRO, A. L. G.; GARCIA, C. A. Contribuição do leite de ovelhas Suffolk no desempenho de cordeiros em dois sistemas de manejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** (on-line), Recife, SBZ, 2002. Disponível: <[http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds\\_e\\_anais.html](http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html)> Acesso em: 15 abr. 2010.
- SILVA, J. J. DA; DUCATTI, C.; COSTA, C. Aplicação do modelo sigmoidal de Boltzmann na análise do  $\delta^{13}\text{C}$  das fezes de cordeiros. **Revista Veterinária e Zootecnia**, v. 14, n. 2, p. 225-233, 2007.
- SUSIN, I. Exigências nutricionais de ovinos e estratégias de alimentação. In: SILVA SOBRINHO, A. G.; BATISTA, A. M. V.; SIQUEIRA, E. R. **Nutrição de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. p. 119-37.

Protocolado em: 17 jun. 2007. Aceito em: 19 fev. 2010.