



## Compostagem dos dejetos da bovinocultura de corte: influência do período, do genótipo e da dieta

Marco Antonio Previdelli Orrico Junior<sup>1</sup>, Ana Carolina Amorim Orrico<sup>2</sup>, Jorge de Lucas Junior<sup>3</sup>, Alexandre Amstalden Moraes Sampaio<sup>4</sup>, Alexandre Rodrigo Mendes Fernandes<sup>2</sup>, Emanuel Almeida de Oliveira<sup>5</sup>

<sup>1</sup> *Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UNESP/Jaboticabal-SP. Bolsista do CNPq.*

<sup>2</sup> *Departamento Curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias – UFGD/Dourados-MS.*

<sup>3</sup> *Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP/Jaboticabal.*

<sup>4</sup> *Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária – UNESP/Jaboticabal.*

<sup>5</sup> *Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UNESP/Jaboticabal.*

**RESUMO** - O objetivo neste estudo foi identificar possíveis alterações na composição e no processo de compostagem dos dejetos produzidos por bovinos Canchim e Nelore em diferentes períodos do confinamento alimentados com diferentes proporções de volumoso e concentrado. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcelas subdivididas no tempo. As parcelas foram compostas por quatro tratamentos: dejetos provenientes de duas dietas (40% de volumoso e 60% de concentrado e 60% de volumoso e 40% de concentrado) e dois genótipos (Canchim e Nelore) e as subparcelas pelos três períodos de coleta dos resíduos (início, meio e final). A eficiência do processo de compostagem foi avaliada pelas reduções de volume, sólidos totais, sólidos voláteis, frações fibrosas, carbono orgânico e temperatura, além do número mais provável de coliformes totais e termotolerantes e teores de nitrogênio e macro e microminerais. Não houve efeito do genótipo nem do período de coleta dos resíduos sobre a composição dos dejetos, no entanto o aumento da proporção de volumoso na dieta levou a menor eficiência do processo de compostagem dos dejetos. Também foram observadas reduções de 100% no número mais provável de coliformes totais e termotolerantes e aumento no teor dos nutrientes no composto final.

Palavras-chave: Canchim, composto, meio ambiente, Nelore

## Composting of beef cattle manure: influence of period, genotype and diet

**ABSTRACT** - The objective of this study was to identify possible alterations in composition and in the composting process of manure produced by Canchim and Nelore cattle in different periods of feedlot and fed different forage to concentrate ratios. The experiment was carried out in complete randomized design in factorial scheme with time as subdivided plot. Plots were established by four treatments: manure from two diets (40% forage and 60% concentrate and 60% forage and 40% concentrate) and two genotypes (Canchim and Nelore) and sub-plots by three periods of manure gathering (initial, intermediate and final). The efficiency of composting process was evaluated by reductions of volume, total solids, volatile solids, fibrous fraction, organic carbon and temperature, besides the most probable number of total and thermotolerant coliforms and contents of nitrogen and macro and micro minerals. There was no effect of genotype and period on manure composting; however, the increase in the roughage level in the diet promoted the lower efficiency of the process. Decrease of 100% in the most probable number of total and thermotolerant coliforms and increase in the nutrients content of the final compost were observed.

Key Words: Canchim, compost, environment, Nelore

### Introdução

Toda atividade produtiva tem algum impacto sobre o ambiente. As atividades agropecuárias causam mudanças físicas, químicas e biológicas cuja extensão depende do modelo de produção, pois, na maioria das vezes, os resíduos são inadequadamente utilizados ou dispostos. Em sistemas de produção de alimentos de origem animal, os modelos

empregados como estratégia para aumentar a rentabilidade do sistema podem levar a aumentos nas densidades populacionais nas unidades produtoras, como no caso dos confinamentos de bovinos destinados à produção de carne. Dessa forma, há maior geração de resíduos com grande potencial poluidor concentrados em pequenas áreas.

Existem várias formas de tratamento dos resíduos produzidos pela bovinocultura de corte, e o método da

compostagem é uma das principais. A técnica de compostagem tem como principais vantagens a redução de massa, volume e micro-organismos patogênicos e permite a obtenção de um produto final com excelentes características fertilizantes, as quais devem ser aproveitadas de maneira consciente para produção vegetal. Como qualquer processo biológico, a compostagem necessita de alguns fatores para garantir seu sucesso, entre eles, temperatura, umidade, pH e composição química do material. Este último é o mais difícil de ser controlado, pois fatores como a espécie animal, idade e dieta podem interferir de maneira significativa levando a grande variação dos resultados (Orrico Junior et al., 2010). Trabalhos como os de Huang et al. (2008) e Orrico Junior et al. (2010) comprovam que a composição da fração fibrosa dos materiais de origem vegetal (celulose, hemicelulose e lignina) interfere significativamente na sua velocidade de degradação, principalmente quando a lignina aparece em grande quantidade. Dessa forma, as dietas oferecidas aos animais podem interferir de maneira significativa na composição final dos dejetos, aumentando ou diminuindo sua velocidade de degradação de acordo com a participação de volumoso.

Diante do exposto, o objetivo neste estudo foi identificar possíveis alterações na composição e no processo de compostagem dos dejetos produzidos por bovinos Canchim e Nelore em diferentes períodos do confinamento e alimentados com diferentes proporções de volumoso e concentrado.

## Material e Métodos

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Biodigestão Anaeróbia do Departamento de Engenharia Rural, com os animais e dejetos do setor de Bovinocultura da Faculdade de Ciências Agrária e Veterinárias UNESP - Câmpus de Jaboticabal, São Paulo.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial com parcelas

subdivididas no tempo. As parcelas foram compostas por quatro tratamentos: dejetos provenientes de duas dietas (40% de volumoso e 60% de concentrado e 60% de volumoso e 40% de concentrado) e dois genótipos (Canchim e Nelore); e as subparcelas pelos três períodos de colheita dos resíduos (início, meio e final). Cada tratamento foi avaliado em cinco repetições (animais), totalizando 20 bovinos alojados em baias individuais.

As dietas foram formuladas para atender às exigências de animais com peso médio de 350 kg e 14 meses de idade para ganhos de peso de 1,2 kg/dia, segundo Fox et al. (1992) (Tabela 1). Inicialmente, os animais foram mantidos em adaptação às dietas durante 21 dias para, então, se promover a coleta dos dejetos por 7 dias consecutivos. As coletas foram realizadas em intervalos de 35 dias, totalizando três coletas (início, meio e final do confinamento).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Aw com transição para Cwa, o que caracteriza um clima subtropical úmido, seco no inverno e com chuvas no verão. Durante o período experimental, foram observadas as seguintes variáveis climáticas: temperatura média de 19,3 °C, umidade relativa do ar média de 60,2%; e precipitação de 32 mm.

O processo de compostagem foi conduzido em um pátio com piso de concreto, declividade de 2% para escoamento da umidade excessiva e cobertura plástica, para proteção contra a incidência solar direta e chuvas. No ensaio de compostagem, foram monitorados a temperatura, o peso, os teores de sólidos totais e sólidos voláteis, o volume (com uso de baldes graduados) ocupado pelas leiras, semanalmente, e o conteúdo de coliformes totais e termotolerantes no início e ao final do processo.

O teor de sólidos totais nas amostras foi analisado em estufa de circulação forçada a 65 °C por 48 horas e o teor de sólidos voláteis foi obtido pela queima do material pré-seco em mufla, de acordo com metodologia descrita por Apha (2005). O número mais provável de coliformes totais e termotolerantes foi avaliado no início e ao final do processo

Tabela 1 - Composição alimentar (g/kg de matéria seca) das dietas experimentais

| Ingrediente       | Relação volumoso:concentrado da dieta (%) |         |        |         |
|-------------------|---|---------|--------|---------|
|                   | 40:60                                     |         | 60:40  |         |
|                   | Nelore                                    | Canchim | Nelore | Canchim |
| Cana-de-açúcar    | 600,0                                     | 600,0   | 400,0  | 400,0   |
| Grãos de girassol | 91,0                                      | 91,0    | 100,0  | 100,0   |
| Farelo de soja    | 75,0                                      | 79,0    | 70,0   | 70,0    |
| Levedura          | 44,0                                      | 40,0    | 138,0  | 138,0   |
| Milho grão        | 175,0                                     | 175,0   | 280,0  | 280,0   |
| Ureia             | 10,0                                      | 10,0    | 4,0    | 4,0     |
| Núcleo mineral    | 3,0                                       | 3,0     | 5,0    | 5,0     |
| Bicarbonato       | 2,0                                       | 2,0     | 3,0    | 3,0     |

de compostagem, pela técnica de tubos múltiplos, a partir da metodologia proposta pela Apha (2005), realizada em duas etapas: ensaio presuntivo e confirmativo. O ensaio presuntivo utilizando o caldo lauryl triptose permite o crescimento de alguns tipos de bactérias, incluindo as do grupo coliforme. Quando detectada a presença destas bactérias, é necessário confirmar (ensaio confirmativo) com o uso de caldo verde brilhante e caldo EC, que identificam os coliformes totais e termotolerantes, respectivamente.

As amostras coletadas durante o desenvolvimento do experimento de compostagem foram pré-secas a 65 °C, em estufa de circulação forçada de ar, por 48 horas. A seguir, foram finamente trituradas em moinho de facas com peneira de 1 mm e, então, utilizadas para análise da fração fibrosa, do carbono orgânico e de suas frações e digestão da matéria orgânica (MO), para quantificação dos macro e micronutrientes.

O fracionamento da fração fibrosa foi realizado de acordo com metodologia descrita por Silva & Queiroz (2006), a qual separa a fibra em: fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina.

Os teores de carbono orgânico, matéria orgânica compostável e matéria orgânica resistente à compostagem foram estimados pela metodologia descrita por Kiehl (1985). Segundo o autor, a análise fundamenta-se no fato de a matéria orgânica compostável ser atacada pela mistura sulfocrômica utilizando-se o próprio calor formado pela reação do dicromato de potássio com o ácido sulfúrico como fonte calorífica. O excesso de agente oxidante que resta deste ataque é determinado por titulação com sulfato ferroso, obtendo-se assim o teor de carbono orgânico e matéria orgânica compostável. Segundo o autor, o método oferece a vantagem de não oxidar a fração de matéria orgânica não decomponível durante o processo de compostagem, que é estimada pela diferença entre os sólidos voláteis e a matéria orgânica compostável.

Para quantificação dos macro e microminerais, foi realizada uma digestão à base de ácido sulfúrico concentrado ( $H_2SO_4$ ) e peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a 50%. Com o extrato obtido da digestão sulfúrica, foi possível efetuar a determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), sódio (Na), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn) e manganês (Mn), por espectrofotometria de absorção atômica, segundo Apha (2005). O teor de nitrogênio foi avaliado conforme descrições de Silva & Queiroz (2006).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando fontes de variação o tipo de dieta, o genótipo, o período de coleta e a interação desses fatores. As análises

foram feitas utilizando-se o *software* SAEG 9.1 adotando-se  $\alpha=0,01$ .

## Resultados e Discussão

Não foi observado efeito ( $P>0,01$ ) do genótipo nem dos períodos de coleta do resíduo sobre o processo de compostagem dos dejetos produzidos por bovinos. Este comportamento parece ser justificável, pois não foram observadas diferenças na composição química dos dejetos entre genótipos e entre períodos de coleta. Resultado diferente foi encontrado por Orrico et al. (2007), que observaram influência do período e do genótipo sobre a composição química e conseqüentemente sobre os diversos parâmetros da compostagem dos dejetos de cabras. Um dos possíveis motivos para a ausência de diferença ( $P>0,01$ ) entre os genótipos é o fato de ambos terem apresentado desempenho similar durante o confinamento, resultando em ganho de peso praticamente igual (aproximadamente 1,50 kg/dia). Esse comportamento pode ocorrer principalmente quando se utilizam animais com elevado potencial genético. No caso do trabalho de Orrico et al. (2007), citado anteriormente, os autores compararam caprinos de diferentes aptidões [genótipo Saanen (raça leiteira) e genótipo ½ Saanen ½ Boer (½ leite ½ corte)] e constataram diferenças na composição dos resíduos, o que influenciou no processo de compostagem. Além disso, os caprinos são mais seletivos que os bovinos, o que acabou contribuindo para que houvesse diferença entre os tratamentos avaliados pelos autores.

Foram observadas diferenças significativas na composição e nas demais características da compostagem quando houve mudança na proporção volumoso: concentrado das dietas (Tabela 2).

De maneira geral, os dejetos produzidos a partir da dieta com menor proporção de volumoso (40%) apresentaram menores teores das frações fibrosas, como conseqüência da maior proporção de concentrado na dieta. Apesar disso, foi constatado para este tratamento menor teor de carbono orgânico, o que gerou aumento na estimativa da porcentagem de matéria orgânica resistente à compostagem. Durante anos, e até mesmo na atualidade, muitos pesquisadores utilizaram a análise de carbono orgânico para estimar o quanto dos sólidos voláteis é composto por material orgânico compostável e o quanto é formado por material orgânico resistente à compostagem, no entanto, essa estimativa nem sempre condiz com o comportamento da degradação da matéria orgânica nas leiras. A redução de volume, sólidos totais e sólidos voláteis das leiras compostas pelos dejetos produzidos pelos bovinos alimentados com

a dieta 40% volumoso e 60% concentrado foi de 60,96; 58,44 e 43,84%, respectivamente (Tabela 3; Figura 1), no entanto este tratamento foi o que apresentou maior teor de matéria orgânica resistente à compostagem (491,8 g/kg de sólidos totais). Estes dados levam a uma incoerência, visto que espera-se menor redução de volume, sólidos totais e sólidos voláteis à medida que se aumenta o teor de matéria orgânica resistente à compostagem no material.

Diante da imprecisão da análise de matéria orgânica compostável e matéria orgânica resistente à compostagem, alguns autores preferem dividir os sólidos voláteis em quatro grupos principais: lipídios, proteínas, carboidratos (fibrosos e não-fibrosos) e lignina. Entre estes grupos, os carboidratos fibrosos e a lignina são os principais determinantes da velocidade do processo de degradação da matéria orgânica e, de certa forma, são os que aparecem em maior proporção nas fezes dos ruminantes, devido ao hábito alimentar desses animais, que tem maior necessidade de fibra vegetal na alimentação. Ao estudar a degradação das diversas frações da matéria orgânica ao longo da

compostagem, Francou et al. (2008) chegaram à conclusão de que a lignina é a principal responsável por retardar a decomposição da matéria orgânica e que a velocidade da

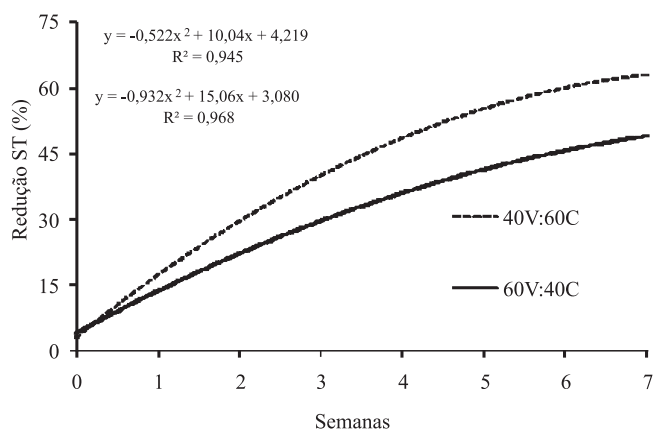


Figura 1 - Redução de sólidos totais durante a compostagem dos dejetos produzidos por bovinos alimentados com dietas com duas relações volumoso:concentrado.

Tabela 2 - Caracterização dos dejetos produzidos por bovinos alimentados com dietas com duas relações volumoso:concentrado

| Item  | Relação volumoso:concentrado na dieta (%) |       | P     | CV, % |
|---|---|-------|-------|-------|
|   | 40:60                                     | 60:40 |       |       |
| Sólidos totais (g/kg)                                 | 355,2                                     | 333,5 | 0,076 | 13,45 |
| Cinzas (g/kg)   | 30,7                                      | 28,6  | 0,089 | 12,36 |
| Sólidos voláteis (g/kg)                               | 324,5                                     | 304,9 | 0,095 | 13,49 |
| Nitrogênio (g/kg de sólidos totais)                   | 22,5                                      | 20,0  | 0,008 | 18,90 |
| Carbono orgânico (g/kg de sólidos totais)             | 234,4                                     | 264,7 | 0,067 | 13,56 |
| Carbono/nitrogênio                                    | 10,42                                     | 9,29  | 0,004 | 15,67 |
| Matéria orgânica compostável (g/kg de sólidos totais) | 421,9                                     | 476,5 | 0,007 | 18,34 |
| MORC (g/kg de sólidos totais)                         | 491,8                                     | 476,5 | 0,003 | 17,89 |
| FDN (g/kg de sólidos totais)                          | 602,2                                     | 659,0 | 0,001 | 12,34 |
| FDA (g/kg de sólidos totais)                          | 309,6                                     | 341,7 | 0,001 | 13,56 |
| Lignina (g/kg de sólidos totais)                      | 67,5                                      | 82,7  | 0,003 | 10,90 |
| Celulose (g/kg de sólidos totais)                     | 242,1                                     | 259,0 | 0,007 | 12,34 |
| Hemicelulose (g/kg de sólidos totais)                 | 292,6                                     | 31,73 | 0,009 | 13,56 |
| Lignina/(celulose + hemicelulose)                     | 0,12                                      | 0,14  | 0,008 | 12,54 |

MOC - matéria orgânica compostável; MORC - matéria orgânica resistente à compostagem; FDN - fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido.

Tabela 3 - Redução (%) do volume e de diversas frações orgânicas durante a compostagem dos dejetos produzidos por bovinos alimentados com duas relações volumoso:concentrado

| Item                                      | Relação volumoso:concentrado da dieta (%) |       | P     | CV, % |
|---|---|-------|-------|-------|
|   | 40:60                                     | 60:40 |       |       |
| Volume                                    | 60,96                                     | 54,00 | 0,009 | 12,34 |
| Sólidos totais                            | 58,44                                     | 46,34 | 0,007 | 9,89  |
| Sólidos voláteis                          | 43,84                                     | 38,78 | 0,006 | 10,18 |
| Fibra em detergente neutro                | 61,26                                     | 51,64 | 0,001 | 8,90  |
| Fibra em detergente ácido                 | 39,29                                     | 38,66 | 0,002 | 9,89  |
| Lignina                                   | 4,10                                      | 13,82 | 0,009 | 12,34 |
| Celulose                                  | 50,10                                     | 46,32 | 0,008 | 13,45 |
| Hemicelulose                              | 84,24                                     | 65,84 | 0,008 | 12,38 |
| Carbono orgânico                          | 75,35                                     | 71,82 | 0,053 | 15,89 |
| Matéria orgânica compostável              | 75,35                                     | 71,83 | 0,064 | 12,34 |
| Matéria orgânica resistente à compostagem | 53,16                                     | 38,51 | 0,009 | 10,18 |

biodegradação de um material orgânico depende de lignina presente no mesmo. Por isso, Francou et al. (2008) referiram-se relação lignina/(celulose + hemicelulose) como uma forma confiável de se prever o potencial de degradação de determinado material ou se o composto orgânico atingiu estágio de degradação satisfatório para ser utilizado como adubo orgânico. Segundo esses autores, quanto maior a relação lignina/(celulose + hemicelulose), menor a biodegradação do material, o que indica limitação no uso do mesmo no processo de compostagem no caso de resíduo ou indica que o processo de compostagem atingiu a fase de maturação no caso de composto.

Seguindo este raciocínio, foram observados valores da relação lignina/(celulose+hemicelulose) de 0,12 e 0,14 para as dietas com 40 e 60% de volumoso na composição, respectivamente, o que acaba correlacionando com as reduções de volume, sólidos totais e sólidos voláteis observada no trabalho, ou seja, os dejetos provenientes dos animais que consumiram a dieta com maior teor de volumoso apresentaram maior quantidade de lignina nas fezes, o que contribuiu para aumentar a relação lignina/(celulose+hemicelulose) e, conseqüentemente, reduzir o potencial de degradação do material.

As reduções da massa de sólidos totais observadas durante a compostagem apresentaram comportamento quadrático para as duas dietas testadas (Figura 1). Orrico Junior et al. (2009) também notaram durante a compostagem da fração sólida de água residuária de suinocultura um comportamento quadrático, ou seja, redução acentuada nas primeiras semanas de enleiramento seguida de desaceleração gradual até o fim do processo.

A influência da lignina também foi observada na degradação das demais frações que constituem a matéria orgânica, principalmente na fração fibrosa onde a lignina está intimamente ligada (Tabela 3). Foram observadas reduções de 50,10 e 46,30% para celulose e 84,24 e 65,84% para hemicelulose nos tratamentos com 40 e 60% de volumoso na dieta. Resultado semelhante foi observado por Orrico Junior et al. (2010), de maior resistência à degradação de celulose e hemicelulose à medida que aumentou a participação do volumoso na dieta dos animais.

Não foram observadas diferenças significativas para as dietas com 40 e 60% de volumoso com relação à redução de carbono orgânico e matéria orgânica compostável durante a compostagem. Esses resultados reforçam a tese de que existe imprecisão neste método de análise, tendo em vista as diferenças ( $P < 0,01$ ) na composição química dos dejetos.

Outro parâmetro que merece destaque e que influencia diretamente o sucesso do processo de compostagem é a

temperatura. Temperatura elevada é considerada medida indireta do sucesso do processo de compostagem, pois indica intenso processo de degradação da matéria orgânica. Independentemente do tratamento testado, as leiras atingiram temperaturas elevadas (acima dos 55 °C) por mais de 21 dias (Figura 2), o que é importante para eliminação de micro-organismos patogênicos.

Não foram observados efeitos significativos ( $P > 0,01$ ) nas temperaturas das leiras, o que pode estar relacionado à temperatura do ambiente, que influencia diretamente a temperatura da leira. Por estar expostas ao meio, as trocas térmicas eram inevitáveis e foram ainda mais intensas em dias com baixa temperatura e com ação do vento, muito comum durante o inverno (período em que o experimento foi conduzido). Amorim et al. (2005) observaram que, durante o inverno, as temperaturas no interior das leiras de compostagem são mais baixas se comparadas às obtidas no verão, resultados que acabam reforçando a possível influência climática sobre a temperatura das leiras de compostagem. Orrico et al. (2007), estudando a influência da dieta e do genótipo sobre o processo de compostagem dos dejetos de cabras, também não observaram diferenças significativas nas temperaturas das leiras de compostagem. Apesar de não ser significativa, os autores encontraram para dieta com maior proporção de concentrado maior temperatura média, que refletiu em maior ( $P < 0,05$ ) redução na massa de sólidos totais. Esses resultados reforçam a dificuldade de se utilizar a temperatura como parâmetro da compostagem, principalmente quando as leiras estão expostas ao meio ambiente.

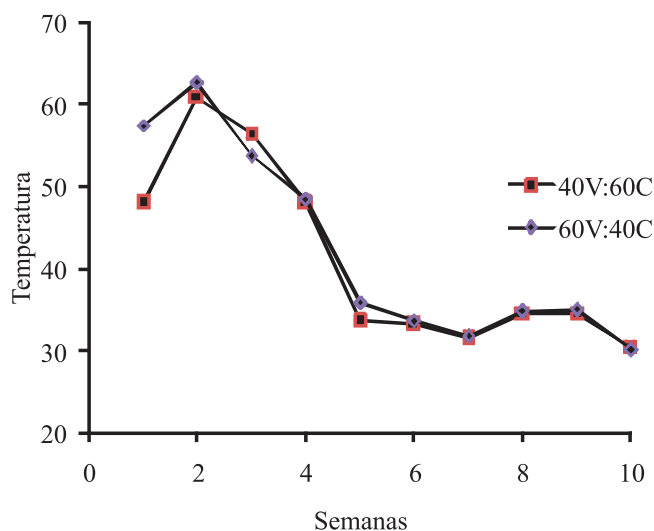


Figura 2 - Temperatura observada durante a compostagem dos dejetos de bovinos alimentados com dietas com duas relações volumoso:concentrado.



Elevadas temperaturas obtidas nas leiras de compostagem são de extrema importância para promover a higienização do material e, desta forma, possibilitam o uso na adubação sem riscos a saúde dos animais e das pessoas.

Para que o processo de compostagem apresente redução significativa de micro-organismos patogênicos, é necessário que o material atinja temperaturas elevadas e que a temperatura se prolongue por vários dias (Orrico Junior et al., 2009). Temperatura baixa durante curto período de tempo pode não ser suficiente para higienizar o composto final. Dessa forma, seu uso como adubo pode levar a contaminação do alimento que será produzido e consequentemente contribuir para disseminação de doenças na propriedade (Gonçalves & Marin, 2007). No início do processo de compostagem, foi observado elevado NMP.g<sup>-1</sup>, que sofreu drástica redução durante a compostagem a ponto de não ser mais detectada a presença de coliformes totais e termotolerantes ao final do processo (Tabela 4). Desta forma, independentemente do tratamento, o processo de compostagem apresentou eficiência de 100% na redução dos coliformes. Resultados semelhantes a esses foram observados por Curci et al. (2007), Torres et al. (2007) e Orrico et al. (2007), que obtiveram reduções de micro-

organismos patogênicos muito próximas a 100%, mesmo se tratando de micro-organismos esporulados.

Independentemente do nutriente avaliado, houve correspondência entre as reduções de sólidos totais obtidas com a compostagem e a concentração de nutrientes (Tabela 5).

Não foram observadas diferenças significativas (P>0,01) nos teores iniciais de macro e micronutrientes avaliados durante o experimento. Esse resultado se deve ao fato de os animais terem recebido a mesma quantidade de núcleo mineral (Tabela 1), que constituiu a principal fonte de elementos minerais nas dietas fornecidas aos animais. No entanto, como houve maior degradação da matéria orgânica no tratamento com menor proporção de volumoso, também foi observada maior (P<0,01) concentração dos macro e microminerais no composto final, ou seja, à medida que a matéria orgânica reduziu, a proporção dos minerais no composto aumentou.

Aumento nos teores dos elementos minerais é um indicativo de que o processo foi conduzido de maneira adequada, evitando o excesso de umidade, formação de chorume e lixiviação dos nutrientes. A lixiviação dos nutrientes ocorre principalmente ao final do processo de compostagem, quando grande parte dos nutrientes se encontra na forma solúvel, o que aumenta ainda mais as chances de perdas. É possível que a lixiviação seja a responsável pela grande variação dos dados encontrados na literatura. Amorim et al. (2005) conduziram leiras de compostagem a partir dos dejetos de caprinos e observaram reduções nos teores de nutrientes do composto em relação o material inicial. As maiores reduções encontradas foram nas concentrações de fósforo, cálcio e sódio (59,3; 54,6 e 57,8%, respectivamente) em leiras conduzidas durante o verão em relação às demais estações. Os autores associaram esse comportamento à formação de chorume no período

Tabela 4 - Número mais provável (NMP.g<sup>-1</sup>) de coliformes totais e coliformes termotolerantes durante a compostagem de dejetos de bovinos alimentados com dietas com duas relações volumoso:concentrado

| Coliformes               | Dietas              |                     |
|--------------------------|---------------------|---------------------|
|                          | 40:60               | 60:40               |
| Total (inicial)          | 4,6x10 <sup>9</sup> | 1,1x10 <sup>8</sup> |
| Total (final)            | 0                   | 0                   |
| Redução (%)              | 100                 | 100                 |
| Termotolerante (inicial) | 4,6x10 <sup>9</sup> | 1,1x10 <sup>8</sup> |
| Termotolerante (final)   | 0                   | 0                   |
| Redução (%)              | 100                 | 100                 |

Tabela 5 - Teores (g/kg de sólidos totais) de macro e micronutrientes no início e ao final do período de compostagem dos dejetos produzidos por bovinos alimentados com dietas com duas relações volumoso:concentrado

| Nutriente  | 40:60  |       |             | 60:40  |       |             |
|------------|--------|-------|-------------|--------|-------|-------------|
|            | Início | Final | Conc. (%)** | Início | Final | Conc. (%)** |
| Nitrogênio | 22,50  | 36,50 | 62,22       | 20,00  | 33,80 | 69,00       |
| Fósforo    | 12,10  | 21,30 | 75,81       | 14,70  | 23,50 | 59,83       |
| Potássio   | 37,70  | 57,50 | 52,57       | 45,60  | 63,20 | 38,70       |
| Magnésio   | 5,80   | 8,90  | 53,96       | 7,00   | 9,80  | 39,96       |
| Cálcio     | 8,70   | 14,00 | 60,57       | 10,50  | 15,30 | 45,97       |
| Sódio      | 6,30   | 8,70  | 37,33       | 7,70   | 9,60  | 24,85       |
| Zinco      | 0,20   | 0,30  | 47,42       | 0,30   | 0,40  | 34,02       |
| Cobre      | 0,10   | 0,20  | 36,11       | 0,20   | 0,20  | 23,74       |
| Ferro      | 3,20   | 6,00  | 89,84       | 5,20   | 6,70  | 27,95       |
| Manganês   | 0,60   | 0,90  | 57,58       | 0,70   | 1,00  | 43,25       |

\*\* : as dietas diferem entre si pelo teste F a 1% de probabilidade.  
Conc. (%) : concentração dos nutrientes no composto final.

inicial de compostagem. Eghball (1997), por sua vez, observou perdas de 42,5; 0,8; 15,8; 15,5; 1,6 e 1,9% para nitrogênio, fósforo, potássio, sódio, cálcio e magnésio, respectivamente, e redução de massa de 20,4%.

### Conclusões

A composição química dos dejetos de bovinos está diretamente ligada ao desempenho dos animais e à composição fibrosa das dietas. Animais de diferentes genótipos mas com mesmo desempenho produzem dejetos com composição química semelhante, o que consequentemente não interfere nas taxas de degradação do material nas leiras de compostagem. As variações nos teores de fibra e lignina das dietas, no entanto, interferem no processo de compostagem.

### Referências

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Standard methods for examination of water and wastewater**. 21.ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1368p.
- AMORIM, A.C.; LUCAS JÚNIOR, J.; RESENDE, K.T. Compostagem e vermicompostagem de dejetos de caprinos: efeito das estações do ano. **Engenharia Agrícola**, v.25, p.57-66, 2005.
- CURCI, V.C.L.M.; DUTRA, I.S.; DOBEREINER, J. et al. Pré-compostagem de cadáveres de bovinos acometidos pelo botulismo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.27, p.157-161, 2007.
- EGHBALL, B. Nutrient, carbon and mass loss during composting of beef cattle feedlot manure. **Journal Environmental Quality**, v.26, p.189-193, 1997.
- FRANCOU, C.; LINÈRES, M.; DERENNE, S. et al. Influence of green waste, biowaste and paper-cardboard initial ratios on organic matter transformations during composting. **Bioresource Technology**, v.99, p.8926-8934, 2008.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diets adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3578-3596, 1992.
- GONÇALVES, V.P.; MARIN, J.M. Fate of non O157 Shiga toxigenic *Escherichia coli* in composted cattle manure. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, p.825-831, 2007.
- HUANG, D.; ZENG, G.M.; FENG, C.L. et al. Degradation of lead-contaminated lignocellulosic waste by *Phanerochaete chrysosporium* and the reduction of lead toxicity. **Environmental Science and Technology**, v.42, p.4946-4951, 2008.
- KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. 5.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- ORRICO, A.C.A.; LUCAS JUNIOR, J.; ORRICO JUNIOR, M.A.P. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem dos dejetos de cabras. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.764-772, 2007.
- ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JUNIOR, J. Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.3, p.483-491, 2009.
- ORRICO JUNIOR, M.A.P.; ORRICO, A.C.A.; LUCAS JUNIOR, J. Influência da relação volumoso: concentrado e do tempo de retenção hidráulica sob a biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos. **Engenharia Agrícola**, v.30, p.386-394, 2010.
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora Universitária, 2006. 166p.
- TORRES, P.; PÉREZ, A.; ESCOBAR, J.C. et al. Compostaje de biosólidos de plantas de tratamiento de águas residuales. **Engenharia Agrícola**, v.27, p.267-275, 2007.