

Foto: Marcelo Henrique Otenio.



COMUNICADO
TÉCNICO

86

Juiz de Fora, MG
Agosto, 2018

Embrapa

Aplicação de biofertilizante de água residuária da bovinocultura leiteira na cultura do milho

Marcelo Henrique Otenio
Alyne Martins Maciel
Jonathas Batista Gonçalves Silva
Vanessa Romário de Paulo
Andressa de Matos Nascimento

Aplicação de biofertilizante de água residuária da bovinocultura leiteira na cultura do milho^{1, 2, 3, 4, 5}

¹ Marcelo Henrique Otenio, Pesquisador A, na área de gestão ambiental e recursos hídricos e efluentes da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

² Alyne Martins Maciel, Mestranda em Ecologia (PGECOL), pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG

³ Jonathas Batista Gonçalves Silva, Docente da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Juiz de Fora, MG

⁴ Vanessa Romário de Paula, Analista na área de gestão ambiental e recursos hídricos e efluentes da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG

⁵ Andressa de Matos Nascimento, Mestranda em Ecologia (PGECOL), pela Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, MG

Introdução

Um dos maiores problemas da criação de bovinos, em sistemas de confinamento, é a grande quantidade de dejetos gerados diariamente. A produção estimada desses dejetos, no Brasil, é da ordem de 317 milhões de toneladas por ano (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada Ipea, 2012).

Os dejetos bovinos contêm altas concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio que, se lançados no ambiente sem o devido tratamento, podem causar contaminação do solo, de águas superficiais e de lençóis freáticos, entre outros prejuízos ambientais. Porém, se bem planejado, o correto manejo destes resíduos é capaz de reduzir, além desse risco ambiental, a dependência do uso de fertilizantes químicos, resultando em economia na produção e benefícios ao

solo e à produção de alimentos para a agropecuária.

Uma das técnicas para o tratamento de resíduos bovinos é por meio de sistemas biodigestores, os quais produzem o biogás e efluentes com características fertilizantes que, por conter nutrientes essenciais para as plantas, são fundamentais para o cultivo agrícola e têm-se mostrado eficientes na substituição da adubação inorgânica.

Água Residuária Bovina (ARB) é a água descartada após utilização em diversas atividades ou processos realizados periodicamente no âmbito de sistemas físicos de produção de bovinos, e que pode ser utilizada para fins agrícolas (Otenio et al., 2016). Considera-se como ARB, os efluentes resultantes do biodigestor, bem como, a água proveniente da limpeza do curral.

O objetivo deste Comunicado Técnico é apresentar ao técnico e ao produtor rural uma maneira eficaz de reaproveitamento dos efluentes gerados na produção leiteira, por meio da fertirrigação da cultura do milho, gerando sustentabilidade e economia à produção.

Metodologia

Deve-se efetuar o cálculo da dosagem de ARB que substituirá parte da adubação inorgânica convencional. Para a cultura do milho, considera-se o nitrogênio como nutriente de referência, baseando-se na menor dosagem para o atendimento da demanda nutricional da cultura. Desse modo, deve-se realizar previamente uma análise da ARB que será aplicada, a fim de se determinar a quantidade de Nitrogênio Orgânico (N_{org}), Nitrogênio Amoniacal (N_{amo}), e Nitrogênio Nítrico (N_{nit}), ambos em $mg.L^{-1}$. Para a amostragem da ARB deve-se tomar alguns cuidados, quais sejam: 1) o frasco em que será armazenada a amostra deve ser limpo, resistente e bem vedado, podendo ser de vidro ou plástico; 2) recomenda-se antes da coleta, lavar o frasco com a própria amostra, e posteriormente, coletar 1 litro da amostra para análise; e 3) as amostras devem ser armazenadas e refrigeradas em caixa de isopor e enviadas o mais rápido possível para o laboratório que realizará a análise.

Também faz-se necessário realizar a caracterização do solo, no local em que a lavoura será plantada, quantificando seu conteúdo de matéria orgânica (MO)

e sua massa específica (ρ_s). No caso da cultura do milho, estas análises podem ser realizadas em profundidade (p) de 0,20 m (Silva et al., 2012). Deve-se realizar amostragens em pontos distintos por toda a extensão da área do cultivo, homogeneizá-las na forma de uma amostra composta e, posteriormente, amostrar uma quantidade que seja representativa de toda a área. Após a coleta da amostra de solo, a mesma deverá ser seca ao ar, destorroada, passada em peneira com perfurações de 2 mm e, em seguida, enviada para análise (Silva et al., 2012; Maciel, 2016).

Com relação às exigências nutricionais do milho, 135 $kg.ha^{-1}$ de nitrogênio são necessários para se obter uma produção eficiente. Para que a substituição da adubação convencional por ARB ocorra de forma segura, sugere-se que deste total, no máximo 30 $kg.ha^{-1}$ de N (22% do total) sejam provenientes da ARB, sendo necessária, portanto, suplementação de 105 $kg.ha^{-1}$ N de fertilizante químico para que se atinja a produtividade desejada (Maciel, 2016).

Para o cálculo da dose de ARB a ser aplicada na cultura do milho, utiliza-se a equação (Matos, 2006) apresentada abaixo:

$$TA_{AR}=1000 \frac{[N_{abs} - (T_{m1} \cdot MO \cdot \rho_s \cdot p \cdot 10^7 \cdot 0,05 \cdot \frac{n}{12})]}{[T_{m2} \cdot N_{org} + (N_{amo} + N_{nit}) \cdot TR]}$$

onde,

TA_{AR} - taxa ou dose de aplicação da ARB ($m^3.ha^{-1}$);

N_{abs} - absorção de nitrogênio pela cultura do milho para a obtenção da produtividade desejada ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$); considerar $30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, conforme indicado por Maciel (2016);

T_{m1} - taxa anual de mineralização da matéria orgânica anteriormente existente no solo ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$); considerar $0,01 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, conforme indicado por Matos (2006);

MO - conteúdo de matéria orgânica do solo ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1}$);

ρ_s - massa específica do solo ($\text{t} \cdot \text{m}^{-3}$);

p - profundidade adotada na amostragem do solo (m); considerar $0,20 \text{ m}$, baseado no trabalho de Maciel (2016);

n - número de meses de cultivo da cultura; considerar 4 meses para o milho;

T_{m2} - taxa anual de mineralização do nitrogênio orgânico ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$); considerar $0,5 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, conforme indicado por Matos (2006);

N_{org} - nitrogênio orgânico disponibilizado pelo resíduo aplicado ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$);

N_{amo} - nitrogênio amoniacal disponibilizado pelo resíduo aplicado ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$);

N_{nit} - nitrogênio nítrico disponibilizado pelo resíduo aplicado ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$), e

TR - taxa de recuperação do nitrogênio mineral pela cultura ($\text{kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$); considerar $0,70 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, conforme indicado por Matos (2006).

O total de ARB a ser aplicado na cultura do milho deve ser calculado pelo valor obtido de TA_{AR} (estimado pela fórmula anterior) multiplicado pela área de cultivo, expressa em hectares.

A seguir, tem-se um exemplo de cálculo da dosagem de aplicação de ARB para a cultura do milho, realizado na Embrapa Gado de Leite, bem como a tabela (Tabela 1) com os valores utilizados para a realização do referido cálculo.

Tabela 1. Valores dos parâmetros utilizados no cálculo da dosagem de ARB aplicada na cultura de milho na Embrapa Gado de Leite (milho safrinha maio/junho de 2016), em Coronel Pacheco, MG.

Parâmetro	Valor de entrada
N_{abs}	$30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$
T_{m1}	$0,01 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$
MO	$0,0 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}$
ρ_s	$1,28 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}$
p	$0,2 \text{ m}$
n	4 meses
T_{m2}	$0,5 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$
N_{org}	$82,07 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
N_{amo}	$257,95 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
N_{nit}	$326,30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$
TR	$0,7 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$

$$TA_{AR} = 1000 \frac{[(30 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}) \cdot (0,01 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}) + (0,0 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1}) \cdot (1,28 \text{ t} \cdot \text{m}^{-3}) \cdot (0,2 \text{ m}) \cdot 10^7 \cdot 0,05 \cdot \frac{4}{12}]}{[(0,5 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}) \cdot 82,07 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}] + [(257,95 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}) + (326,30 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}) \cdot (0,7 \text{ kg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1})]}$$

$$TA_{AR} = 70,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$$

No exemplo, a dose calculada de ARB a ser aplicada na cultura do milho foi de $70,9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ (ou $7,09 \text{ mm}$).

No campo experimental da Embrapa Gado de Leite, a água utilizada para a lavagem dos currais, após passar pelo sistema de tratamento preliminar e primário, é encaminhada ao biodigestor (Otenio et al., 2016; Maciel, 2016). Dessa forma, após a biodigestão, o efluente resultante é encaminhado para

a lagoa de estabilização (Figura 1), onde é armazenado até que seja utilizado na forma de biofertilizante.

A ARB pode ser transportada até local da área de cultivo por meio de chorumeira, onde o biofertilizante é aplicado na cultura. A fertirrigação pode ocorrer de diferentes formas, no entanto, recomenda-se que realize principalmente a aplicação do tipo localizada ou por superfície, podendo-se utilizar a própria chorumeira como auxílio. A aplicação também pode ser realizada por meio da irrigação por aspersão, no entanto, alguns cuidados devem ser tomados ao se utilizar esse método, como: evitar dias com ventos, após a aplicação do biofertilizante recomenda-se aplicar água limpa, com o intuito de lavar as folhas da cultura

evitando a queima, e ainda sugere-se lavar o equipamento a fim de não propiciar o entupimento do mesmo. Para ambos os processos de fertirrigação deve se considerar o uso de Equipamento de proteção individual (EPI).

Destaca-se que a adubação com biofertilizante deve ser realizada na fase inicial da cultura, estágio vegetativo entre a emissão da segunda e quarta folha.

No trabalho de Maciel (2016) a ARB foi transportada por meio de chorumeira (Figura 2) até a área de cultivo, localizada na Embrapa Gado de Leite (Figura 3), onde foi armazenada e aplicada no solo de forma localizada, com o auxílio de baldes.



Foto: Marcelo Henrique Otênio.

Figura 1. Água Residuária da Bovinocultura armazenada na lagoa de estabilização.



Foto: Marcelo Henrique Otênio.

Figura 2. Água Residuária Bovina transportada por chorumeira até a área de cultivo.



Foto: Marcelo Henrique Otênio.

Figura 3. Visão geral da área com a cultura de milho na Embrapa Gado de Leite, em Coronel Pacheco, MG (milho safrinha maio/junho de 2016).

ALERTA: Caso a dose de aplicação de ARB calculada resulte uma lâmina excessiva, superior à taxa de infiltração do solo em questão, corre-se o risco de escoamento superficial, enxurrada, ou arraste, onde este deverá ser aplicado de forma fracionada, até completar-se a dose requerida pela cultura. No entanto, a taxa de infiltração varia de acordo com o tipo de solo, devendo ser observado cada caso separadamente.

Ressalta-se que para obter um biofertilizante eficiente e seguro, as recomendações e técnicas agrícolas devem ser sempre respeitadas a fim de se evitar riscos de contaminação do meio ambiente, do produto agrícola e dos agricultores.

Considerações Finais

Como estudo de caso, ao considerar a substituição de 22% do adubo inorgânico pelo biofertilizante, pode-se obter uma economia de R\$ 133,00 por hectare cultivado com milho (valor referente à aquisição do adubo mineral, preço de mercado de Juiz de Fora, novembro/2016). No entanto, destaca-se que a aplicação do biofertilizante também gera gastos, a exemplo do transporte da ARB até a cultura e utilização de maquinário necessário para aplicação.

A título de exemplo, o preço médio da hora de trator cobrada novembro/2017 na região de Juiz de Fora, MG foi de R\$ 100,00 (referente à aplicação de, aproximadamente, 8 mm de

biofertilizante). Portanto, considerando que o custo de aplicação de 7,09 mm de biofertilizante (vide exemplo anterior), utilizando-se trator, será em torno de R\$ 100,00, a prática de substituição de adubo químico por biofertilizante resultaria em economia de, aproximadamente, R\$ 33,00 por hectare.

A fertirrigação com ARB tem um grande potencial na produção agrícola, uma vez que proporciona o mesmo efeito da adubação inorgânica. Ademais, apresenta-se como alternativa de manejo adequado e disposição final ambientalmente controlada de resíduos gerados pela atividade leiteira, resultando em economia e sustentabilidade à produção.

Referências Bibliográficas

- MACIEL, A. M. **Avaliação da aplicação de biofertilizante de bovinocultura proveniente da digestão anaeróbia em um planossolo.** 2016. 18 p. (Monografia). Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, MG.
- MATOS, A. T. **Disposição de águas residuárias no solo.** Viçosa, MG: AEAGRI, 2006. 142 p. (Caderno Didático, 38).
- IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas.** Brasília, 2012.

OTENIO, M. H.; PAULA, V. R. de; COSTA, L. R. da; MAGALHAES, V. M. A. de. **Reaproveitamento de água residuária em sistemas de produção de leite em confinamento**: conteúdos elaborados conforme a metodologia e-Rural. Juiz de Fora: Embrapa Gado de

Leite, 2017. 5 p. il. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 78.).

SILVA, J. B. G. et al. Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. **Irriga**, v. 1, n. 01, p. 250, 2012.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Gado de Leite
 Rua Eugênio do Nascimento, 610 – Dom Bosco
 CEP: 36038-330 – Juiz de Fora/MG
 Telefone: (32)3311-7400
 Fax: (32)3311-7424
 www.embrapa.br
 www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição
 On Line (2018)



MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
 E ABASTECIMENTO**



Comitê Local de Publicações
 da Unidade Responsável

Presidente

Pedro Braga Arcuri

Secretário-Executivo

Inês Maria Rodrigues

Membros

Jackson Silva e Oliveira, Leônidas Paixão Passos, Alexander Machado Aua, Fernando Cesar Ferraz Lopes, Francisco José da Silva Léo, Pêrsio Sandir D'Oliveira, Fábio Homero Diniz, Frank Ângelo Tomita Bruneli, Nivea Maria Vicentini, Letícia Caldas Mendonça, Rita de Cássia Bastos de Souza, Rita de Cássia Palmyra da Costa Pinto, Virgínia de Souza Columbiano Barbosa

Supervisão editorial

Marcelo Henrique Otenio

Normalização bibliográfica

Inês Maria Rodrigues

Tratamento das ilustrações e editoração

Carlos Alberto Medeiros de Moura

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Foto da capa

Marcelo Henrique Otenio

