

Qualidade de compostos orgânicos preparados com diferentes proporções de ramos de gliricídia (*Gliricidia sepium*)

Quality of organic compounds prepared with different proportions of gliricídia (*Gliricidia sepium*) branches

SILVA, Victor Maurício da¹, RIBEIRO, Paulo Henrique², TEIXEIRA, Alex Fabian Rabelo³, SOUZA, Jacimar Luis de⁴

1Mestre em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo- UFES, Centro de Ciências Agrárias/Departamento de Produção Vegetal, Guararema – Alegre/ES, Brasil, victor-mauricio@bol.com.br ;

2Doutorando em Produção Vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo- UFES, Centro de Ciências Agrárias/Departamento de Produção Vegetal, Guararema – Alegre/ES, Brasil, phribeiroac@yahoo.com.br;

3Extensionista do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, Linhares/ES, Brasil, afabian@incaper.es.gov.br; 4 Pesquisador do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, Venda Nova do Imigrante/ES, Brasil, jacimarsouza@incaper.es.gov.br

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade de compostos orgânicos produzidos com diferentes proporções de ramos triturados de gliricídia e capim elefante. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições. Foram avaliados cinco tratamentos, definidos por cinco proporções de biomassa de gliricídia, misturadas com capim elefante (10, 20, 30, 40 e 50%). Foram avaliados: carbono orgânico, relação C/N, pH, e acúmulo de nutrientes N, P, K, Ca, Mg e S. O aumento das proporções de gliricídia aumentou de forma linear o teor de matéria orgânica, nitrogênio, enxofre, cálcio e magnésio. Entretanto, houve redução linear do pH, possivelmente devido ao favorecimento do processo de nitrificação que libera H⁺ no meio. Os teores de P e K não foram alterados pelas proporções de misturas de gliricídia e capim elefante. O estudo indica que a gliricídia é uma alternativa para substituir ou reduzir a utilização do esterco na compostagem orgânica.

PALAVRAS-CHAVE: biomassa vegetal, leguminosa, macronutrientes, matéria orgânica, relação C/N.

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the quality of organic compounds produced with different proportions of gliricidia branches and elephant grass. The experimental design was completely randomized with three replications. Five treatments were evaluated as defined for five ratios of biomass gliricidia mixed with elephant grass (10, 20, 30, 40 and 50%). Were evaluated: organic carbon, C/N ratio, pH, N, P, K, Ca, Mg and S. Increased proportions of gliricidia linearly increased content of organic matter, nitrogen, sulfur, calcium and magnesium content. However, there was a linear decrease in pH, possibly due to the advantage of the nitrification process that releases H⁺ in the middle. The levels of P and K were not affected by the proportions of mixtures of gliricidia and elephant grass. The study indicates that gliricidia is an alternative to replace or reduce the using of manure in organic composting. .

KEY WORDS: vegetal biomass, leguminous, macronutrients, organic matter, C/N ratio

Introdução

A compostagem é um processo de decomposição controlada da matéria orgânica e tem como objetivo obter um material estável e em melhores condições para ser utilizado na agricultura (KIEHL, 1985; ORRICO JÚNIOR et al., 2009). Durante este processo, os sólidos biodegradáveis da matéria orgânica são convertidos para um estado estável que pode ser manejado, estocado e utilizado como adubo orgânico sem efeitos nocivos ao ambiente, desde que utilizado de forma racional e na dosagem correta (ORRICO et al., 2007). A matéria orgânica estabilizada é caracterizada, de modo geral, pelo fato de apresentar uma relação C/N (carbono/nitrogênio) que indica que o processo de mineralização do nitrogênio prevalece sobre a sua imobilização. Ademais, Orrico Júnior et al. (2009) afirmam que na fase termofílica da compostagem, há proliferação de microrganismos exotérmicos (promovem aumento da temperatura da pilha de composto) com efetivo poder na eliminação de patógenos e sementes de plantas daninhas.

Segundo Kiehl (1985), a relação C/N dos resíduos orgânicos exerce influência direta no desempenho dos microrganismos, determinando a facilidade e velocidade de decomposição dos materiais empregados neste processo. A ação dessa relação se dá pelo fato do carbono ser a fonte de energia e o nitrogênio a fonte básica para a reprodução e crescimento celular (SUSZEC, 2005). Alguns trabalhos utilizam o termo "inoculante" para designar materiais ricos em nitrogênio (esterços animais, leguminosas, resíduos de frigorífico, etc.) (OLIVEIRA et al., 2004; PRIMO et al., 2011), que quando misturados a resíduos com baixa concentração nesse elemento, vão estimular o processo de degradação por meio da reprodução e do crescimento microbiano.

A prática da compostagem orgânica, em linhas gerais, consiste na mistura de esterços animais com resíduos de origem vegetal (KIEHL, 2002). Porém, apesar das vantagens dos esterços, a

criação animal muitas vezes não é vista como atividade promissora por alguns agricultores familiares devido à concentração da mão-de-obra e outros recursos econômicos para a realização de outras atividades, consideradas, pelos mesmos, mais rentáveis economicamente. Barros et al. (2003) demonstraram que a diminuição no poder de compra da pecuária, entre os anos de 1991 a 2003, foi de sete pontos percentuais, em função da redução do poder de troca, entre insumos e produtos comercializáveis e da produtividade. Segundo esses autores, nesse mesmo período, a produção de produtos de origem vegetal teve incremento de 76%, impulsionada pelo aumento no valor dos produtos e da produtividade. Barcellos et al. (2008) afirmam que a estabilização da moeda e a competição gerada por outras atividades econômicas, impõem aos agricultores necessidade de uso mais intensivo da terra, o que estabelece mudanças no modelo de exploração animal.

A aquisição de esterco de fontes externas para a realização da compostagem, a depender do mercado, pode se tornar inviável economicamente, constituindo-se em prática insustentável. Assim, uma das alternativas para reduzir o uso de esterços no processo de compostagem é a utilização de leguminosas para a inoculação de pilhas de composto orgânico. Leal et al. (2007) descreve um composto orgânico eficiente para a produção de hortaliças, obtido por meio da mistura de palhada de capim napier (*Pennisetum purpureum*) e da leguminosa *Crotalaria juncea*, sem adição de outros inoculantes. Leal et al. (2009) utilizando composto produzido com 66% de *Crotalaria juncea* e 33% de capim napier e incorporando em canteiros antes do transplante de mudas de beterraba, obtiveram produção de massa fresca de raiz significativamente superior à testemunha (sem adubação) e semelhante a adubação com esterco bovino, com valor 2971,7 g m⁻².

Visando uma melhoria crescente e equilibrada dos aspectos que expressam os avanços positivos em cada uma das dimensões da sustentabilidade,

a Agroecologia deve ser entendida como uma ciência destinada a apoiar a transição dos atuais modelos de desenvolvimento rural e de agriculturas convencionais para estilos de desenvolvimento rural e de agriculturas sustentáveis (CAPORAL & COSTABEBER 2002a; 2002b; 2004). Por ser uma prática agroecológica, a compostagem é importante nos sistemas agrícolas de produção, de modo geral, devido a sua capacidade de integrar atividades, além de otimizar a ciclagem da matéria orgânica disponível, como observado em estudo conduzido na Unidade Experimental de Produção Animal Agroecológica, INCAPER de Linhares, Espírito Santo (GUELBER SALES et al., 2008). Assim, a diversificação de inoculantes para a montagem de leiras de composto pode ser uma alternativa promissora para incrementar a ciclagem de nutrientes e, ao mesmo tempo, ampliar a sustentabilidade do processo de compostagem na propriedade rural. Portanto, são imprescindíveis estudos adicionais que visam diversificar a base da compostagem por meio da seleção de resíduos orgânicos disponíveis e de fácil produção na unidade rural.

Dentre as leguminosas que podem apresentar um potencial de uso na compostagem destaca-se a gliricídia [*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.] que, além de produzir grande quantidade de biomassa com baixa disponibilidade hídrica, tem grande capacidade de fixar nitrogênio atmosférico (BARRETO & FERNANDES, 2001), apresenta rápido crescimento e alta capacidade de regeneração após sucessivas podas. Marin et al. (2007) estudando a gliricídia ao longo de três anos, obtiveram produtividade média de 3,3 Mg ha⁻¹ para a matéria seca de folhas e galhos finos, sendo a produtividade média de 1,5 kg de matéria seca por árvore. Nesse mesmo estudo, as concentrações médias de N, P e K na biomassa da gliricídia (folhas+galhos finos), foram 3,32, 0,24 e 2,8%, respectivamente. Assim, quando usada como

adubo verde, além de aportar grandes quantidades de biomassa, a gliricídia pode melhorar os atributos químicos e físicos do solo, como demonstraram Barreto & Fernandes (2001), supondo-se que tenha também alto potencial para ser utilizada na compostagem.

O monitoramento da compostagem, feito a partir de experimentos que estudam o comportamento dos nutrientes nos compostos estabilizados, possibilita identificar como as proporções de materiais utilizados influenciam na dinâmica desses nutrientes e na produtividade comercial alcançada de culturas agrícolas, conforme estudos com hortaliças por Souza & Resende (2006). Além disso, pode-se inferir se o fertilizante orgânico produzido enquadra-se com as normas da legislação e encontra-se apto à comercialização. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade dos compostos orgânicos produzidos com diferentes proporções de biomassa de gliricídia e capim elefante triturados, através dos teores de macronutrientes, pH, relação C/N e matéria orgânica.

Material e métodos

A pesquisa foi desenvolvida na Unidade Experimental de Produção Animal Agroecológica (UEPA), localizada na Fazenda Experimental de Linhares, Espírito Santo (19°25'03" S, 40°04'50" O), do Centro Regional de Desenvolvimento Rural Nordeste (CRDR/Nordeste), do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com três repetições. Cada repetição foi constituída por uma pilha de composto orgânico (com formato cônico) de volume inicial de 0,7 m³.

Os tratamentos foram determinados através de proporções volumétricas da biomassa de gliricídia e capim elefante cv. napier (*Pennisetum purpureum*

S.). Foram avaliados cinco tratamentos, sendo cinco proporções de biomassa da parte aérea de gliricídia adicionados ao capim elefante, a saber: 10% de gliricídia + 90% de capim (T1); 20% de gliricídia + 80% de capim (T2); 30% de gliricídia + 70% de capim (T3); 40% de gliricídia + 60% de capim (T4); 50% de gliricídia + 50% de capim (T5). A Tabela 1 traz a caracterização química (macronutrientes) dos materiais orgânicos utilizados no ato da montagem das pilhas.

A compostagem foi realizada no período de fevereiro a maio de 2010. A montagem das pilhas foi realizada no mesmo dia do corte do capim e da gliricídia, em pátio com piso de concreto (declividade de 2% para escoamento do chorume). A trituração do capim e dos ramos aéreos de gliricídia foi feita com picadeira regulada para tamanho de partícula com 3 cm (KIEHL, 1985). O primeiro revolvimento das pilhas foi realizado aos sete dias após sua confecção, e os demais espaçados de 15 dias, totalizando quatro revolvimentos. Para garantir umedecimento uniformizado, foi utilizado regador manual e se optou por irrigar as pilhas antes dos revolvimentos, sempre garantindo que todas as pilhas recebessem a mesma quantidade de água. Em eventuais dias de chuva, foi utilizada lona plástica para cobrir as pilhas. Após 90 dias, através de observações da coloração, aspecto e temperatura, foi constatado que os compostos estavam prontos para serem utilizados, de acordo com métodos descritos e adaptados de Kiehl (1985) e Kiehl (2002). Para

isso, no decorrer da compostagem, foi observada alteração na coloração dos compostos, tendo inicialmente cor clara e, por fim, cor consideravelmente escura. Em relação ao aspecto, devido à acentuada decomposição e ao estado de cura dos compostos, a matéria prima original não mais permitiu ser identificada aos 90 dias da montagem das pilhas, e os compostos se tornaram massas moldáveis e com viscosidade e pegajosidade semelhante à graxa quando submetidos ao "teste da mão" descrito por Kiehl (1985). Além desses testes, a temperatura dos compostos foi conferida a cada 3 dias encostando-se o dorso da mão em hastes de ferro introduzidas e mantidas permanentemente no centro das pilhas. Após o quarto revolvimento, a temperatura não se elevou em comparação com os primeiros revolvimentos, sendo que aos 90 dias estava equiparada à temperatura ambiente.

Após o término do processo de compostagem, os diferentes tratamentos foram caracterizados quimicamente. Para isso, foram retiradas subamostras em diferentes pontos de cada leira para formar uma amostra composta. Esses pontos foram escolhidos ao acaso, em diferentes profundidades, de maneira que a amostra composta fosse representativa de toda a leira. Posteriormente, de acordo com método descrito por Kiehl (1985), essas amostras foram colocadas em piso cimentado, homogeneizadas e quarteadas, obtendo assim um material representativo. A partir destas amostras foram determinados carbono

Tabela 1: Caracterização química dos materiais utilizados para a montagem das pilhas de composto orgânico, Linhares, Espírito Santo, Brasil, 2010.

DESCRIÇÃO	pH	Relação C/N	MO	N	P	K	Ca	Mg	S
Capim Elefante	8,4	70	84	0,7	0,31	1,88	0,15	0,05	0,32
Gliricídia	7,2	22	91	2,4	0,24	1,83	0,50	0,25	0,13

orgânico, relação C/N, N, P, K, Ca, Mg e S, de acordo com método preconizado em MAPA (2007).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Para verificar os efeitos das diferentes proporções de biomassa de gliricídia e capim elefante sobre as variáveis analisadas, as médias foram ajustadas pela análise de regressão, a 5%. Para isso, utilizo-se o software SISVAR®.

Resultados e discussão

A análise de variância, a 5% de probabilidade pelo teste F, mostrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos para os elementos P e K. Isso ocorreu devido os teores de P e K na matéria prima utilizada nos compostos (Tabela 1) serem bem próximos, portanto não ocorrendo incremento ou decréscimo com as diferentes proporções.

Conforme os dados apresentados na Figura 1, observa-se que com o aumento das proporções de

biomassa de gliricídia, aumenta de forma linear o teor de matéria orgânica nos compostos. Esses resultados eram esperados uma vez que a maior composição de matéria orgânica na gliricídia comparada ao capim (7% a mais, conforme a Tabela 1) foi responsável pelo aumento da matéria orgânica nos compostos, em até 3,7%, ou seja, com a gliricídia a 10% o teor estimado foi de 70,4 dag kg⁻¹ e a 50% foi de 74,1 dag kg⁻¹. Outra hipótese, é que o aumento de carbono (matéria orgânica) com as proporções de gliricídia pode estar intimamente relacionado com o incremento do nitrogênio. A maior disponibilidade de nitrogênio é essencial na estabilização do carbono por meio da síntese de substâncias mais humificadas (mais ricas em nitrogênio), que garante maior estabilidade estrutural para a matéria orgânica (SILVA & MENDONÇA, 2007). Além disso, o nitrogênio orgânico (das leguminosas, por exemplo) parece ser preferencial no processo de formação das

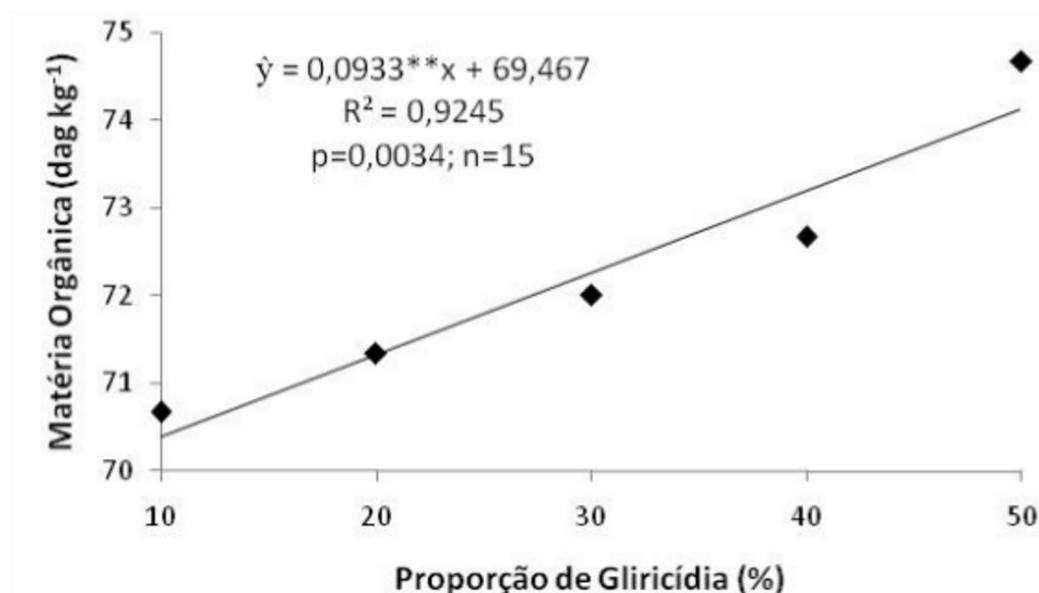


Figura 1: Teor de matéria orgânica (dag kg⁻¹) dos compostos em função de proporções de biomassa triturada da parte aérea de gliricídia (*Gliricidia sepium*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum* S.), Linhares, Espírito Santo, Brasil, 2010.

substâncias húmicas intermediado pelos microrganismos (RIBEIRO et al., 2011).

Proporcionalmente ao aumento do resíduo de gliricídia, ocorreu redução linear do pH dos compostos (Figura 2). Isso ocorreu, provavelmente, devido ao menor pH e maior teor de N proteico da biomassa de gliricídia. O aumento da proporção de gliricídia deve ter favorecido as taxas de produção de amônio (através da mineralização do N-orgânico) que passa pelo processo de nitrificação liberando prótons (H^+) no meio, com consequente redução do pH. Segundo Cantarela (2007), a reação de nitrificação representa importante contribuição para a acidificação do meio, pois para cada mol de NH_4^+ oxidado, há a liberação de dois moles de H^+ . Eklind & Kirchimann (2000), ao avaliar perdas de N em mistura de resíduos para compostagem, verificou que o decréscimo de pH

do composto coincidiu com a formação de nitrato, e foi causado pela liberação de H^+ durante a nitrificação. Lima et al. (2009) estudaram a compostagem da mistura de diversos materiais em recipientes perfurados lateralmente com capacidade de 60 litros e verificaram que o composto enriquecido com N mineral na forma de sulfato de amônio manteve o pH ácido durante todo o processo. Esse resultado foi atribuído pelos autores ao favorecimento da nitrificação pelo sulfato de amônio, que liberou quantidades expressivas de H^+ para o meio.

Vale ressaltar, que apesar da redução verificada do pH no presente estudo, os valores ficaram na faixa de alcalinidade (pH acima de 7,0), conforme mostra a Figura 2. Isso pode ser atribuído ao pH elevado dos materiais utilizados como ingrediente, que apresentavam valores de 8,4 e 7,2 (Tabela 1)

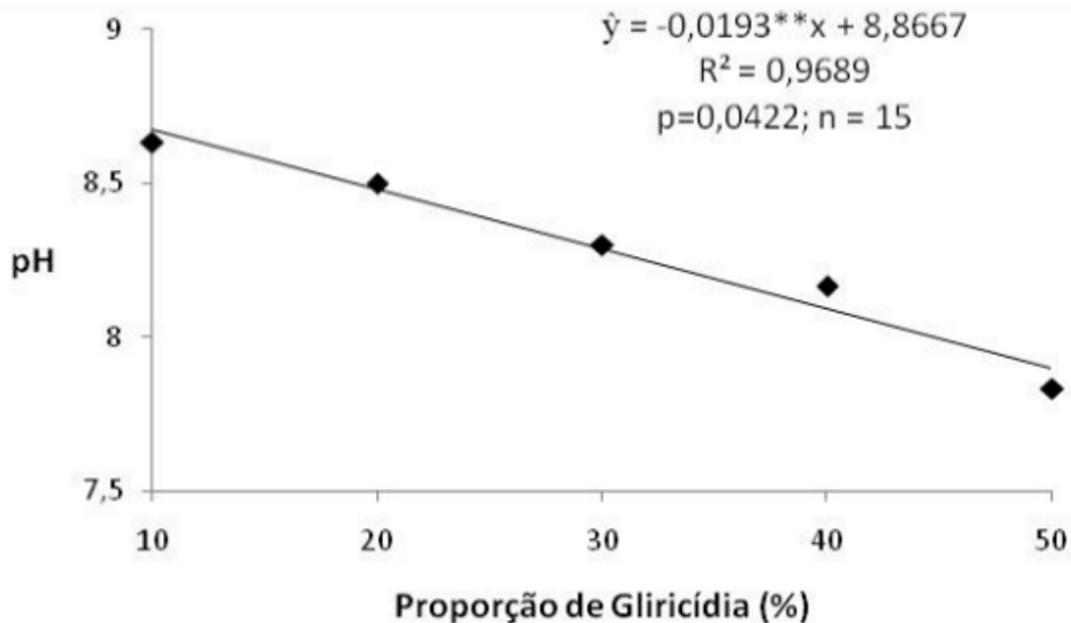


Figura 2: Valores de pH dos compostos orgânicos em função das proporções de biomassa triturada da parte aérea de gliricídia (*Gliricídia sepium*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum* S.), Linhares, Espírito Santo, Brasil, 2010.

para o capim elefante e gliricídia, respectivamente. Outra hipótese é a evolução natural do pH durante o processo de compostagem intermediada pela atividade das populações microbianas, conforme descrito por Kiehl (1985) e observado em outros estudos (IYENGAR & BHAVE, 2006; LIMA et al., 2009). Inicialmente o pH é reduzido devido aos ácidos orgânicos formados, porém, à medida que o processo se desenvolve, o pH do composto se eleva devido a maior concentração de bases que contribui indiretamente para obtenção de um material mais alcalino. Todavia, para confirmar essa hipótese esse estudo deveria ser acompanhado de um monitoramento da atividade microbiana e do pH ao longo do tempo.

Graves et al. (2000) consideraram que, a faixa ideal para a atividade microbiana é de 6,5 a 8,0 e que abaixo de 5,0 e acima de 9,0 a compostagem se processa de forma muito lenta. Porém, Rodrigues et al. (2006) afirma que a faixa de pH

ótima para o desenvolvimento dos microrganismos responsáveis pela compostagem situa-se entre 5,5 e 8,5, uma vez que a maioria das enzimas encontram-se ativas entre esses limites de pH. Tchobanoglous et al. (1993) relatam que o valor de pH não deveria exceder 8,5 a fim de minimizar as perdas de nitrogênio pela volatilização de NH_3^+ . Raviv et al. (2004) relataram perdas de 16 a 74 % de N sendo a maioria causada pela volatilização de NH_3^+ e afirmaram que para diminuir essas perdas a compostagem pode se beneficiar com a mistura de materiais que possuam valores de pH baixo.

Na Figura 3 está apresentada a relação C/N dos compostos orgânicos. A gliricídia possui relação C/N menor do que a do capim elefante (Tabela 1), de forma que a adição da leguminosa, possivelmente incrementa o processo de decomposição e a formação de substâncias orgânicas com relação C/N mais estreita.

Além disso, os resultados apresentados na

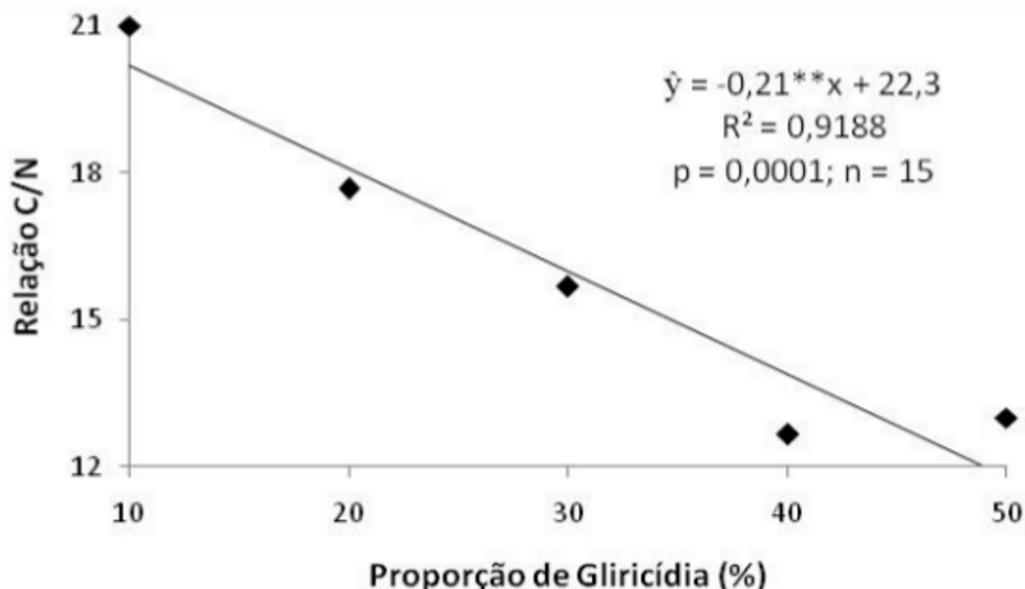


Figura 3: Relação C/N dos compostos orgânicos em função das proporções de biomassa triturada da parte aérea de gliricídia (*Gliricidia sepium*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum* S.), Linhares, Espírito Santo, Brasil, 2010.

Figura 1 e na Figura 4 A indicam que a gliricídia promove um aumento de N mais expressivo do que o aumento de matéria orgânica. De acordo com Kiehl (1985), a matéria orgânica com relação C/N igual ou inferior a 17/1 é um indicativo que está ocorrendo balanço positivo de mineralização do nitrogênio. Assim, as proporções 30, 40 e 50% (Figura 3) estão enquadradas neste limite, demonstrando que esses tratamentos seriam mais adequados se a intenção fosse o aporte no solo de material com nitrogênio mais disponível.

Com o incremento da gliricídia no composto,

verifica-se elevação do teor de nitrogênio (Figura 4 A). Isso pode ser atribuído à riqueza da leguminosa em N protéico, que após o processo de mineralização libera N-inorgânico no meio.

De um modo geral, a relação C:N é um atributo que pode ser usado para expressar o grau de recalitrância do substrato no processo de decomposição (GAMA-RODRIGUES et al., 2007). Assim, essa relação pode prever o potencial da taxa de liberação do N durante o processo de compostagem. Conseqüentemente, as pilhas de composto com menores relações C:N iniciais

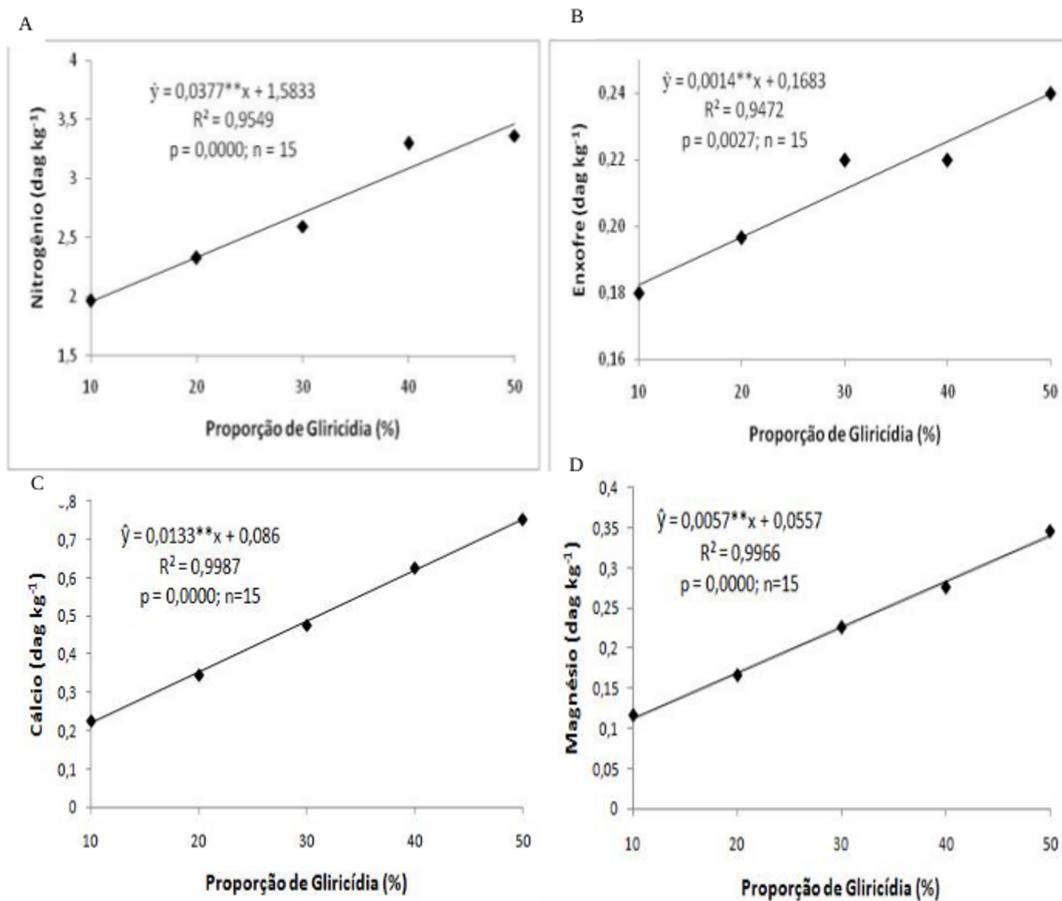


Figura 4: Teores de nitrogênio (A), enxofre (B), cálcio (C) e magnésio (D) (dag kg⁻¹) dos compostos orgânicos em função de proporções de biomassa triturada da parte aérea de gliricídia (*Gliricidia sepium*) e capim elefante (*Pennisetum purpureum* S.), Linhares, Espírito Santo, Brasil, 2010.

(tratamentos 4 e 5), proporcionaram maior liberação do N por ação dos microrganismos decompositores (Figura 4 A).

A importância de níveis adequados de N em compostos orgânicos foi relatado por Souza & Resende (2006). Os autores indicam que níveis de N iguais ou superiores a 2,5% podem proporcionar aumentos de produtividade comercial em hortaliças da ordem de até 50%, quando se compara com compostos com níveis de N médios de 1,5 %. No presente estudo, os dados estimados pela regressão indicam que o nível de 2,5% de N nos compostos pode ser obtido com a mistura de 24,3% de gliricídia com 75,7% de capim elefante (Figura 4 A).

Na Figura 4 B verifica-se elevação do teor de enxofre no composto, na medida em que se aumentam as proporções de gliricídia. Diferentemente do que foi verificado para o nitrogênio (Figura 4 A), esse fenômeno para o S não pode ser atribuído à riqueza da leguminosa neste elemento, uma vez que o capim elefante possui teores mais elevados quando comparado com a gliricídia (Tabela 1). Desse modo, uma possível explicação seria o fato do nitrogênio da leguminosa ter favorecido a imobilização do enxofre no composto orgânico por meio da formação de aminoácidos estruturais da biomassa microbiana. Na presença de C lábil (celulose, por exemplo), e principalmente com suplementação de N, a imobilização de S na biomassa pode ser favorecida em razão do crescimento microbiano (ZHANG et al., 2001; VONG et al., 2003; SILVA & MENDONÇA, 2007).

Durante o processo de mineralização da matéria orgânica, os organismos obtêm sua energia a partir da oxidação de materiais ricos em carbono e imobilizam N e S (EMBRAPA, 2007). O S na forma orgânica possui estreita relação com as quantidades de C, P e N e a maioria está diretamente ligada ao carbono (C-S), como nos

aminoácidos que representam em torno de 30% do S do solo (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006). Deste modo, o aumento na disponibilidade de N como substrato para a formação de aminoácidos da biomassa microbiana (por meio do incremento das proporções de gliricídia), cria uma demanda para a imobilização de S, o que reduz possíveis perdas deste nutriente no processo de compostagem.

O comportamento dos elementos cálcio e magnésio estão representados na Figura 4 C e D, respectivamente. Observa-se que ocorreu aumento linear do teor de ambos nutrientes na medida em que se aumenta proporcionalmente a proporção de biomassa da gliricídia. Comportamento semelhante ao que foi observado com o N, isso também pode ser atribuído ao maior acúmulo de Ca e Mg na parte aérea da leguminosa, utilizada quando comparada com o capim elefante (Tabela 1). As leguminosas possuem naturalmente maiores concentrações de cálcio do que as gramíneas (AJAYI et al., 2005), devido ao processo de formação dos nódulos para a fixação biológica de nitrogênio (FBN), há maior necessidade de cálcio do que para o crescimento da planta propriamente dito, pois, uma vez formado os nódulos, a planta pode crescer em condições relativamente baixas desse nutriente (MALAVOLTA et al., 1997). Da mesma forma, concentrações de magnésio mostram-se em geral mais elevadas em leguminosas de clima tropical em relação às gramíneas (UNDERWOOD, 1983). Este nutriente é requerido para a multiplicação das bactérias fixadoras de nitrogênio e atividade de enzimas do processo de FBN (KISS et al., 2004)

De acordo com a legislação brasileira, Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009 do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2009), o fertilizante "composto" pronto, para estar apto à comercialização de forma legal, deve possuir as seguintes especificações: mínimo de 25,86 % de matéria orgânica total; pH de no mínimo 6,0; mínimo de 0,5 % de nitrogênio total; e mínimo de 1% para

os teores de enxofre, cálcio e magnésio. A relação C/N deverá ter valor máximo de 20/1.

Assim, verificamos para matéria orgânica, pH e N total (Figuras 1, 2 e 4 A, respectivamente), que aos 90 dias após a montagem dos compostos, todas as proporções de glirícidia utilizadas atenderam aos pré-requisitos exigidos na legislação. Para a relação C/N (Figura 3), todas as proporções ficaram enquadradas na legislação, exceto a menor (10%), que apresentou valor de 21/1 (valor observado).

Para o elemento enxofre (Figura 4 B), todas as proporções utilizadas ficaram abaixo do limite mínimo de 1% exigido pela lei. Devido a isso, no ato da montagem das pilhas, pode-se utilizar enxofre elementar para o enriquecimento dos compostos, ao mesmo tempo em que promove a diminuição do pH de compostos orgânicos excessivamente alcalinos, pela oxidação biológica do S e formação de ácido sulfúrico (FUENTE et al., 2007), segundo a reação: $2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$. Por consequência, obtém-se redução nas perdas de NH_3 das pilhas de compostagem.

Os teores de cálcio e magnésio também ficaram abaixo do teor mínimo de 1% exigido em lei para esses nutrientes (Figuras 4 C e D, respectivamente). Porém, como a resposta desses elementos foram lineares positivas, é de se esperar que, com o incremento das proporções dessa leguminosa nos compostos (> 50% do volume total), os teores desses elementos também aumentem ao ponto de atender ao limite exigido na legislação. Entretanto, questões econômicas e de disponibilidade de resíduos deverão ser analisadas. Além disso, a utilização do calcário pode ser uma alternativa para enriquecer os compostos em cálcio e magnésio e enquadrá-los na legislação. Ressalta-se que devido ao alto poder tampão da matéria orgânica (SILVA & MENDONÇA, 2007), é provável que essa prática não elevaria o pH dos compostos.

Conclusões

Não há diferença significativa entre os tratamentos para P e K, devido aos teores semelhantes desses nutrientes nas matérias primas utilizadas;

Com o aumento das proporções da biomassa de glirícidia, aumenta-se de forma linear os teores de matéria orgânica, N total e substâncias orgânicas com relação C/N mais estreita;

Ocorre redução linear do pH dos compostos com o aumento da biomassa de glirícidia;

Em todos os tratamentos os parâmetros matéria orgânica, pH e N total se enquadram na Instrução Normativa nº 25 da legislação brasileira;

Os nutrientes S, Ca e Mg ficam abaixo do limite mínimo exigido na legislação.

Agradecimentos

Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), Secretaria de Agricultura Familiar (SAF), Secretaria de Ciência e Tecnologia para Inclusão Social (SECIS), Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) por intermédio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do trabalho.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo - FAPES, pela concessão de bolsa de Pós-Graduação ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

- AJAYI, D.A. et al. Intake and nutrient utilization of West African Dwarf Goats Fed Mango (*Mangifera indica*), Ficus (*Ficus thionningii*), Glirícidia (*Glirícidia sepium*) Foliages and Concentrates as Supplements to Basal Diet of Guinea Grass (*Panicum maximum*). **World Journal of Agricultural Sciences**, v.1, n.2, p.184-189, 2005.
- BARCELLOS, A. O. et al. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37 p.51-67, 2008.

- BARRETO, A. C.; FERNADES, M. F. Cultivo de *Gliricídia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.10, p.1287-1293, 2001.
- BARROS, A. L. M. et al. Considerações acerca da avaliação de projetos de investimentos. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 1., 2003, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 301-326.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Anexo III.** 2009. Online. Disponível na Internet <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=consultarLegislacaoFederal> > (acesso em: 14 mar. 2011).
- CANTARELLA, H. Nitrogênio. In: NOVAIS, R. F. et al. (Eds.). **Fertilidade do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa-MG, 2007. Cap. 7, p. 375-470.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia: enfoque científico e estratégico. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, Porto Alegre, RS. v.3, n.2, p.13-16. 2002a.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Análise multidimensional da sustentabilidade: uma proposta metodológica a partir da Agroecologia. **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**. Porto Alegre, RS. v.3, n.3, p.70-85. 2002b.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia: alguns conceitos e princípios**. 24p. Brasília. MDA/SAF/DATER-IICA. 2004.
- EKLIND, Y.; KIRCHMANN, H. Composting and storage of organic household waste with different litter amendments. II: nitrogen turnover and losses. **Bioresource Technology**, v.74, n.2, p.125-133, 2000.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **A fumigação-extração na determinação do enxofre na biomassa microbiana do solo: revisão de literatura e estudo de caso**. Rio de Janeiro, RJ: Centro Nacional de Pesquisa em Solos, 2007. (Documentos, 99). Online. Disponível na Internet http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/pdfs/doc99_fumigacao_extracao.pdf> (acesso em: 17/07/2011).
- FUENTE, R.G. et al. Biological oxidation of elemental sulphur added to three composts from different feedstocks to reduce their pH for horticultural purposes. **Bioresource Technology**, v.98, n.18, p.3561–3569, 2007.
- GAMA-RODRIGUES, A. C. et al. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1421-1428, 2007.
- GRAVES, R. E. et al. Composting. In: United States Department Of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. **Environmental Engineering - National Engineering Handbook**. Washington, 2000. 88p.
- GUELBER SALES, M. N. et al. Unidade experimental de produção animal agroecológica: uma abordagem sistêmica na construção do conhecimento. In: PADOVAN, M. P. et al. **Pesquisa Agroecológica Capixaba**. Vitória, ES: INCAPER, 2008. p. 48-58.
- IYENGAR, S. R.; BHAVE, P. P. In-vessel composting of household wastes. **Waste Management**, v. 26, n. 10, p. 1070-1080, 2006.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1985. 492p.
- KIEHL, E. J. **Manual de Compostagem: Maturação e Qualidade do Composto**. Piracicaba: 3ª Edição do Autor, 2002. 171p.
- KISS, S. A. Magnesium-Content of Rhizobium Nodules in Different Plants: The Importance of Magnesium in Nitrogen Fixation of Nodules. **Journal of the American College of Nutrition**, v.23, n.6, p.751–753, 2004.
- LEAL, M. A. A. et al. **Adubação orgânica de beterraba com composto obtido a partir da mistura de palhada de gramínea e de leguminosa**. Seropédica, RJ: Embrapa Agrobiologia, 2009. (Boletim da Embrapa, 43).
- LEAL, M. A. A. et al. Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília. v. 25, n. 3, p. 392-395. 2007.
- LIMA, C. C. et al. Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com adição mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.334–340, 2009.
- MALAVOLTA et al. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed., Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E

- ABASTECIMENTO - MAPA. **Instrução normativa nº 28**. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos. Brasília, 2007.
- MARIN, A. M. P. et al. Produtividade de milho solteiro ou em aléias de gliricídia adubado com duas fontes orgânicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.5, p.669-677, 2007.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora da UFLA, 2006. 729p.
- OLIVEIRA, F. N. S. et al. **Uso da Compostagem em Sistemas Agrícolas Orgânicos**. Fortaleza-CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17p. (Documentos, 89).
- ORRICO JÚNIOR, M. A. P. et al. Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v.29, n.3, p.483-491, 2009.
- ORRICO, A. C. A. et al. Alterações físicas e microbiológicas durante a compostagem dos dejetos de cabras. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.3, p.764-772, 2007.
- PRIMO, D. C. et al. Manejo racional de resíduos da cultura do fumo (*Nicotiana tabacum* L.) para obtenção de composto orgânico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 4, p. 1275-1286, 2011.
- RAVIV, M. et al. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost for organic agriculture. **Compost Science & Utilization**, v. 12, p. 6-10, 2004.
- RIBEIRO, P. H. et al. Adubação verde, os estoques de carbono e nitrogênio e a qualidade da matéria orgânica do solo. **Revista Verde**, v.6, n.1, p. 43 – 50, 2011.
- RODRIGUES, M. S. et al. Compostagem: reciclagem de resíduos sólidos orgânicos. In: SPADOTTO, C. A.; RIBEIRO, W. **Gestão de Resíduos na agricultura e agroindústria**. FEPAF: Botucatu, 2006. p. 63-94.
- SILVA, I. R.; MENDONÇA, E. S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V. H. et al. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Viçosa-MG, 2007. Cap. 6, p. 275-374.
- SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de Horticultura Orgânica**. 2. ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 842p.: il. 2006.
- SUSZEC, M. Efeitos da inoculação na compostagem e vermicompostagem de resíduos sólidos verdes urbanos. 2005. 57p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Paraná.
- TCHOBANOGLIOUS, G. et al. **Integrated solid waste management, engineering principles and management issues**. New York: McGrawHill, 1993. 978p.
- UNDERWOOD, E. J. **Los minerales en la nutrición del ganado**. Zaragoza, 1983. 209p.
- VONG, P.C. et al. Immobilized-S, microbial biomass-S and soil arylsulphatase activity in the rhizosphere soil of rape and barley as affected by labile substrate C and N additions. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 35, p. 1651-1661, 2003.
- ZHANG, X. et al. Amino sugar signature of particle-size fractions in soils of the native prairie as affected by climate. **Soil Science**, v. 163, p. 220-229, 1998.