



**UTILIZAÇÃO DE LODO DE ESGOTO COMO COMPONENTE
DE SUBSTRATO PARA O CULTIVO DE VINCA
(*Catharanthus roseus* (L.) G. Don)**

Giovanna Caputo dos Anjos Almeida¹

Jamile Corina Fanhani²

Pérsio Sandir D'Oliveira³

RESUMO: O destino final do lodo de esgoto apresenta custos elevados para as estações de tratamento, podendo ser a reciclagem desse resíduo boa alternativa para esse fim. Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma alternativa para o uso do lodo como substrato para plantas ornamentais. O lodo foi coletado em uma Estação de Tratamento de Esgoto da Sanepar em Maringá e submetido a um processo térmico de destruição de patógenos. Foram empregados seis tratamentos: T1 – testemunha (50% de terra vegetal e 50% de casca de arroz carbonizada (CAC)); T2 – 25% de lodo esterilizado (LE) e 75% (CAC); T3 – 50% de LE e 50% CAC; T4 – 75% de LE e 25% CAC; T5 – 100% LE; T6 – 50% de lodo não tratado e 50% de CAC. Foram avaliados os parâmetros altura, número e diâmetro de flores, área foliar, produção de matéria fresca e seca. Os resultados mostraram que a vinca teve melhor desempenho, quanto aos parâmetros analisados, quando cultivada em substrato contendo 75% de LE e 25% de CAC.

PALAVRAS-CHAVE: floricultura; resíduos urbanos; reciclagem.

**THE USE OF SEWAGE SLUDGE AS A SUBSTRATE
COMPONENT IN THE CULTIVATION OF
(*Catharanthus roseus* (L.) G. Don)**

ABSTRACT: The final destination of sewage sludge has high costs to treatment stations, and the recycling of this residue would be an interesting alternative. This work had the objective to develop an alternative to the use of sludge as a substrate for ornamental plants. The sludge was collected at a SANEPAR sewage treatment station in the city of Maringá and submitted to a thermal process for the destruction of pathogens. Six different types of combinations were used: T1 – 50% vegetable soil and 50% of carbonized rice skin (CRS); T2 – 25% of sterilized sludge (SS) and 75% CRS; T3 – 50% SS and 50% CRS; T4 – 75% SS and 25% CRS; T5 – 100% SS; T6 – 50% of non-treated sludge and 50% CRS. The parameters assessed were the flowers' height, number and diameter, the leaves area, and the production of fresh and dry matter. The results indicate that the plants presented the best performance when cultivated in substrate containing 75% of SS and 25% CRS (T4).

KEYWORDS: floriculture; urban residues; recycling.

¹Acadêmica do curso de Ciências Biológicas e bolsista do Programa de Bolsas de Iniciação Científica do Cesumar (PROBIC)

²Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas

³Professor Doutor do Curso de Ciências Biológicas do Cesumar e orientador





INTRODUÇÃO

O crescimento populacional gera quantidades cada vez maiores de poluentes, ameaçando a saúde pública e o equilíbrio ecológico. Conseqüência inevitável da atividade antrópica é o aumento da produção de resíduos urbanos, dos quais os mais abundantes são o lixo urbano e o lodo de esgoto (D'Oliveira, 2003).

O homem sempre procurou afastar de si os resíduos de suas atividades, e com a crescente urbanização e inchaço das grandes cidades, aumentou a necessidade de haver a coleta do esgoto. Os esgotos são despejos provenientes das diversas modalidades do uso e da origem das águas, São gerados por atividade industrial e pela população, constituindo um elevado volume produzido diariamente, e provocam um grave problema ambiental, devido à forma de seu descarte (La Rovere, 2002).

Para amenizar o problema, muitas cidades começaram a tratar seus esgotos em instalações chamadas estações de tratamento de esgoto (ETE). Uma ETE é uma unidade ou estrutura projetada com o objetivo de tratar esgotos, na qual o homem, através de processos químicos, físicos e/ou biológicos, simula ou intensifica as condições de autodepuração que ocorrem na natureza, antes de devolver o esgoto ao meio ambiente (La Rovere, 2002).

Durante o tratamento do esgoto ocorre a produção de um novo resíduo sólido, o lodo de esgoto (ou biossólido). Este resíduo normalmente contém de 40 a 80% de matéria orgânica e pode sair da estação em forma de resíduo seco ou pastoso, sendo esperada uma produção de 17,5kg/hab/ano em base seca. As soluções para o destino final do lodo de esgoto em geral não são muito viáveis. Os lixões se revelam inadequados, provocando grande impacto ambiental, pois degradam o solo e contaminam o lençol freático, além de gerar problemas sociais, atraindo desempregados. O aterro sanitário, embora seja uma alternativa tecnicamente correta, ocupa grandes áreas e oferece riscos futuros de contaminação (La Rovere, 2002).

Os custos de disposição final do lodo de esgoto são extremamente altos, podendo chegar a 60% dos custos da estação de tratamento de esgoto, ETE, para o controle da poluição das águas (Rogalla, 1998; Andrade; Mattiazzo, 2000; Bettiol; Camargo, 2000).

No Reino Unido, 42% dos biossólidos são reciclados na agricultura (Riddell-Black, 1998), e na Dinamarca, 70% (Debosz *et al.*, 2002). Nos Estados Unidos, a reciclagem agrícola do lodo de esgoto já está bem estabelecida (EPA, 1999; 2000). Esta é uma prática que atende às exigências do moderno paradigma de desenvolvimento sustentável, uma exigência para toda atividade humana.

No Brasil, existe uma restrição ao uso do lodo de esgoto na agricultura, embora o alto custo dos adubos minerais, aliado às dificuldades de aquisição de adubos orgânicos, possa levar a uma demanda pelo resíduo, especialmente para parques, jardins e viveiros florestais (Santos Filho; Tourinho, 1981a, b).

O lodo de esgoto contém N, P, Ca, Mg e micronutrientes em quantidades que reforçam a idéia de reciclagem agrícola. Contudo, sua composição apresenta contaminantes, que podem limitar o uso eficiente: metais pesados e patógenos (Andreoli; Fernandes; Domaszak, 1997). O cultivo de plantas ornamentais é uma opção para o destino final de resíduos sólidos urbanos, como o lixo e o lodo de esgoto, pois estas plantas não são utilizadas na alimentação humana e animal (Backes; Kämpf, 1991; Stringheta *et al.*, 1996; D'Oliveira, 2003).

A reciclagem agrícola deve estar condicionada a regras que definam as exigências de qualidade do material, bem como os cuidados exigidos para estabilização, desinfecção e normas de utilização que incluam as restrições de uso. A regulamentação do uso é um pré-requisito básico para a utilização desta prática, que apresenta grandes dificuldades para sua correta definição, de forma a garantir o uso seguro sem, contudo, inviabilizar o processo pelo excesso de exigências (Andreoli; Fernandes; Domaszak, 1997).

O substrato usado em horticultura deve garantir, por meio de sua fase sólida, a manutenção mecânica do sistema radicular da planta, o suprimento de água e nutrientes pela fase líquida, e oxigênio e transporte de CO₂ entre as raízes e o ar externo, através da fase gasosa. Com isso fica difícil encontrar um material que atenda a todas as exigências. São utilizadas várias misturas, para reunir o maior número possível de características favoráveis à planta. Inúmeros tipos de compostos podem ser utilizados como componentes de substratos a fim de satisfazer as necessidades das plantas, como: casca de arroz carbonizada, composto de lixo urbano (CLU), xaxim, vermiculita, etc. (Gonçalves, 1992).

O cultivo de plantas em recipientes apresenta características muito diferentes daquelas encontradas no solo, entre as quais a maior suscetibilidade a encharcamento e escassez de oxigênio. Plantas cultivadas em recipientes têm o sistema radicular limitado a um pequeno volume, que deverá garantir seu suprimento e desenvolvimento (Backes; Kämpf, 1991; Gonçalves, 1995; Stringheta *et al.*, 1996; Fermينو; Trentin; Kämpf, 2000; Kämpf, 2000; Smiderle *et al.*, 2001).

No Brasil o mercado de plantas ornamentais está aumentando: em 1997, ocupava uma área de 4.500 ha, sendo 710 ha com estufas, que produziam 400 espécies e 2.000 variedades florais (Santa-



na, 1997). As exportações brasileiras de flores atingiram US\$ 13 milhões no ano 2000, com uma estimativa de US\$ 80 milhões no ano 2002 (Motos; Nogueira Jr., 2001). Além dos aspectos econômicos, a floricultura desempenha importante função social, uma vez que a atividade emprega 3,7 pessoas/ha e a mão-de-obra é familiar em 38% (Kämpf, 1997).

A eficiência do uso de lodo de esgoto como componente de substratos para produção de plantas ornamentais já foi demonstrada para crisântemo (Sanderson, 1980; D'Oliveira, 2003), boca-de-leão, lírio e gerânio (Sanderson, 1980), girassol (Deschamps; Favaretto, 1997), begônia e *impatiens* (Klock-Moore, 1999).

A vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don.) é uma planta ornamental muito popular, plantada na maioria dos jardins, originária de Madagascar e de fácil cultivo. É também uma planta medicinal, pois das suas raízes são extraídas duas substâncias com atividade antitumoral, a vimblastina e a vincristina (Raven, 2002).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de lodo de esgoto, com e sem tratamento para redução de patógenos, como componente de substrato para cultivo de vinca em vaso.

MATERIAL E MÉTODOS

O lodo foi coletado no leito de secagem da Estação de Tratamento de Esgoto ETE 3, pertencente à Companhia de Saneamento do Paraná (Sanepar) e localizada na cidade de Maringá (PR). Os torrões de lodo seco foram quebrados mecanicamente, e o material foi passado por peneira de aço com malha de 6mm. Em seguida, o material foi submetido ao processo físico (calor) para a eliminação de patógenos, o qual foi realizado em autoclave (121°C, 30 min). Uma parte do lodo não foi esterilizada. Para a composição dos substratos, foi usada casca de arroz carbonizada, a fim de melhorar a aeração. A testemunha foi preparada com terra vegetal + casca de arroz carbonizada. O processo de preparo dos substratos com casca de arroz carbonizada seguiu a metodologia descrita por Stringham *et al.* (1996).

Foram preparados seis tratamentos (v:v): **T₁ (testemunha)** - 50% de terra vegetal e 50% de casca de arroz carbonizada (CAC); **T₂**- 25% de lodo de esgoto esterilizado (LE) e 75% de CAC; **T₃**- 50% de LE e 50% CAC; **T₄**- 75% de LE e 25% de CAC; **T₅**- 100% de LE; **T₆**- 50% de lodo de esgoto não tratado e 50% de CAC. Antes do cultivo, retirou-se uma alíquota de cada tratamento, assim como do lodo não esterilizado, para realização de análises químicas (Tabela 1).

TABELA 1. Composição química dos tratamentos e do lodo de esgoto não esterilizado.

| Parâmetros | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | LODO |
|-----------------------------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| U (%) a 65°C | 29,0* | 25,8 | 29,8 | 34,4 | 42,1 | 28,0 | 41,4 |
| U (%) a 105°C | 31,9 | 29,7 | 33,2 | 40,1 | 45,3 | 30,0 | 44,2 |
| pH (H ₂ O) | 6,0 | 4,3 | 4,2 | 3,9 | 3,8 | 3,8 | 3,5 |
| C (%) | 21,2 | 35,0 | 34,3 | 36,0 | 33,2 | 33,1 | 30,6 |
| N (%) | 0,34 | 1,62 | 1,48 | 1,66 | 1,81 | 1,55 | 1,48 |
| CaO (%) | 0,47 | 1,52 | 2,76 | 3,09 | 2,94 | 3,99 | 2,75 |
| MgO (%) | 0,20 | 0,40 | 0,40 | 0,66 | 0,58 | 0,90 | 0,70 |
| K ₂ O (%) | 0,90 | 0,89 | 0,78 | 0,78 | 0,80 | 0,83 | 0,40 |
| P ₂ O ₅ (%) | 0,38 | 0,53 | 1,74 | 1,63 | 0,60 | 0,50 | 1,85 |
| MO (%) | 38,7 | 63,7 | 65,5 | 67,1 | 60,5 | 60,3 | 55,8 |

U: umidade (a 65°C e a 105°C). MO: matéria orgânica. T1 (testemunha) - 50% de terra vegetal e 50% de casca de arroz carbonizada (CAC); T2 - 25% de lodo esterilizado (LE) e 75% de CAC; T3 - 50% de LE e 50% de CAC; T4 - 75% de LE e 25% de CAC; T5, 100% de LE; T6: 50% lodo não esterilizado e 50% de CAC; LODO: lodo não esterilizado.

*Médias de três repetições. Laboratório de Agroquímica – Universidade Estadual de Maringá.

Como o lodo de esgoto, submetido ou não ao processo de esterilização, apresentou acidez elevada (TABELA 1), foi necessário aplicar carbonato de cálcio puro para análise (2g/vaso) para a correção do pH. Os substratos foram incubados por 2 semanas, antes do plantio. A espécie vegetal utilizada foi a vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don). Utilizaram-se cinco mudas por tratamento, plantadas em vasos plásticos com capacidade de 1,5 L.

O experimento seguiu o delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e três repetições por tratamento, tendo-se um vaso como unidade experimental. Foi conduzido em condições de campo (fora de casa de vegetação), com a duração de nove semanas. Nas duas primeiras semanas os vasos permaneceram sob sombrite® 50%, para evitar insolação excessiva. Foram feitas duas adubações de cobertura, aos 30 e 60 dias, utilizando 1,5g de 4-14-8 por vaso. No final, foram medidos os seguintes parâmetros de produção: altura da planta, número de flores, diâmetro das flores, área foliar, produção de matéria fresca e matéria seca.

Para a determinação da área foliar foram digitalizadas todas as folhas de cada planta. As imagens foram impressas em folha de sulfite A₄, com área e peso conhecidos. Em seguida, calculou-se a área foliar com base no peso dos recortes das folhas, sendo uma modificação da metodologia descrita na literatura (Magalhães, 1985).

A altura das plantas e o diâmetro das flores foram medidos com



régua graduada. Para a determinação da produção de matéria fresca, o material vegetal foi colhido, acondicionado em sacos de papel com peso conhecido e pesados em balança analítica. Para a determinação da produção de matéria seca, o material vegetal contido nos sacos de papel foi colocado no interior de uma estufa de ventilação a 65°C durante 72 horas. Após esfriar, o material foi pesado novamente em balança analítica. Amostras de 2g das folhas do terço médio de cada planta foram separadas, para realização de análises químicas (macro e micronutrientes – dados não apresentados).

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística pelo teste de Tukey (5%), através do programa de computador SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas), produzido pela Universidade Federal de Viçosa (UFV, MG).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que os tratamentos contendo lodo de esgoto foram superiores à testemunha para os parâmetros avaliados. Visualmente, as plantas do tratamento T3 (50% LE e 50% CAC) apresentaram-se mais uniformes quanto à altura, número e tamanho de flores e arquitetura foliar (Figura 1).



Figura 1. Plantas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) cultivadas em substrato contendo diferentes concentrações de lodo de esgoto (da esquerda para a direita T1, T2, T3, T4, T5, T6).

Os tratamentos T3, T4 e T5 alcançaram os maiores valores de altura; por sua vez, os tratamentos T2 e T6 apresentaram os piores resultados dentre os tratamentos à base de lodo de esgoto (Figura 2). Na literatura, os resultados de experimentos com lodo de esgoto para plantas ornamentais são escassos; entretanto, em begônia e *impatiens* cultivados em vaso, com substratos contendo composto de lodo de esgoto e resíduos de poda, verificou-se aumento linear na altura das plantas e produção de matéria seca (Klock-Moore, 1999). Por sua vez, no cultivo de crisântemo em vaso, observou-se que

substratos à base de solo, vermiculita e condicionador orgânico contendo 16% de lodo de esgoto tratado em autoclave, resultaram em altura semelhante àquela obtida com substrato comercial (D'Oliveira, 2003). Já o cultivo de girassol, em solo, com doses crescentes de lodo de esgoto, não resultou em diferenças significativas na altura da planta (Deschamp; Favaretto, 1997).

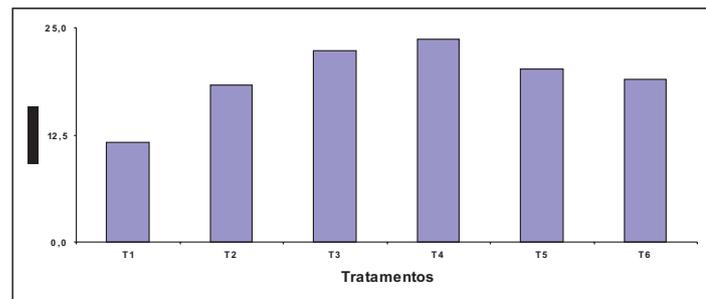


Figura 2. Efeito de substratos contendo lodo de esgoto (esterilizado ou não) na altura de plantas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) cultivadas em vaso. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

O maior diâmetro de flores (cm) foi observado nos tratamentos T4 e T5, os quais foram superiores à testemunha, porém iguais aos demais tratamentos (Figura 3). Estes resultados não concordam com aqueles apresentados por Sanderson (1980), que constatou redução no diâmetro de flores cultivadas com composto de lodo de esgoto. Stringheta *et al.* (1996) trabalharam com composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada, e verificaram redução no diâmetro de inflorescências de crisântemo com aumento de doses de composto de lixo. Sabe-se que estes compostos são altamente salinos, e o excesso alto grau de salinidade podem ser prejudiciais ao desenvolvimento da planta, incluindo o diâmetro de flores, conforme demonstrado por D'Oliveira (2003).

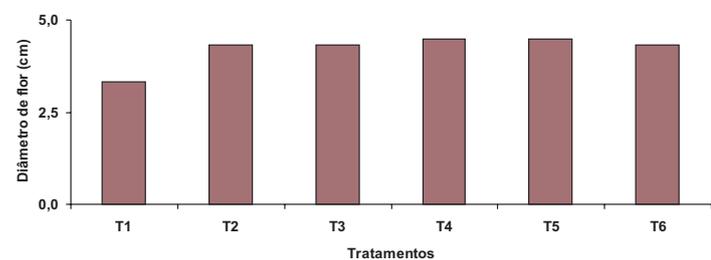


Figura 3. Efeito de substratos contendo lodo de esgoto (com e sem tratamento térmico) no diâmetro de flores de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) cultivadas em vaso. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).



Com relação ao número de flores, verificou-se que, nos tratamentos T4 e T6, as plantas tiveram mais flores que nos demais (Figura 4). Os resultados não concordam com aqueles encontrados na literatura: Sanderson (1980) observou maior número de inflorescências de crisântemo nas plantas cultivadas com doses menores do lodo; o mesmo foi observado por Stringheta *et al.* (1996) e D'Oliveira (2003).

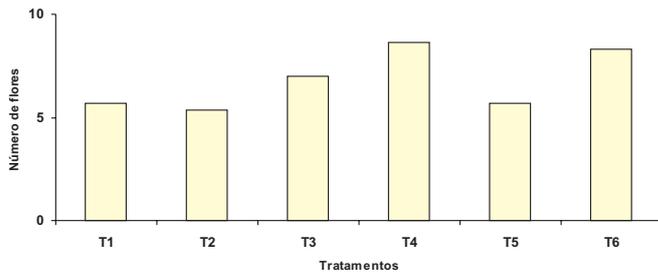


Figura 4. Efeito de substratos contendo lodo de esgoto (esterilizado ou não) no número de flores de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) cultivadas em vaso

Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

Com relação à área foliar, os maiores valores foram observados nos tratamentos T3 e T4, seguidos pelos tratamentos T5 e T6 (Figura 5). Os menores valores foram obtidos pela testemunha e T2. A redução na área foliar com a dose máxima de lodo de esgoto foi relatada por D'Oliveira (2003) no cultivo de crisântemo e em plantas cultivadas em composto de lixo urbano (Backes; Kämpf, 1991; Stringheta *et al.*, 1996). Este é um parâmetro fundamental para a produção vegetal (relação fonte-dreno), e também para a arquitetura do vaso, pois o aspecto visual influencia a comercialização de plantas ornamentais (D'Oliveira, 2003).

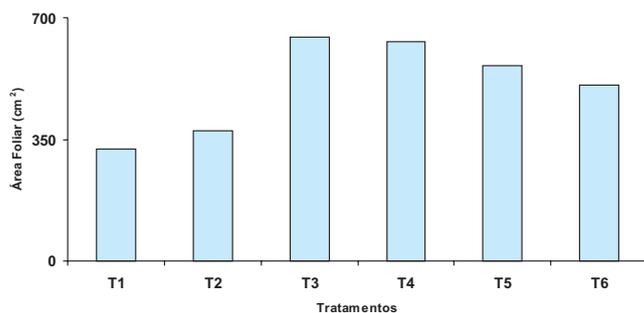


Figura 5. Efeito de substratos contendo lodo de esgoto (esterilizado ou não) na área foliar de plantas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) cultivadas em vaso. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

Os parâmetros produção de matéria fresca (Figura 6) e de matéria seca (Figura 7) apresentaram comportamento semelhante ao da área foliar: os menores valores foram observados em T1 e T2, que diferiram significativamente dos demais tratamentos. Doses crescentes de lodo de esgoto (esterilizado ou não) não prejudicaram o desenvolvimento da planta, assim como o lodo não tratado. Estes resultados estão de acordo com a literatura para o girassol cultivado no solo (Deschamps; Favaretto, 1997) e para begônia e *impatiens* cultivadas em vaso (Klock-Moore, 1999). Contudo, o crisântemo cultivado em vaso apresentou menor produção de matéria fresca e seca em resposta a doses crescentes de lodo de esgoto esterilizado (D'Oliveira, 2003).

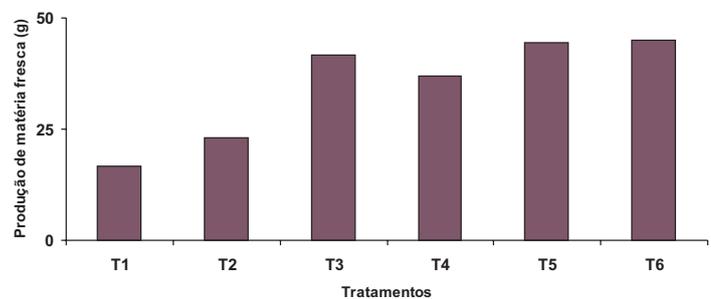


Figura 6. Efeito de substratos contendo lodo de esgoto (esterilizado ou não) na produção de matéria fresca de plantas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) cultivadas em vaso. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).

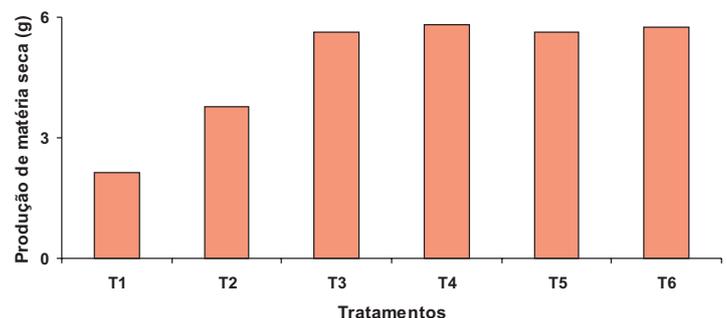


Figura 7. Efeito de substratos contendo lodo de esgoto (esterilizado ou não) na produção de matéria seca de plantas de vinca (*Catharanthus roseus* (L.) G. Don) cultivadas em vaso. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey (5%).



As diferenças entre os resultados observados não podem ser explicadas somente pela composição química original dos tratamentos: o T6 contém mais cálcio e magnésio do que os demais. Por outro lado, o teor de nitrogênio nos tratamentos contendo lodo de esgoto (esterilizado ou não) ficou na faixa entre 1,48 e 1,81%, bem acima da testemunha. Com exceção das leguminosas, que obtêm esse importante nutriente pela fixação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, as demais necessitam de fornecimento de N, seja por adubos minerais seja por adubos orgânicos, para atender às suas exigências de produção.

A aplicação de adubo mineral em cobertura foi feita igualmente em todos os tratamentos, em apenas duas aplicações espaçadas de 30 dias, o que não mascarou o efeito da composição original dos substratos. Da mesma forma, a aplicação de carbonato de cálcio elevou o pH dos substratos para 6,2, em média, um valor adequado para o cultivo da maioria das plantas ornamentais.

É possível que haja um efeito das propriedades físicas dos substratos (parâmetros não avaliados). A densidade, teor de macroporos e microporos e porosidade total de substratos têm grande influência no desenvolvimento de plantas cultivadas em vaso, e, mesmo que as características químicas sejam adequadas, substratos com baixa porosidade dificultam a passagem de ar e de água, prejudicando a produção vegetal (Ansorena Miner, 1994).

Novos estudos são necessários, enfatizando não apenas as propriedades químicas dos substratos preparados com lodo de esgoto, mas também suas propriedades físicas.

CONCLUSÃO

O lodo de esgoto, submetido ou não ao processo físico (calor) de redução de patógenos, pode ser usado como componente de substratos para produção de vinca.

A resposta da vinca aos substratos em todos os parâmetros indica que, à medida que a concentração de lodo aumenta, há uma melhora no desempenho da planta até a concentração de 75% de lodo de esgoto.

Substratos preparados à base de lodo de esgoto esterilizado em autoclave podem substituir completamente a terra vegetal, sendo uma alternativa viável para o cultivo de vinca.

REFERÊNCIAS

Andrade, C.A.; Mattiazo, M.E. **Nitratos e metais pesados no solo e nas árvores após a aplicação de biossólido (lodo de esgoto) em plantações florestais de *Eucalyptus grandis*.** Scientia Forestalis, Piracicaba, n.58, p.59-72, Dez. 2000.

Andreoli, C.V.; Fernandes, F.; Domaszak, S.C. **Reciclagem agrícola do lodo de esgoto.** Curitiba: SANEPAR, 1997. 81p.

Backes, M.A.; Kämpf, A.N. Substratos à base de compostos de lixo urbano para a produção de plantas ornamentais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n. 5, p.753 – 758, Maio 1991.

Bettiol, W.; Camargo, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto.** Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. 312 p.

Debosz, K. et al. **Evaluating effects of sewage sludge and household composto n soil physical, chemical and microbiological properties.** Applied Soil Ecology, Amsterdam, v.19, n.3, p. 237-248, March 2002.

Deschamps, C.; Favaretto, N. **Efeito do lodo de esgoto complementado com fertilizante mineral na produtividade e desenvolvimento da cultura de feijoeiro e do girassol.** Sana-re, Curitiba, v.8, n.8, p33-38, jul./dez. 1997.

D'Oliveira, P.S. **Uso de lodo de esgoto submetido a diferentes processos de redução de patógenos na produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.)** Tese (Doutorado), UEM, Maringá, 2003. 158f.

Environmental Protection Agency. **Biosolids generation, use, and disposal in the United States.** S.I.: EPA 530-R-99-009, Sept. 1999. 74p.

Environmental Protection Agency. **Guide to Field Storage of Biosolids.** S.I.: EPA 832-B-00-007, July 2000. 134p.

Fermino, M.H.; Trentin, A.L.; Kämpf, A.N. Caracterização física e química de materiais alternativos para composição de substratos para plantas: 1. Resíduos industriais e agrícolas. In: Kämpf, A.N.; Fermino, M.H. (Ed.) **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes.** Porto Alegre: Gênese, 2000. p.241-248.



Fernandes, F. Estabilização e higienização de biossólidos. In: Bettiol, W.; Camargo, O.A. **Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto**. Jaguariúna: EMBRAPA Meio Ambiente, 2000. p.45-68.

Gonçalves, A.L. Características de substratos. In: Castro, C.E.F; **Manual de floricultura**. Maringá: SBFPO, 1992. p. 44- 52.

Klock-Moore, K.A. **Bedding plant growth in greenhouse waste and biosolid compost**. HortTechnology, Alexandria, v.9, n.2, p.210-213, Apr./June 1999.

La Rovere, E.L. (Coord.) **Manual de auditoria ambiental para estações de tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

MAGALHÃES, A.C.N. **Análise quantitativa do crescimento**. In: Ferri, M.G. (Coord.) Fisiologia Vegetal – v.1. São Paulo: EPU, 1985. p. 333-350.

Riddell-Black, D. **Development of a water industry manual for biosolids use in short rotation forestry**. Biomass and Bioenergy, Oxford, v.15, n.1, p. 101-107, Jan. 1998.

ROGALLA, F. **Produção, caracterização e processamento de biossólidos**. In: SEMINÁRIO SOBRE GERENCIAMENTO DE BIODOSÍLIDOS DO MERDOSUL, 1., 1998, Curitiba. Anais... Curitiba: SANEPAR/ABES, 1998. p.35-40

Sanderson, K.C. **Use of sewage-refuse compost in the production of ornamental plants**. HortScience, Alexandria, v.15, n.2, p.173-178, Apr. 1980.

Santos Filho, A.; Tourinho, L.C.N. **Caracterizações analíticas de lodo e interpretação para fins agrícolas e florestais. I - Propriedades físicas e químicas**. Floresta, Curitiba, v.12, n.1, p. 44-48, Jun. 1981a.

Santos Filho, A.; Tourinho, L.C.N. **Caracterizações analíticas de lodo e interpretação para fins agrícolas e florestais. II – Composição química total**. Floresta, Curitiba, v.12, n.2, p.28-35, dez. 1981b.

Stringheta, A.C.O. et al. **Crescimento de crisântemo em substrato contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.31, n.11, p.795-802, nov. 1996.

