

Caracterização de compostos e de materiais orgânicos para a formulação de substratos para viveiros

Characterization of composts and organic wastes for nursery substrate formulation

C. Cunha-Queda¹, M.-C. Morais¹, H.M. Ribeiro¹ & M.H. Almeida²

RESUMO

No presente trabalho procedeu-se à caracterização físico-química e biológica de produtos obtidos a partir da compostagem de diferentes resíduos orgânicos: lamas de estações de tratamento de águas residuais (ETAR), fracção orgânica de resíduos sólidos urbanos (RSU) e, resíduos verdes de parques e jardins. Foi ainda caracterizado um substrato comercial utilizado em viveiros florestais.

O composto que apresentou maior limitação para ser utilizado na formulação de substratos foi o produzido a partir da fracção orgânica de RSU devido aos elevados valores de pH e de condutividade eléctrica, e aos baixos valores de índice de germinação e de crescimento verificados para a espécie utilizada, o *Lepidium sativum*; os compostos que apresentaram maior potencialidade para ser utilizado na formulação de substratos foram os produzidos a partir de lamas de ETAR e de resíduos verdes de parques e jardins.

Palavras-chave: Composto, qualidade, substrato, viveiro

ABSTRACT

Present work aimed the physico-chemical and biological characterization of products obtained from composting of several organic wastes: sewage sludge produced at wastewater treatment plants (WWTP), organic fraction of municipal solid waste (MSW) and, green waste from parks and gardens. A commercial substrate used at nursery plants was also characterized.

The compost that presented minor potentiality to be used on the formulation of substrates was compost produced from organic fraction of MSW due to its high values of pH and electrical conductivity, and low values of germination and growth indexes for *Lepidium sativum*; composts analysed that presented high potentiality to be used on the formulation of substrates were those that were produced from WWTP sewage sludge and from green wastes.

Key-words: Compost, nursery, quality, substrate

¹ UIQA, ² CEF, Instituto Superior de Agronomia, TU Lisbon, Tapada da Ajuda 1349-017 Lisboa, Portugal, e-mail: crisqueda@isa.utl.pt

INTRODUÇÃO

Segundo Abad *et al.* (2005) o melhor substrato de cultura depende, entre outros, do tipo de material vegetal (semente, estaca, planta, etc.), espécie cultivada, condições climáticas, tamanho e forma do contentor, rega e fertilização, aspectos económicos e a experiência de uso. Entre os vários materiais disponíveis, a turfa tem sido o material orgânico mais utilizado na formulação de substratos para viveiros florestais (Peñula-Rubira & Ocaña-Bueno, 2000). Contudo, a turfa é um recurso limitado, não renovável e caro e, por isso, a utilização de materiais alternativos, como compostos ou outros materiais orgânicos tem sido apontada como uma alternativa viável na formulação de substratos para a produção de plantas florestais (Bonnet *et al.*, 2002; Ribeiro *et al.*, 2009). No entanto, vários autores referem que a salinidade (Castillo *et al.*, 2004; Garcia-Gomez *et al.*, 2002), os valores elevados de pH que reduzem a disponibilidade de micronutrientes (Perez-Murcia *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2007), assim como a presença de substâncias com efeito fitotóxico (Ribeiro *et al.*, 2000; Perez-Murcia *et al.*, 2006) podem limitar o uso de compostos na formulação de substratos, pelo que se torna necessária uma avaliação preliminar de cada composto destinado a este fim.

Abad *et al.* (2005) referem que para obter bons resultados durante a germinação, enraizamento e crescimento das plantas devem ser consideradas as características do substrato, nomeadamente: propriedades físicas (elevada capacidade de retenção de água facilmente disponível, suficiente arejamento, distribuição adequada do tamanho das partículas, baixa densidade aparente, elevada porosidade total, estrutura estável); propriedades físico-químicas e químicas (capacidade de troca catiónica adequada ao tipo de fertilizante, suficiente nível de nutrientes

assimiláveis, salinidade reduzida, pH ligeiramente ácido e capacidade tampão moderada, velocidade de decomposição baixa) e outras propriedades (ausência de sementes de infestantes, nemátodos e outros patogénicos e de substâncias fitotóxicas, reprodutibilidade e disponibilidade, baixo custo, facilidade de preparação e de manuseamento, facilidade de desinfecção e estabilidade à desinfecção, resistência a alterações físicas, químicas e ambientais extremas).

A nível da União Europeia não existe uma norma de qualidade para o composto. Alguns países da União Europeia têm padrões de qualidade para compostos, mas não se verifica uniformidade nem para os parâmetros de avaliação, nem para os valores indicados. Em 2001 foi proposta no *Working Document Biological Treatment of Biowaste* (DG Env., 2001) uma classificação para compostos em função da concentração de metais pesados (crómio, níquel, cobre, zinco, cádmio, mercúrio e chumbo). Em Portugal, Gonçalves (2001) apresentou uma proposta de regulamentação sobre qualidade de composto para utilização na agricultura. Após várias revisões, na última versão, datada de Dezembro de 2008 e intitulada “Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilizações do Composto” (Anónimo, 2008), são estabelecidas classes de qualidade para o composto em função de alguns parâmetros e fixados os critérios para a sua utilização bem como as restrições julgadas convenientes para evitar efeitos indesejáveis para o solo, água, plantas, animais e seres humanos. Estes documentos, apesar de ainda estarem em discussão, são ferramentas muito úteis para a avaliação da qualidade de compostos. Nos documentos referidos para além dos metais pesados são também indicados outros parâmetros como o grau de higienização, granulometria e pesquisa de germinação de infestantes e de partes de plantas com capacidade germinativa.

Na avaliação da qualidade de compostos é igualmente importante a utilização de indicadores de estabilidade e de maturação.

A estabilidade está relacionada com a actividade microbiológica e com o grau de transformação dos componentes das biomassas facilmente degradáveis. Podem ser utilizados a) Métodos respirométricos: teste AT4 – actividade respiratória ao fim de 4 dias, o valor de AT4 deve ser inferior a 10 mg O₂ g⁻¹ de matéria seca da amostra (DG Env., 2001) para que seja considerado um resíduo não biodegradável e esteja estabilizado de acordo com o Artigo 2 (m) da Directiva 1999/31/EC; b) Teste do auto-aquecimento (FCQAO, 1994) em que a classe de estabilidade é determinada em função da temperatura que o composto atinge quando colocado em condições padronizadas (Quadro 1).

Quadro 1 - Classes de estabilidade dos compostos em função da temperatura obtida no teste do auto-aquecimento (FCQAO, 1994)

Designação	Temperatura máxima	Classe de estabilidade
Material inicial	> 60 °C	I
Composto fresco	50 °C – 60 °C	II
Composto fresco	40 °C – 50 °C	III
Composto estabilizado	30 °C – 40 °C	IV
Composto estabilizado	< 30 °C	V

A avaliação da maturação de compostos pode ser realizada através de ensaios de biológicos de germinação e de crescimento com agrião (*Lepidium sativum* L.), com os quais se avalia o efeito da presença de substâncias com características de fitotoxicidade na germinação e no crescimento de agrião. Para que um composto ser considerado maturado o índice de germinação deve ser superior a 60% (Pera *et al.*, 1991) e segundo

CCME (1996) o índice de crescimento deve ser superior a 50%.

Os objectivos do presente trabalho foram a avaliação da qualidade de produtos compostados em termos químicos, físicos e biológicos, e a selecção de compostos com maior potencial para serem utilizados para a formulação de substratos para viveiros.

MATERIAIS E MÉTODOS

No presente estudo foram utilizados os seguintes materiais orgânicos: um substrato comercial recomendado para sementeiras em viveiros florestais constituído por turfa loura, turfa negra e vermiculite na proporção 1:1:1 em volume (SC); um vermicomposto (VC); um composto de lamas de Estação de Tratamento de Águas Residuais (CL); composto de fracção orgânica de RSU recolhida selectivamente (CFO); dois compostos de resíduos verdes de parques e jardins (CRV1 e CRV2).

A caracterização físico-química e biológica dos materiais orgânicos foi realizada de acordo com os parâmetros e métodos indicados no Quadro 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 3 são apresentados os resultados relativos à caracterização físico-química e química dos materiais orgânicos estudados, assim como os valores limite considerados adequados por diferentes autores.

Os resultados mostram que os materiais que apresentaram um teor de humidade superior ao recomendado nas Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilizações do Composto (Anónimo, 2008) foram: o substrato comercial recomendado para sementeiras em viveiros florestais (SC) e o composto produzido a partir de Lamas de

Quadro 2 - Parâmetros e métodos utilizados para a caracterização físico-química e biológica dos materiais orgânicos utilizados

Parâmetro (unidade)	Método
Humidade (%)	Norma EN 13040 (1999)
Matéria Orgânica (% m.s.)	Norma EN 13039 (1999)
Carbono Total (% m.s.)	%C total = %Matéria orgânica × 0,5 (Zucconi & De Bertoldi, 1987)
Azoto Total (% m.s.)	A partir do azoto Kjeldahl (CEC, 1978)
Azoto Amoniacal (mg L ⁻¹ substrato)	Destilação em meio alcalino de uma alíquota do extracto aquoso 1:6 v/v (Abad <i>et al.</i> , 2001)
Azoto Nítrico (mg L ⁻¹ substrato)	Destilação em meio alcalino, com sulfato ferroso e sulfato de prata, da amostra resultante da destilação do azoto amoniacal (%C total) / (%N total)
Relação C/N	
pH e Condutividade Eléctrica – CE (dS m ⁻¹)	Por electrometria num extracto aquoso 1:6 v/v
Fósforo (P) (mg L ⁻¹ substrato)	Por espectrofotometria de absorção molecular num extracto aquoso 1:6 v/v
Potássio (K ⁺) e Magnésio (Mg ²⁺) (mg L ⁻¹ substrato)	Por espectrofotometria de absorção atómica num extracto aquoso 1:6 v/v
Zn e Cu (mg kg ⁻¹ m.s.)	Mineralização, com HCl 3N, da amostra calcinada; quantificação por espectrofotometria de absorção atómica
Classe de estabilidade (teste auto-aquecimento, vasos Dewar)	Temperatura máxima alcançada no teste com a amostra com 35% de humidade (FCQAO, 1994)
Actividade respiratória ao fim de 4 dias - AT4 (mg O ₂ g ⁻¹ m.s.)	Adaptação do método DIN 19737
Índice de Germinação – IG (%)	Zucconi <i>et al.</i> (1981 e 1985)
Índice de Crescimento – IC (%)	CAN/BNQ (1996, modificado em 1997)
Pesquisa de germinação de infestantes e de partes de plantas com capacidade germinativa (L ⁻¹ amostra)	Norma ONORM S 2023

m.s. – valores referidos à matéria seca

Quadro 3 – Algumas características físico-químicas dos materiais orgânicos estudados e valores considerados adequados para a utilização de materiais orgânicos em agricultura e para a formulação de substratos (média ± desvio padrão, n=3)

Parâmetro	Materiais Orgânicos						Valores adequados
	SC	VC	CL	CFO	CRV1	CRV2	
Humidade (%)	41,72 ±0,50	34,65 ±0,85	56,89 ±1,67	24,51 ±1,02	38,92 ±1,20	24,19 ±0,54	<40*
Mat. Orgânica (% m.s.)	47,62 ±0,57	16,77 ±0,61	79,16 ±2,62	44,23 ±0,33	28,14 ±0,25	36,21 ±1,51	>30*
Relação C/N	31,57 ±0,38	7,80 ±0,28	18,16 ±0,60	7,37 ±0,06	11,49 ±0,10	16,84 ±0,70	20 – 40**
CE (dS/m) (1:6 v/v)	0,37 ±0,02	2,56 ±0,07	1,25 ±0,02	4,78 ±0,24	1,55 ±0,02	1,33 ±0,09	<0,5**
pH (1:6 v/v)	6,97 ±0,02	7,28 ±0,05	4,76 ±0,07	9,14 ±0,01	8,59 ±0,09	7,81 ±0,08	5,3 – 6,5**

Valores adequados de acordo com: *Anónimo (2008); **Abad *et al.* (2001)

ETAR (CL). Relativamente ao teor de matéria orgânica apenas o vermicomposto (VC) e um dos compostos produzidos a partir de resíduos verdes de parques e jardins (o CRV1) apresentaram teores inferiores a 30%.

No Quadro 3 são igualmente comparados os valores obtidos para os materiais orgânicos estudados com os valores propostos, por vários autores, para a utilização de materiais orgânicos para a formulação de substratos. Os resultados mostram que apenas o SC apresentou o valor da relação C/N dentro do intervalo de valores propostos. Relativamente à condutividade eléctrica (CE) verificou-se que apenas o SC apresentou valores adequados para utilização como substrato, sendo de salientar que o CFO foi o material orgânico que apresentou o maior valor de CE. Apesar da condutividade eléctrica dos compostos CL, CRV1 e CRV2 poder limitar a utilização extreme destes compostos como substratos, a sua mistura com outros materiais com baixa condutividade eléctrica (por ex. turfa não fertilizada, cascas de coníferas), em proporções próximas dos 50%, poderá conduzir à obtenção de um substrato adequado para a produção de plantas em viveiros. Efectivamente, Bonnet *et al.* (2002) verificaram ser possível produzir *Eucalyptus viminalis*, *Mimosa scabrella* e

Schinus terebinthifolius em contentores de 75 cm³ utilizando substratos contendo uma percentagem de 30 a 60% de compostos de biossólidos. Também Ribeiro *et al.* (2009) produziram *Pinus pinea* em contentores de 200 cm³ utilizando um substrato contendo 50% de composto de lamas de ETAR.

No Quadro 4 são apresentados os valores para os nutrientes N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P, K⁺ e Mg²⁺ extraíveis para os materiais orgânicos estudados, assim como os níveis considerados adequados para a produção de plantas em viveiros (Ansorena-Miner, 1994).

Os valores obtidos indicam que os níveis de N-NO₃⁻, N-NH₄⁺ e P mais elevados foram observados para o CL e para o CFO. Relativamente ao K⁺ os níveis mais elevados foram observados para: VC, CFO, CRV1 e CRV2. Os níveis mais elevados para o Mg²⁺ observaram-se para o VC e para o CL. É, ainda de destacar que a mistura do composto CL com materiais pobres em nutrientes extraíveis (por ex. turfa não fertilizada, cascas de coníferas), em proporções próximas dos 50%, poderá conduzir à obtenção de um substrato com teores de nutrientes próximos dos valores adequados. Ribeiro *et al.* (2009) verificaram que a substituição de 50% de um substrato à base de turfa por um composto de lamas de ETAR permitiu a obtenção de plantas de *Pinus pinea* com

Quadro 4 - Teores dos nutrientes (N-NH₄⁺, N-NO₃⁻, P, K⁺ e Mg²⁺) extraíveis (extracto aquoso 1:6, v/v) para os materiais orgânicos estudados e respectivos valores adequados (média±desvio padrão, n=3)

Nutriente (mg L ⁻¹ substrato)	Materiais Orgânicos						Valores* adequados
	SC	VC	CL	CFO	CRV1	CRV2	
N-NO ₃ ⁻	2,26 ±0,04	n.d.	409,67 ±10,67	52,60 ±2,11	8,19 ±0,09	4,85 ±0,29	81 – 130
N-NH ₄ ⁺	6,06 ±0,12	8,02 ±0,40	44,76 ±0,62	369,92 ±7,99	8,62 ±0,74	6,74 ±0,14	<75
P	34,14 ±1,69	21,92 ±0,21	63,57 ±2,27	123,04 ±2,34	6,42 ±0,16	8,19 ±0,02	19 – 55
K ⁺	438,0 ±21,63	2210,0 ±75,50	121,00 ±7,55	4690,0 ±270,56	1700,0 ±17,32	1560,0 ±108,17	51 – 250
Mg ²⁺	8,53 ±0,50	201,50 ±3,46	138,00 ±3,97	22,60 ±0,46	33,60 ±1,80	28,60 ±2,27	16 – 50

n.d. – não foi detectado; * valores adequados de acordo com Ansorena-Miner (1994)

Quadro 5 - Teores “totais” de zinco e de cobre nos materiais orgânicos (média±desvio padrão, n=3)

Parâmetro	Materiais Orgânicos					
	SC	VC	CL	CFO	CRV1	CRV2
Zn (mg kg ⁻¹ m.s.)	42,65 ±4,87	89,60 ±4,48	755,29 ±16,17	182,65 ±10,11	45,57 ±0,47	45,76 ±2,40
Cu (mg kg ⁻¹ m.s.)	36,49 ±0,81	42,54 ±0,97	157,57 ±9,72	50,51 ±3,47	11,30 ±0,94	11,62 ±0,36

qualidade semelhante às obtidas com o substrato comercial e reduzir em 50% a fertilização efectuada.

No que se refere aos teores totais de zinco e cobre presentes nos materiais orgânicos (Quadro 5), apenas o composto de lamas de ETAR (CL) excedeu os valores para a classe 2 pelo que segundo o *Working Document Biological Treatment of Biowaste* (DG Env., 2001) é classificado como resíduo biodegradável estabilizado (RBE) (Quadro 6) e segundo as Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilizações do Composto (Anónimo, 2008) como sendo Classe IIA (Quadro 6). Os restantes materiais orgânicos, relativamente a estes metais, são classi-

ficados como compostos de elevada qualidade.

Relativamente à estabilidade (Quadro 7), todos os materiais apresentaram valores de actividade respiratória (AT4) inferiores a 10 mg O₂ g⁻¹ m.s., o que segundo o DG Env. (2001) indica que todos os materiais são estáveis. A mesma conclusão pode ser obtida através da interpretação dos resultados do teste do auto-aquecimento. Em todos os materiais a temperatura obtida neste teste foi inferior a 30 °C. Desta forma, e de acordo com as normas interpretativas (Quadro 1 e FCQAO, 1994), todos os materiais são classificados como sendo classe V, a classe de estabilidade mais elevada.

Quadro 6 - Valores máximos admissíveis para os teores “totais” de metais pesados (fracção solúvel em água régia) em compostos.

Parâmetro	<i>Working Document Biological Treatment of Biowaste</i> (DG Env., 2001)			Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilizações do Composto (Anónimo, 2008)			
	Classe 1	Classe 2	RBE	Classe I	Classe II	Classe IIA	Classe III
Cd (mg kg ⁻¹ m.s.)*	0,7	1,5	5	0,7	1,5	3	5
Cr (mg kg ⁻¹ m.s.)*	100	150	600	100	150	300	400
Cu (mg kg ⁻¹ m.s.)*	100	150	600	100	200	400	600
Hg (mg kg ⁻¹ m.s.)*	0,5	1	5	0,7	1,5	3	5
Ni (mg kg ⁻¹ m.s.)*	50	75	150	50	100	200	200
Pb (mg kg ⁻¹ m.s.)*	100	150	500	100	150	300	500
Zn (mg kg ⁻¹ m.s.)*	200	400	1500	200	500	1000	1500

RBE – Resíduo biodegradável estabilizado; *m.s. – matéria seca, no caso do *Working Document Biological Treatment of Biowaste* (DG Env., 2001) os teores são normalizados a 30% de matéria orgânica.

Quadro 7 - Estabilidade e maturação dos materiais orgânicos estudados e valores propostos

Parâmetro	Materiais orgânicos						Valores propostos
	SC	VC	CL	CFO	CRV1	CRV2	
AT4 (mg O ₂ g ⁻¹ m.s.)	5,58	5,54	2,49	7,01	4,94	9,70	< 10*
Classe de estabilidade pelo teste do auto-aquecimento	V	V	V	V	V	V	---
Índice de Germinação - IG (%)	111,55	120,47	97,32	53,26	136,82	111,36	> 60**
Índice de Crescimento - IC (%)	107,85	27,90	105,06	0,65	128,35	123,01	> 50***
Pesquisa de germinação de infestantes e de partes de plantas com capacidade germinativa (L ⁻¹ de amostra)	0	0	0	0	0	0	< 3*

Valores propostos segundo: *Working Document Biological Treatment of Biowaste (DG Env., 2001); **Pera *et al.* (1991); ***CCME (1996)

Apesar dos todos materiais utilizados se apresentarem estabilizados, os testes efectuados indicam que nem todos se encontram maturados. Com efeito, o índice de germinação mostra que o composto produzido a partir da fracção orgânica de RSU recolhida selectivamente (CFO) apresentou um IG = 53% relativamente ao ensaio com a testemunha (realizado com água destilada), o que segundo Pera *et al.* (1991) indica que o composto apresenta características fitotóxicas. O índice de crescimento foi inferior a 50% para os compostos CFO e VC, tendo-se verificado que o IC nestes materiais foi apenas 0,7 e 28% respectivamente, do crescimento observado na modalidade testemunha. Estes resultados indicam, assim, que estes dois materiais não se encontram convenientemente maturados para serem utilizados em agricultura. É, ainda de acrescentar que o composto CFO foi o material orgânico que apresentou o maior valor de CE o que poderá ter contribuído para os valores baixos dos índices de germinação e

de crescimento observados para este material.

Não se verificou a presença de infestantes e de partes de plantas com capacidade germinativa nos materiais usados.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos indicam que nenhum dos materiais avaliados neste trabalho tem as características adequadas para ser utilizado como o único componente num substrato para a produção de plantas em viveiro.

Os materiais orgânicos estudados que apresentaram maior limitação para o uso como substratos foram o vermicomposto e o composto de fracção orgânica de RSU recolhida selectivamente devido à condutividade eléctrica muito elevada e aos índices de germinação e crescimento muito baixos.

Dos materiais orgânicos estudados os que apresentaram maior potencial para serem

utilizados na formulação de substratos foram o composto de lamas de ETAR (CL) e os dois Compostos Resíduos Verdes de Parques e Jardins. Apesar da condutividade eléctrica poder limitar a utilização extreme destes compostos, a sua mistura com outros materiais com uma reduzida condutividade eléctrica (por ex. turfa não fertilizada, cascas de coníferas) em proporções próximas dos 50% poderá conduzir à obtenção de um substrato adequado para a produção de plantas em viveiros.

Em geral, os resultados obtidos mostram que é necessário proceder a misturas com outros materiais para a formulação de substratos e verificar as propriedades físicas, físico-químicas, químicas e biológicas de forma a se obter um substrato com as características adequadas para a sua utilização em viveiros.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito das actividades do INTERREG III B SU-DOE DEFOR SO2 /1.3/F64, Développement Forestier - La recherche au service du développement durable et la compétitivité du secteur forestier Sud Ouest Européen.

A UIQA (Unidade de Investigação Química Ambiental) e o CEF (Centro de Estudos Florestais) têm o apoio financeiro da FCT (Fundação para a Ciência e Tecnologia).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, M., Noguera, P. & Bures, S. 2001. National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. *Bioresource Technology*, 77: 197-200.
- Abad, M., Noguera, P. & Carrión, C. 2005. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación. In C. Cadahia (Coord.) *Fertirrigación, Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales*, pp. 299-354. Mundi-Prensa, Madrid, Spain.
- Anónimo 2008. Especificações Técnicas sobre a Qualidade e Utilizações do Composto. Documento de trabalho da Agência Portuguesa do Ambiente, Lisboa.
- Ansorena-Miner, J. 1994. Substratos: propiedades e caracterización. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Bonnet, B., Wisniewski, C., Reissmann, C., Nogueira, A., Andreoli, C. & Barbieri, S. 2002. Effects of substrates composed of biosolids on the production of *Eucalyptus viminalis*, *Schinus terebinthifolius* and *Mimosa scabrella* seedlings and on the nutritional status of *Schinus terebinthifolius* seedlings. *Water Science and Technology*, 10: 239-246.
- CAN/BNQ 1996. Organic Soil Conditioners – Compost. CAN/BNQ 0413-200, secção 9.3.3: 12-14.
- Castillo, J. E., Herrera, F., López-Bellido, R. J., López-Bellido, F. J., López-Bellido, L. & Fernández, E. J. 2004. Municipal solid waste (MSW) composts as a tomato transplant medium. *Compost Science & Utilization*, 12(1): 86-92.
- CCME 1996. Guidelines for compost quality. Canadian Council of the Ministers of the Environment, Minister of Public Works and Government Services Canada, cat. n.º EN 108-3/1-106E, 11pp.
- CEC 1978. Standardisation of analytical methods for manure, soils, plants and water. Workshop organised by Commission of the European Communities, Gent, Belgium.
- DG Env. 2001. Working document Biological Treatment of Biowaste, 2nd Draft. Directorate-General Environment, Di-

- rectorate A - Sustainable Development and Policy Support, ENV.A.2 – Sustainable Resources, Brussels, European Union.
- FCQAO 1994. Methods Book for the Analysis of Compost, BGK, Nr. 230. Federal Compost Quality Assurance Organization, Cologne, Germany.
- Garcia-Gomez, A., Bernal, M. P. & Roig, A. 2002. Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial waste. *Bioresource Technology*, 83: 81-87.
- Gonçalves, M. S. 2001. Qualidade do composto para utilização na agricultura (proposta de regulamentação). Conferência Europeia sobre Compostagem - Estado da Arte e Histórias de Sucesso em Portugal e na Europa, Lisboa, Portugal.
- Peñuelas-Rubira, J. & Ocaña-Bueno, L. 2000. Cultivo de plantas forestales en contenedores, principios e fundamentos. Mundi Prensa libros SL, Madrid, Spain.
- Pera, A., Vallini, G., Frassinetti, S. & Cecchi, F. 1991. Co-composting for managing effluent from thermophilic anaerobic digestion of municipal solid waste. *Environmental Technology*, 12: 1137-1145.
- Perez-Murcia, M. D., Moral, R., Moreno-Caselles, J., Perez-Espinosa, A. & Paredes, C. 2006. Use of composted sewage sludge in growth media brocolli. *Bioresource Technology*, 97: 123-130.
- Ribeiro, H. M., Romero, A. M., Pereira, H., Borges, P., Cabral, F. & Vasconcelos, E. 2007. Evaluation of a compost obtained from forestry wastes and solid phase of pig slurry as a substrate for seedlings production. *Bioresource Technology*, 98: 3294-3297.
- Ribeiro, H. M., Vasconcelos, E., Cabral, F. & Ribeiro D. 2009. Fertilization of *Pinus pinea* L. with a sewage sludge-based compost. *Waste Management & Research*, 27: 112-118.
- Ribeiro, H. M., Vasconcelos, E. & Santos, J. Q. 2000. Fertilisation of potted pelargonium with a municipal solid waste compost. *Bioresource Technology*, 73: 247-249.
- Zucconi, F. & De Bertoldi, M. 1987. Compost specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste. In M. De Bertoldi, M. P. Ferranti, P. L'Hermite & F. Zucconi (eds) *Compost: production, quality and use*, pp. 30-50. Elsevier, New York, USA.
- Zucconi, F., Monaco, A. & Forte, M. 1985. Phytotoxins during the stabilization of organic matter. In: J.K.R. Grasser (ed) *Composting of agricultural and other wastes*, pp.73-88. Elsevier, New York.
- Zucconi, F., Pera, A., Forte, M. & De Bertoldi, M. 1981. Evaluation toxicity of immature compost maturity. *BioCycle*, 22(2): 54-57.