



III Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de  
Resíduos Agropecuários e Agroindustriais  
12 e 14 de março de 2013 – São Pedro - SP

## EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO E DO FÓSFORO EM UM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE LEITE

Palhares, J.C.P.\*<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos-SP-Brasil.  
e-mail: [palhares@cnpse.embrapa.br](mailto:palhares@cnpse.embrapa.br)

**RESUMO:** Os objetivos do estudo foram: calcular o balanço de nutrientes, determinando seus componentes e, avaliar a eficiência de uso do nitrogênio e do fósforo. O estudo de caso foi desenvolvido em um Sistema de Produção de Leite a pasto. O cálculo do balanço de nutrientes compreendeu o ciclo produtivo 2010-2011. O sistema possuía área total de 65 ha e densidade animal de 1,75 UA/ha. Para ambos os elementos, o balanço foi positivo, ou seja, as entradas foram maiores que as saídas, permanecendo no sistema 22.563 kg de N/ano e 3.379 kg de P/ano. As entradas na forma de alimentos representaram a maior parte dos nutrientes, 70% para o N e 73% para o P. O balanço demonstrou uma sobra de 198 kg de N/UA e 30 kg de P/UA. A eficiência de uso do nitrogênio e do fósforo foi 18% e 20%, respectivamente. Para as vacas em lactação a eficiência do nitrogênio foi 25% e do fósforo 29%.

**Palavras-Chave:** balanço de nutrientes, entradas, leite, saídas.

### NITROGEN AND PHOSPHORUS USE EFFICIENCY IN A DAIRY FARM

**ABSTRACT:** The aims of the study were: calculate the nutrient balance, determining their components, and evaluate nitrogen and phosphorus use efficiency. The case study was developed in dairy production system. Nutrient balance comprised the production cycle 2010-2011. The system had a tillage area of 65 ha and stocking density was 1.75 AU/ha. For both elements, the balance was positive; inputs were higher than outputs, remaining in the system 22,563 kg N/year and 3,379 kg P/year. Feed inputs were the highest, 70% for N and 73% for P. The balance showed a surplus of 198 kg N/AU and 30 kg P/AU. Nitrogen and phosphorus use efficiency was 18% and 20%, respectively. Lactating cows had an efficiency of 25% to nitrogen and 29% to phosphorus.

**Key Words:** input, milk, nutrient balance, output.

### INTRODUÇÃO

Estudo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento considera o leite como um dos produtos que apresenta as mais elevadas taxas de crescimento. A produção deverá crescer a uma taxa anual de 1,9%. Esse valor é superior ao observado para o crescimento da população brasileira. O consumo deverá crescer a uma taxa praticamente igual a da produção.

Devido ao aumento do consumo interno de leite, bem como as demandas dos mercados internacionais por esse tipo de alimento, a atividade vive um processo de intensificação com a conseqüente grande dependência de insumos externos, principalmente, na forma de fertilizantes e rações. Kobayashi et al. (2010) os efeitos ambientais adversos da intensificação da produção leiteira são amplamente reconhecidos, devido a isso, significativos esforços estão sendo feitos para melhorar a eficiência de uso e a ciclagem de nutrientes dos sistemas.

A eficiência de uso dos elementos demonstra o grau de utilização do elemento em um sistema produtivo. Essa eficiência pode ser mensurada calculando-se o balanço de nutrientes. O cálculo também propicia a identificação das entradas e das saídas o que



III Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de  
Resíduos Agropecuários e Agroindustriais  
12 e 14 de março de 2013 – São Pedro - SP

auxiliará na tomada de decisão, visando à eficiência e eficácia produtiva. Os cálculos do balanço de nutrientes e da eficiência de uso destes na pecuária brasileira é algo ainda novo, mas que deve ser fomentado, pois é uma das ferramentas mais poderosas que se dispõe para avaliação ambiental desta atividade. Um sistema ineficiente terá como resultados alto custo de produção, baixa rentabilidade, elevados impactos ambientais e passivos para a sociedade.

Os nutrientes em um sistema pecuário têm quatro destinos básicos: são importados pela unidade produtiva em produtos adquiridos, são exportados em produtos vendidos, permanecem na propriedade para serem reciclados e são perdidos para o meio ambiente. O balanço de nutrientes melhora a compreensão do fluxo de nutrientes para dentro e para fora da propriedade. Nutrientes bem manejados reduzem o uso de insumos, melhora a ciclagem de nutrientes e reduz o potencial de perda para o ambiente (Rasmussen et al., 2011).

Portanto, a avaliação da eficiência de uso dos elementos aliada a proposição de práticas e políticas resultará em sistemas produtivos mais equilibrados, com baixo impacto ambiental e melhor viabilidade econômica.

Os objetivos do estudo foram: calcular o balanço de nutrientes, determinando seus componentes e, avaliar a eficiência de uso do nitrogênio e do fósforo em um sistema de produção de leite.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso foi desenvolvido no Sistema de Produção de Leite (SPL) da Fazenda Canchim, propriedade da Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, São Paulo. Os animais eram manejados de forma semi-intensiva em uma área de 65 ha (40 ha do SPL + 25 ha de área para produção de milho, sorgo e cana de açúcar).

O cálculo do balanço de nutrientes compreendeu o ciclo produtivo 2010-2011. Como entradas do SPL considerou-se: a quantidade de fertilizantes químicos utilizados (kg) e a quantidade de alimentos (pastagens e grãos) consumidos pelos animais (kg). No período não foram adquiridos animais. As saídas compreenderam: o total de leite produzido no período (kg) e os animais vendidos e abatidos (kg). Os esterco foram considerados como fluxo interno, sendo integralmente dispostos nas pastagens como fertilizante, portanto, não foram considerados como saídas. As quantidades de nitrogênio e fósforo no leite foram calculadas, considerando as médias desses elementos nas análises do produto, durante o ciclo produtivo. A quantidade de nitrogênio e fósforo por quilograma de peso vivo foram 2,9% e 0,7%, respectivamente (Rasmussen et al., 2011).

As eficiências de uso de nitrogênio e do fósforo foram definidas pela Equação 1.

$$EU = \frac{(S_{\text{leite}} + S_{\text{animais}})}{(E_{\text{alimento}} + E_{\text{fertilizantes químicos}})} * 100 \quad \text{Equação (1)}$$

EU- Eficiência de Uso de Nitrogênio/Fósforo (%)

S<sub>leite</sub> - Saída de Nitrogênio/Fósforo na forma de leite (kg)

S<sub>animais</sub> - Saída de Nitrogênio/Fósforo na forma de animais (kg)

E<sub>alimentos</sub> - Entrada de Nitrogênio/Fósforo pelos alimentos (kg)

E<sub>fertilizantes químicos</sub> - Entrada de Nitrogênio/Fósforo pelos fertilizantes químicos (kg)

Também foi calculada a eficiência de uso do nitrogênio e do fósforo das vacas em lactação de acordo com a Equações 2.

$$EUL = \frac{(Q_{\text{leite}} + Q_{\text{animais}})}{(Q_{\text{alimento}})} * 100 \quad \text{Equação (2)}$$

EUL- Eficiência de Uso de Nitrogênio/Fósforo das vacas em lactação (%)



III Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de  
Resíduos Agropecuários e Agroindustriais  
12 e 14 de março de 2013 – São Pedro - SP

$Q_{\text{leite}}$  – Quantidade de Nitrogênio/Fósforo no leite (kg)

$Q_{\text{animais}}$  - Quantidade de Nitrogênio/Fósforo nos animais (kg)

$Q_{\text{alimentos}}$  - Quantidade de Nitrogênio/Fósforo nos alimentos (volumosos e concentrados) (kg)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo o Sistema de Produção de Leite possuiu 160 cabeças de animais e 114 Unidades Animais. O número de vacas em lactação foi de 85 (82% das fêmeas). A produção total de leite no período foi de 782.100 kg, sendo 19.553 kg de leite/ha e 9.201 kg de leite/vaca em lactação. Considerando o consumo de alimentos pelas vacas em lactação, 51% provieram de volumosos, 34% do milho, 12% do farelo de soja e 3% de fontes de sal. A densidade animal do SPL foi de 1,75 UA/ha.

Na Tabela 1 observam-se as entradas, saídas e o balanço de nutrientes do SPL. Para ambos os elementos de cálculo o balanço foi positivo, ou seja, as entradas foram maiores que as saídas, permanecendo no sistema 22.563 kg de N/ano e 3.379 kg de P/ano. Sabe-se que parte deste nitrogênio será perdida por volatilização e parte do fósforo pode ser imobilizada no solo, mas as quantidades restantes são altas. Isso é um indicativo que devem ser propostos ajustes ao Sistema a fim de reduzir seu potencial poluidor relacionado à eutrofização dos corpos de água, poluição do solo e emissão de gases.

As entradas na forma de alimentos representaram a maior parte dos nutrientes, 70% para o N e 73% para o P. O balanço demonstrou uma sobra de 198 kg de N/UA e 30 kg de P/UA. Certamente, uma parte dessas sobras poderia ser utilizada pelos animais na produção de leite, reduzindo a necessidade de entrada de alimentos. Manejos nutricionais que propiciem o melhor uso das dietas terão impacto positivo sobre o balanço. Wang et al. (2000), observaram que alimentar vacas lactantes com base no nível de produção ao invés de como um grupo único tem impacto positivo no balanço de P, podendo este ser melhorado em 9%.

A consideração dos resíduos animais na recomendação de adubação das culturas irá promover a redução das entradas na forma de fertilizante químico. Esses resíduos não estão distribuídas uniformemente no Sistema, com isso, o manejo deles deve ser implementado a fim de estabelecer o aporte de nutrientes nas áreas com maior demanda. As sobras de 347 kg de N/ha/ano e 52 kg de P/ha/ano indicam que há disponibilidade de nutrientes para as culturas. Kobayashi et al. (2010) obtiveram média para o balanço de nitrogênio de 378 kg/ha/ano e 97 kg/ha/ano para o fósforo.

As eficiências de uso dos elementos são apresentadas na Tabela 2. Os resultados são semelhantes aos obtidos por outros autores. A eficiência média das fazendas leiteiras holandesas para o nitrogênio foi 14% e para o fósforo 32% (Keulen et al., 2000). Kobayashi et al. (2010) a eficiência de uso do nitrogênio foi de 25% e do fósforo 19%. Comparações entre estudos que avaliam a eficiência de uso dos elementos devem ser feitas com restrições, pois as condições produtivas, culturais, ambientais e sociais são diversas; há grande variabilidade dos sistemas de produção; as entradas e saídas consideradas no cálculo do balanço podem variar.

As eficiências de uso do nitrogênio (18%) e do fósforo (20%) podem ser melhoradas utilizando-se manejos que consideram técnicas de nutrição de precisão, aproveitamento dos resíduos como fertilizante e melhoria da produção de leite por animal. O aumento do número de cabeças a fim de aumentar a produção de leite poderá ter impactos negativos na eficiência de uso dos elementos.

Técnicas de nutrição de precisão também irão proporcionar melhor eficiência de uso do nitrogênio e do fósforo pelas vacas em lactação. A melhoria dos valores verificados deve ser entendida como um processo que envolve mudanças da cultura



III Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de  
Resíduos Agropecuários e Agroindustriais  
12 e 14 de março de 2013 – São Pedro - SP

produtiva, disponibilidade de mão de obra e cálculo do custo de produção de forma diferenciada, considerando o custo ambiental do Sistema.

### CONCLUSÃO

O cálculo do balanço de nutrientes identificou que a maior parte das entradas de nitrogênio e fósforo se deram na forma de alimentos. A quantidade de nutrientes que permaneceu no sistema foi elevada, indicando alto potencial de impacto ambiental. A utilização de técnicas de nutrição de precisão e o uso dos resíduos animais como fertilizante podem melhorar o balanço e reduzir o potencial de impacto ambiental. Os cálculos das eficiências de uso dos elementos indicam a possibilidade de melhoria, considerando o conhecimento já disponível. Estudos devem ser conduzidos a fim de aumentar a abrangência dos cálculos por sistema produtivo e em um conjunto destes e conciliar os resultados com os de desempenho econômico.

### AGRADECIMENTOS

Ao colega da Embrapa Pecuária Sudeste Marco A.C.M. Bergamaschi pela ajuda na organização das informações do sistema de produção.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KEULEN, H. et al. Soil–plant–animal relations in nutrient cycling: the case of dairy farming system De Marke. **European Journal of Agronomy**, v.13, p.245–261. 2000.
- KOBAYASHI, R. et al. Changes in the cycling of nitrogen, phosphorus, and potassium in a dairy farming system. **Nutr. Cycl. Agroecosyst**, v. 87, p.295–306. 2010.
- RASMUSSEN, C.N. et al. Whole Farm Nutrient Balance Calculator: user's manual. Cornell University: Ithaca, NY. 19p. 2011.
- Wang, S. J. et al. Whole-herd optimization with the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. III. Application of an optimization model to evaluate alternatives to reduce nitrogen and phosphorus mass balance. **J. Dairy Sci.**, v.83, p.2160–2169. 2000.

**Tabela 1.** Balanço de nutrientes no período de estudo.

Categorias	kg/ano		kg/Unidade Animal <sup>1</sup>		kg/Área do Sistema <sup>2</sup>	
	N	P	N	P	N	P
<b>Entradas</b>						
Fertilizantes Químicos	7.258	1.277	64	11	112	20
Alimentos	20.123	2.943	177	26	310	45
<b>TOTAL</b>	<b>27.381</b>	<b>4.220</b>	<b>240</b>	<b>37</b>	<b>421</b>	<b>65</b>
<b>Saídas</b>						
Leite	3.989	641	35	6	61	10
Animais	829	200	7	2	13	3
<b>TOTAL</b>	<b>4.818</b>	<b>841</b>	<b>42</b>	<b>7</b>	<b>74</b>	<b>13</b>
<b>Balanço (Entradas-Saídas)</b>	<b>+22.563</b>	<b>+3.379</b>	<b>+198</b>	<b>+30</b>	<b>+347</b>	<b>+52</b>

<sup>1</sup> Unidade Animal = uma animal de 599 kg de Peso Vivo

<sup>2</sup> Área do Sistema = área total do sistema de produção somado a área agrícola para produção de alimentos.

**Tabela 2.** Eficiência de uso dos elementos no período de estudo.

Eficiências	Nitrogênio	Fósforo
Uso do Elemento (%)	18	20
Retenção do Elemento no Sistema de Produção de Leite (%)	82	80
Eficiência de uso de nitrogênio pelas vacas em lactação (%)	25	-
Eficiência de uso de fósforo pelas vacas em lactação (%)	-	29