

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE PLANEJAMENTO, URBANISMO E AMBIENTE

ANDRÉIA VANESSA STOCCO ORTOLAN
VITOR AUGUSTO SANTOS CAVALCANTI OLIVEIRA

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE ADUBO ORGÂNICO, PROVENIENTE DA
COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DA FCT/UNESP**

PRESIDENTE PRUDENTE

2012

ANDRÉIA VANESSA STOCCO ORTOLAN
VITOR AUGUSTO SANTOS CAVALCANTI OLIVEIRA

**PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE ADUBO ORGÂNICO, PROVENIENTE DA
COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DA FCT/UNESP**

Trabalho de graduação apresentado ao Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente da Faculdade de Ciências e Tecnologia – UNESP – *Campus* de Presidente Prudente, como um dos requisitos para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Cristina Rizk

PRESIDENTE PRUDENTE

2012

TERMO DE APROVAÇÃO

Andréia Vanessa Stocco Ortolan e Vitor Augusto Santos Cavalcanti Oliveira

"PRODUÇÃO E APLICAÇÃO DE ADUBO ORGÂNICO, PROVENIENTE DA COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS DA FCT/UNESP"

Trabalho de graduação aprovado como um dos requisitos parciais para a obtenção do título de Engenheiro Ambiental da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – Faculdade de Ciências e Tecnologia, *campus* de Presidente Prudente – SP, pela seguinte banca examinadora:

Maria Cristina Rizk

Profa. Dra. Maria Cristina Rizk (Orientador)

[Assinatura]

Prof. Dr. Jaime de Oliveira Gomes

[Assinatura]

Prof. Msc. Márcio Rogério Pontes

Presidente Prudente, 29 de novembro de 2012.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida que me foi dada. Aos meus pais que sempre me dão o apoio pra continuar minhas lutas diárias, aguentando minhas crises com paciência e compreensão. Aos meus irmãos (Ná e Cá) pela força e amor incondicional, que sem dúvida, me ajudou a chegar até aqui. Ao Rafa, que me inspira todos os dias, que sempre me faz ver um lado delicioso da vida, por ser meu anjo, meu amor e meu companheiro de todas as horas. À Cris, pelos ensinamentos, paciência e risadas, e claro, pela oportunidade de fazermos este trabalho. Ao CNPq pelo financiamento da pesquisa. Aos professores Jaime e Márcio, por aceitarem participar da banca. Ao Anderson, pela paciência quando a maquetaria ficava bagunçada. À minha família postiça (Jú, Taylla e Pétilin) pelas bagunças e sujeiras no apê, risadas e companheirismos. Aos amigos que colocaram a mão na massa comigo (Rafa meu, Naka, Flor, Naty e Fubá), e ao Vitão que, juntos, desenvolvemos este trabalho. Aos amigos que fiz ao longo desses anos, em especial a Daya, Naty, Marcela, Pri, Camilla, Duda, Murilo, Marcelo e Tet, pelos momentos de alegria inquestionáveis. Aos antigos, em especial a Bia e a Tayná, pelo amizade desde o colegial. E todos os outros, sejam os que me chamam de Dé, Déia, Andréia ou Vanessa, que não estão citados aqui, mas que com certeza irão todos juntos no meu coração, aonde quer que eu vá.

...por Andréia

Adoraria de agradecer essencialmente a minha colega e amiga de Trabalho de Graduação Andréia Vanessa Stocco Ortolan pela oportunidade de trabalho e aprendizado ao longo do ano. Bem como aos amigos que me apoiaram deliberadamente nesses 5 anos de curso, Natália, Leonardo, Maurício, Cláudia, Diana, Maurilo, Juliana, Rodrigo, Marina, dentre outros queridos. Poderia eu ficar promulgando agradecimentos a todos esses preciosos tesouros que acabei encontrando nessa cidade de Presidente Prudente. Mas finalizo com uma frase que sempre carrego comigo: “O amor nasce de repente, sem pensar; por temperamento ou por fraqueza, um rasgo de beleza nos detém e decide por nós. A amizade, pelo contrário, cresce pouco a pouco, com o tempo, a prática, a longa convivência.”

...por Vitor

"Há um tempo em que é preciso abandonar as roupas usadas, que já tem a forma do nosso corpo, e esquecer os nossos caminhos, que nos levam sempre aos mesmos lugares. É o tempo da travessia: e, se não ousarmos fazê-la, teremos ficado, para sempre, à margem de nós mesmos."

(Fernando Pessoa)

RESUMO

O trabalho apresenta como objetivo a produção de adubo orgânico a partir de resíduos gerados na FCT/UNESP e sua utilização no cultivo de girassol. Para isso, inicialmente foram coletados resíduos de poda/capina e resíduos orgânicos da cantina. Foram feitos dois tipos de tratamentos, um convencional e o outro mecanizado, sendo utilizados três proporções mássicas: proporção 1 (30% de resíduos de poda/capina (RP) + 70% de resíduos da cantina (RC)), proporção 2 (50% RP + 50% RC) e proporção 3 (70% RP + 30% RC). O sistema convencional foi realizado em leiras com revolvimento manual e o sistema mecanizado em reatores com injeção de ar comprimido. Os compostos produzidos foram analisados em termos de pH, matéria orgânica, carbono orgânico, resíduo mineral, nitrogênio, fósforo e potássio, que puderam ser comparados com os valores estipulados pela Instrução Normativa nº 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Os compostos produzidos foram utilizados no cultivo de girassol em 14 condições distintas para o sistema manual e para o sistema mecanizado, totalizando 26 tratamentos com as seguintes proporções: T1 (60% de terra + 40% de adubo na proporção 1), T2 (60% de terra + 40% de adubo na proporção 2), T3 (60% de terra + 40% de adubo na proporção 3), T4 (100% de adubo na proporção 1), T5 (100% de adubo na proporção 2), T6 (100% de adubo na proporção 3), T7 (100% de terra), T8 (100% de adubo comercial), T9 (30% de terra + 70% de adubo na proporção 1), T10 (30% de terra + 70% de adubo na proporção 2), T11 (30% de terra + 70% de adubo na proporção 3), T12 (50% de terra + 50% de adubo na proporção 1), T13 (50% de terra + 50% de adubo na proporção 2) e T14 (50% de terra + 50% de adubo na proporção 3). As variáveis analisadas foram altura da parte aérea, diâmetro do caule e biomassa seca. Dentre os tratamentos utilizados, os tratamentos T7 (100% de terra), T6 – manual (100% de composto orgânico produzido na proporção 3) e T1 – manual (60% de terra + 40% de adubo na proporção 1) foram os que obtiveram resultados mais significantes na produção de biomassa seca. Com isso observou-se a aplicabilidade de adubo orgânico no cultivo de girassol.

Palavras-Chave: resíduo; compostagem; girassol.

ABSTRACT

This work presents the objective of producing organic fertilizer from the waste generated at FCT/UNESP and its use in the growing sunflower. For this, there were collected wastes of pruning/weeding and organic waste from the canteen. It were made two types of treatments, one conventional and the other mechanized, using three mass ratios: ratio 1 (30% wastes of pruning/weeding (RP) + 70% organic waste (RC)), ratio 2 (50% RP + 50% RC) and ratio 3 (70% RP + 30% RC). The conventional system was done windrow with turning manual and the mechanized system was developed in reactors by injecting compressed air. The compounds produced were analyzed in terms of pH, organic matter, organic carbon, mineral residue, nitrogen, phosphorus and potassium, which could be compared to the values stipulated by the *Instrução Normativa n° 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*. The compounds produced were used on growing sunflowers in 14 different conditions for the systems manual and mechanized, totaling 26 treatments with the following proportions: T1 (60% ground + 40% compost in the ratio 1), T2 (60% ground + 40% compost in the ratio 2), T3 (60% ground + 40% compost in the ratio 3), T4 (100% compost in the ratio 1), T5 (100% compost in the ratio 2), T6 (100% compost in the ratio 3), T7 (100% ground), T8 (100% commercial fertilizer), T9 (30% ground + 70% compost in the ratio 1), T10 (30% ground + 70% compost in the ratio 2), T11 (30% ground + 70% compost in the ratio 3), T12 (50% ground + 50% compost in the ratio 1), T13 (50% ground + 50% compost in the ratio 2) e T14 (50% ground + 50% compost in the ratio 3). The variables analyzed were shoot height, stem diameter and dry biomass. Among the treatments used, the treatments T7 (100% ground), T6 – conventional (100% compost in the ratio 3) and T1 – conventional (60% ground + 40% compost in the ratio 1) were the most significant results obtained in the production of dry biomass. Therefore, it was observed the applicability of organic fertilizer in cultivation of sunflower.

Keywords: waste; composting; sunflower.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tendência de evolução dos parâmetros de compostagem.....	15
Figura 2 – Resíduos da cantina triturado	21
Figura 3 – Montagem das leiras convencionais	21
Figura 4 – Compressor de ar utilizado na compostagem mecanizada.....	22
Figura 5 – Disposição dos reatores (compostagem mecanizada)	23
Figura 6 – Secagem dos adubos	23
Figura 7 – Adubo orgânico sendo peneirado e depois de pronto	24
Figura 8 – Cultivo do girassol nos tratamentos estudados	27
Figura 9 – Lavagem das mudas para retirada do excesso de substrato	28
Figura 10 – Processo de medição da altura da parte aérea e diâmetro do caule.....	28
Figura 11 – Germinação e crescimento das mudas de girassol	34
Figura 12 – Crescimento da parte aérea dos girassóis produzidos com compostos do reator (T1 a T7).....	37
Figura 13 – Crescimento da parte aérea dos girassóis produzidos com compostos do reator (T8 a T14).....	37
Figura 14 – Crescimento da parte aérea dos girassóis produzidos com compostos das leiras manuais (T1 a T7).....	39
Figura 15 – Crescimento da parte aérea dos girassóis produzidos com compostos das leiras manuais (T8 a T14).....	39
Figura 16 – Crescimento do diâmetro do caule dos girassóis produzidos com compostos do reator (T1 a T7).....	41
Figura 17 – Crescimento do diâmetro do caule dos girassóis produzidos com compostos do reator (T8 a T14).....	41
Figura 18 – Crescimento do diâmetro do caule dos girassóis produzidos com compostos das leiras manuais (T1 a T7).....	42
Figura 19 – Crescimento do diâmetro do caule dos girassóis produzidos com compostos das leiras manuais (T8 a T14).....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tratamentos estudados.....	26
Tabela 2 – Caracterização dos compostos produzidos nas leiras	30
Tabela 3 – Caracterização dos compostos produzidos no reator	32
Tabela 4 – Distribuição granulométrica dos compostos.....	33
Tabela 5 – Porcentagem de germinação (%) das mudas nos diferentes tratamentos	35
Tabela 6 – Índice de Velocidade de Emergência dos diferentes tratamentos (T1 a T14) ...	36
Tabela 7 – Taxa de mortalidade (%) das mudas nos diferentes tratamentos (T1 a T14)	43
Tabela 8 – Massa seca dos girassóis (gramas) das 10 plantas nos diferentes tratamentos (T1 a T14).....	44
Tabela 9 – Análise estatística (adubo produzido no reator)	45
Tabela 10 – Análise estatística (adubo produzido manualmente)	46

ÍNDICE

1 – INTRODUÇÃO.....	10
2 – OBJETIVOS.....	12
2.1 – OBJETIVO GERAL	12
2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 – COMPOSTAGEM	13
3.1.1 – Características do composto produzido.....	16
3.2 – GIRASSOL	16
3.2.1 – Propriedades do girassol.....	17
3.3 – MONITORAMENTO DO PLANTIO DE GIRASSOL	19
4 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	20
4.1 – PRODUÇÃO DO ADUBO ORGÂNICO	20
4.1.1 – Compostagem convencional (manual)	21
4.1.2 – Compostagem mecanizada (reator).....	22
4.2 – MÉTODOS ANALÍTICOS	24
4.2.1 – pH.....	24
4.2.2 – Umidade, matéria orgânica, resíduo mineral e carbono orgânico.....	24
4.2.3 – Macronutrientes.....	24
4.2.4 – Análise granulométrica	25
4.3 – PLANTIO DO GIRASSOL	26
5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
5.1 – ANÁLISE DO ADUBO ORGÂNICO.....	30
5.2 – CULTIVO DO GIRASSOL	34
5.2.1 – Porcentagem de germinação.....	34
5.2.2 – Índice de Velocidade de Emergência	35
5.2.3 – Altura da parte aérea	36
5.2.4 – Diâmetro do caule	40
5.2.5 – Taxa de mortalidade (%)	43
5.2.6 – Massa Seca das plantas	43
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
7 – REFERÊNCIAS	49

1 – INTRODUÇÃO

O crescimento econômico, aliado ao desenvolvimento tecnológico, trouxe inúmeras vantagens ao homem e aos grupos sociais. Entretanto, com essa evolução, foi possível verificar problemas que foram sendo desenvolvidos, sejam de ordem econômica, social ou ambiental. Dentre os problemas ambientais gerados, destaca-se o aumento na geração dos resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos urbanos (RSU) são caracterizados pelas variações de suas características físicas, químicas e biológicas, segundo as fontes ou atividades geradoras. Alguns dos RSU, como o lixo urbano, o lodo de esgoto e esterco de animais, são ricos em matéria orgânica e em nutrientes, onde o seu uso na agricultura pode ter efeito condicionante do solo e de nutrientes para as plantas, tornando-se um atrativo (MELO *et al*, 2007).

Para que os resíduos dos materiais orgânicos possam ter condições compatíveis com os compostos orgânicos, sendo capazes de induzir mudanças benéficas no solo, em sua maioria, é necessário que haja transformações (GLÓRIA, 1992 *apud* MELO *et al*, 2007). Uma das alternativas para isso é o processo de compostagem, que modifica os resíduos urbanos em fertilizantes orgânicos.

Brito (2008) cita que é de grande importância reciclar os nutrientes contidos nos resíduos por meio da reincorporação dos mesmos ao ambiente. A compostagem é uma técnica com capacidade de fazer isso, pois é um processo de decomposição da fração orgânica contida nos resíduos, na qual o produto final é considerado um material que melhora as propriedades físicas e químicas do solo (KIHIL, 1998 *apud* SANTOS, 2010).

Atualmente, no campus da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (FCT/UNESP), é gerada grande quantidade de resíduos orgânicos provenientes das cantinas, bem como considerável quantidade de resíduos de poda e capina. Os resíduos das cantinas são recolhidos e destinados ao lixão municipal, enquanto que os resíduos de poda e capina são depositados em curvas de nível e em buracos presentes no fundo de vale do campus, ocasionando maus odores por sua decomposição, como também atraindo vetores causadores de doenças (mosquito palha e animais peçonhentos).

Várias pesquisas sobre esse tema vêm sendo analisadas, como as de Leal (2006), Abreu (2008) e Brito (2008), que demonstram a aplicação de adubo orgânico proveniente da compostagem da mistura de resíduos orgânicos (restos de alimentos) e resíduos de

podas, aplicados em diferentes cultivos, tais como alface, beterraba e girassol. Essas aplicações tiveram resultados importantes, uma vez que o adubo produzido propiciou condições favoráveis ao desenvolvimento das mudas.

Neste sentido, sabe-se que o girassol é caracterizado por se desenvolver em qualquer época do ano, sendo capaz de produzir grãos, óleo vegetal, forragem e adubo verde (LOBO, 2006). Em muitos casos, é necessário utilizar o adubo nos cultivos de girassóis para que se possa suprir a demanda de nutrientes necessária para as plantas. O uso do adubo orgânico, produzido pela compostagem, pode ser uma alternativa para isso, já que aplicado ao solo, favorece a liberação de nutrientes para as plantas (ABREU, 2008).

Diante do exposto, torna-se interessante produzir adubo orgânico a partir dos resíduos gerados no campus da FCT/UNESP, reaproveitando os resíduos e reciclando nutrientes, bem como utilizar esse composto na produção de girassol, que possui rápido crescimento e diversas utilizações.

2 – OBJETIVOS

2.1 – OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do presente estudo consiste na produção de diferentes adubos orgânicos a partir dos resíduos gerados no campus da FCT/UNESP por meio da compostagem, bem como suas aplicações no cultivo de girassol.

2.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos referem-se à:

- Instalação e operação de sistemas de compostagem manual e mecanizada, utilizando proporções distintas de resíduos;
- Caracterização físico-química dos adubos orgânicos produzidos na compostagem;
- Cultivo de girassol utilizando diferentes proporções dos adubos produzidos;
- Monitoramento do plantio;
- Análise e verificação da melhor condição proposta.

3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 – COMPOSTAGEM

Melo *et al* (2007) explicam que a compostagem é um processo biológico de biodegradação e biossíntese aeróbia de biomoléculas orgânicas com produção de gás carbônico, água e biomoléculas que farão parte da constituição dos novos organismos e de produtos de seu metabolismo. Em outras palavras, ao final do processo da mistura de restos de alimentos, frutos, folhas, esterco, palhadas, entre outros, é obtido um adubo orgânico homogêneo, de cor escura, estável, solto e pronto para ser usado em diferentes culturas, proporcionando melhorias nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SOUZA *et al*, 2001, *apud* WANGEN; FREITAS, 2010).

Segundo Martini *et al.* (2006), a compostagem pode ser uma alternativa para minimizar os impactos dos resíduos gerados. Quando realizado adequadamente, o processo não representa perigos relacionados à proliferação de doenças, pragas e ervas daninhas por meio do composto.

Durante o processo de compostagem ocorre a liberação de calor devido à degradação microbiológica dos substratos orgânicos, resultando em aumento de temperatura. Na primeira fase do processo, a chamada fase ativa de degradação ou de bioestabilização tem duração de 60 a 70 dias. Desde que existam condições favoráveis nos primeiros 2 a 3 dias, a temperatura alcança entre 50°C e 60°C, atingindo valores de 60°C a 70°C antes dos 15 dias. O processo se mantém nessa temperatura por um período, e depois decresce para 45 °C ou menos indicando o final da fase de bioestabilização e o início da fase de maturação ou cura. Nesta etapa do processo, a temperatura oscila entre 35°C e 45°C (TEIXEIRA *et al.*, 2004 *apud* WANGEN; FREITAS, 2010).

A ausência de calor nos primeiros dias de compostagem indica falha no processo. Isso pode acontecer por muitos fatores, dentre eles: falta de material inoculante que forneça os microrganismos para a decomposição da matéria orgânica; excesso de água que acarreta na falta de oxigênio, já que a água toma o espaço a ser ocupado pelo ar; material orgânico de granulometria muito fina, sujeito à compactação e, conseqüentemente, ausência de espaços vazios para o ar (SOUZA *et al.*, 2001 *apud* WANGEN; FREITAS, 2010).

O arejamento periódico dos resíduos orgânicos em compostagem é necessário para fornecer oxigênio aos microrganismos (aeróbios) que fazem a decomposição da matéria orgânica e para a oxidação das moléculas orgânicas que constituem os resíduos. Se o nível

de oxigênio for insuficiente, os microrganismos que vivem na ausência de oxigênio (anaeróbios) vão predominar e, conseqüentemente, a decomposição será mais lenta, resultando na exalação de mau cheiro (EMARP, 2005 *apud* WANGEN; FREITAS, 2010) e na atração de vetores, como moscas.

Normalmente, o tempo de compostagem, incluindo as duas fases, degradação e maturação, é de 120 a 130 dias (TEIXEIRA *et al.*, 2004 *apud* WANGEN; FREITAS, 2010). Esse tempo de decomposição/maturação depende da temperatura e da umidade, da quantidade e do tipo de material a ser compostado. Portanto, se o material em processo de compostagem estiver sob condições ideais, a temperatura é um bom indicador do fim do processo. Quando a temperatura se estabilizar de acordo com a temperatura ambiente, isto é um indicativo de que o composto está estabilizado (FUNDACENTRO, 2002 *apud* WANGEN; FREITAS, 2010).

Segundo Von Sperling (1996), o processo de compostagem pode ser realizado por três métodos principais:

- Leiras Revolvidas: o revolvimento e a conseqüente aeração da mistura é feita por meio de tratores (considerando grandes volumes), cujo tempo de detenção varia de 50 a 90 dias;
- Leiras Estáticas Aeradas: aeração por tubulação perfurada, onde o tempo de detenção é de 30 a 60 dias;
- Reatores Biológicos: Sistemas fechados, cujo tempo de detenção é cerca de 14 dias no reator e de 14 a 21 dias em cura.

Neste sentido, considerando-se menores volumes de resíduos, é possível realizar a compostagem por meio de dois tratamentos: convencional (realizando o revolvimento e aeração manualmente, obtendo um tempo maior de detenção) e mecanizada (aeração por meio de um reator, com injeção de ar comprimido e menor tempo de detenção).

A Figura 1 apresenta tendências que ocorrem durante a compostagem, conforme suas principais variáveis limitantes: pH, umidade, matéria orgânica total, nitrogênio total e relação C/N.

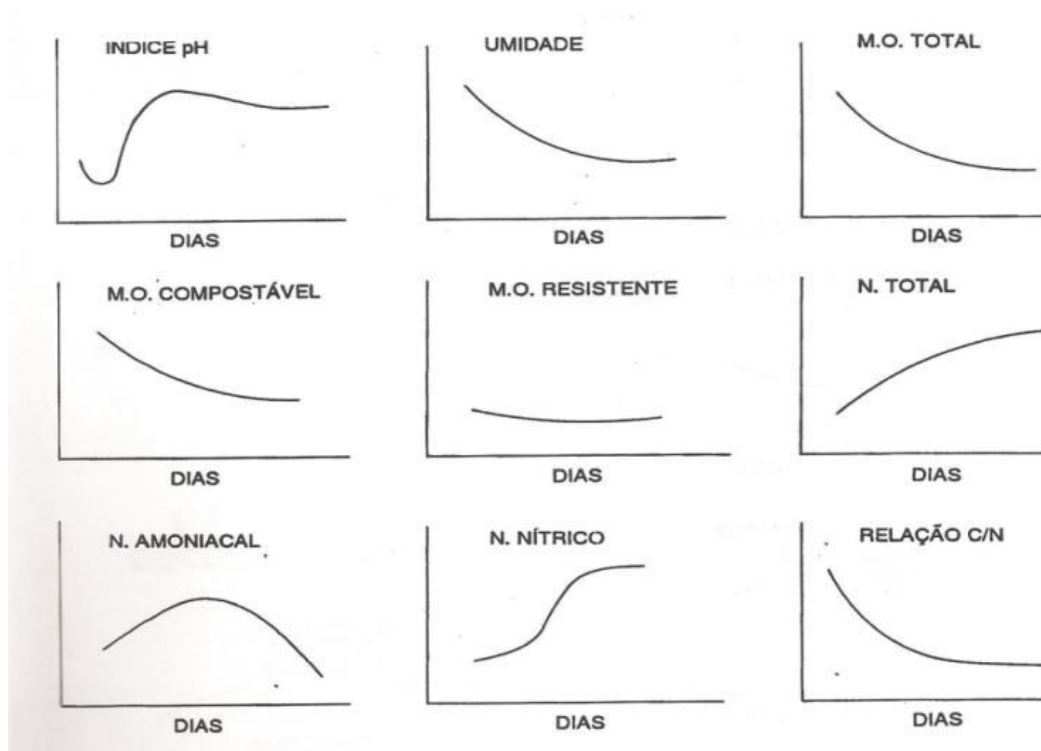


Figura 1 – Tendência de evolução dos parâmetros de compostagem

(Fonte: JARDIM *et al*, 2005)

Os microrganismos necessitam de carbono como fonte de energia e de nitrogênio para síntese de proteínas. Por isso que a relação C/N pode ser considerada como fator que melhor caracteriza o equilíbrio dos substratos, já que tanto a falta de carbono quanto a de nitrogênio limita a atividade microbiológica. Se a relação C/N for muito baixa, pode ocorrer grande perda de nitrogênio pela volatilização da amônia. Se a relação for muito elevada, os microrganismos não encontrarão nitrogênio suficiente para a síntese de proteínas e terão seu desenvolvimento limitado. Kiehl (1985) diz que os microrganismos absorvem os elementos em uma proporção de 30 partes de carbono para 1 parte de nitrogênio.

A umidade do composto é imprescindível para as necessidades fisiológicas dos microrganismos. De acordo com Alves (1996), o teor de umidade dos resíduos depende da sua granulometria, porosidade e grau de compactação. A ação dos microrganismos é diminuída para valores abaixo de 40%, e valores acima de 60% podem levar a falta de oxigênio, ocasionando a decomposição anaeróbica, que exala mau cheiro e chorume, ocorrendo perda de nutrientes por lixiviação.

Durante o processo de compostagem, o pH situa-se numa faixa entre 6 e 9. Abaixo disso, há a inibição do crescimento das bactérias e, portanto, afetando-se o processo.

3.1.1 – Características do composto produzido

O substrato obtido a partir do processo de compostagem pode fornecer sustentação à planta, bem como possui características vantajosas: baixo custo, alta disponibilidade, adequado teor de nutrientes, capacidade de troca de cátions, esterilidade biológica, aeração, retenção de umidade, boa agregação às raízes e uniformidade de estabelecimento (NASCIMENTO, 2005 *apud* SOARES *et al*, 2008).

Observando-se as características físicas do substrato formado, este deve permitir adequado crescimento das raízes, retenção de água, possibilitar aeração e agregação do sistema radicular, como também não favorecer o desenvolvimento de doenças e plantas daninhas. Do ponto de vista da composição química, o substrato deve fornecer todos os nutrientes necessários ao crescimento da planta em quantidade e tempo adequados, de acordo com a demanda da planta (SANTOS, 1999 *apud* SOARES *et al*, 2008).

O composto maduro deve ser solto, ter cor escura e cheiro de terra, e ao esfregar nas mãos, elas não se sujam (FUNDACENTRO, 2002, *apud* WANGEN; FREITAS, 2010).

A Instrução Normativa nº 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento (BRASIL, 2009) aprova as normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem de diferentes tipos de fertilizantes. A mesma apresenta em seu Anexo III algumas especificações para fertilizantes orgânicos mistos e compostos, analisando principalmente os teores de umidade, carbono orgânico, nitrogênio total, relação C/N e pH.

3.2 – GIRASSOL

O girassol (*Helianthus annuus* L.) teve inicialmente o Peru definido como seu centro de origem, porém, pesquisas arqueológicas revelaram o uso do girassol por índios norte-americanos, com pelo menos uma referência indicando o cultivo nos Estados de Arizona e Novo México, por volta de 3000 anos a. C. (SELMECZI-KOVACS, 1975). O girassol é uma dicotiledônea anual, pertencente à ordem Asterales e família Asteraceae. O gênero deriva do grego helios, que significa sol, e de anthus, que significa flor, ou "flor do sol", que gira seguindo o movimento do sol. É um gênero complexo, compreendendo 49 espécies e 19 subespécies, sendo 12 espécies anuais e 37 perenes (CAVASIN JUNIOR, 2001).

Estudos indicam que a popularização do girassol ocorreu principalmente na região do México e sudoeste dos EUA, mas podia ser encontrado por todo continente americano devido à disseminação feita por ameríndios, os quais selecionavam plantas com apenas uma haste. Eles usavam as plantas com propósitos de alimentação, além de medicinais e decorativos.

O cultivo do girassol no Brasil iniciou no século XIX, na região Sul, provavelmente trazida por colonizadores europeus que consumiam as sementes torradas e fabricavam uma espécie de chá matinal (PELEGRINI, 1985).

A primeira indicação de cultivo comercial data de 1902, em São Paulo, quando a Secretaria da Agricultura distribuiu sementes aos agricultores (UNGARO, 1982). Na década de 30, o girassol foi indicado como planta de muitas aptidões como produtora de silagem, oleaginosa, alimentação de aves, entre outros (UNGARO, 1982).

Os primeiros cultivos comerciais ocorreram no Rio Grande do Sul, porém não obtiveram sucesso, pela falta de adaptação dos cultivares e competição com a área de soja.

O girassol pode ser utilizado em diversas finalidades como: flor ornamental, girassol de confeitaria em substituição as amêndoas em geral, grãos *in natura* e farelo (ração) para alimentação de aves, suínos e bovinos, forragem, silagem. Também pode ser consumido na alimentação humana *in natura*, tostado, salgado e envasado.

Como a maioria das espécies cultivadas, a planta de girassol proporciona diversas opções de uso, sendo mais tradicional o consumo do fruto *in natura* para alimentação de aves. No processo de melhoramento e desenvolvimento da cultura, a destinação dos frutos, entretanto, foi redirecionada para a extração de óleo, a qual hoje é a principal finalidade do girassol.

3.2.1 – Propriedades do girassol

O crescimento em altura da planta se deve à atividade da gema apical vegetativa, localizada no ápice do caule. Após certo período de crescimento, ocorre uma diferenciação na gema apical, que se torna reprodutiva, repleta de primórdios florais, originando a inflorescência do girassol (CÂMARA, 2003).

Uma característica comum do girassol é a sua capacidade de girar no sentido do movimento aparente do sol (movimento heliotrópico), o que deu a planta de girassol seu nome botânico e comum.

Esse movimento ocorre durante todo o período da floração plena, sendo resultado de dois movimentos complementares, um de rotação espiralada do caule, e outro de ereção das folhas e do capítulo. Ao amanhecer, o caule se encontra em posição normal, de frente para o leste; com o aparecimento do sol, começa a girar e faz uma volta de mais de 90°, para chegar, ao entardecer, de frente para o oeste. Além disso, um segundo movimento, que o capítulo e as folhas superiores realizam é que passam de caídas no início do dia, para eretas durante o meio dia e caídas novamente durante o entardecer. O movimento contrário também ocorre durante a noite, sendo que à meia noite os capítulos chegam a uma posição ereta. Assim que se encerra o florescimento, os capítulos permanecem virados para o leste (ROSSI, 1998).

Com relação à germinação do girassol, a temperatura é o fator mais limitante, sendo inibida com temperaturas de solo menores de 3°C e mantida máxima entre 6 e 23°C. O girassol se desenvolve melhor entre as temperaturas de 20 a 25°C, com ponto ótimo entre 27 e 28°C, obtidas em condições controladas. Entretanto, não há redução significativa de produção na faixa de 8 a 34°C, o que demonstra uma grande tolerância da cultura, suportando regiões de dias quentes e noites frias. Baixas temperaturas aumentam o ciclo da cultura, atrasando a floração e maturação e afetam a produtividade quando ocorrem no início da floração.

A planta de girassol apresenta porte alto e raízes profundas, além de caule robusto e ereto, com ou sem pelos, geralmente sem ramificações e com diâmetros variando entre 15 e 90 mm. Quanto à altura, são observadas variações de 0,5 a 4,0 m (Castiglioni *et al.*, 1994 *apud* Acosta, 2009), usualmente oscilando entre 1,0 m e 2,5 m.

O girassol é uma espécie considerada insensível no que diz respeito à fotoperíodo. Entretanto, algumas variedades podem se comportar como plantas de “dia curto” e outras como plantas de “dia longo”, e ainda outras como plantas neutras ou indiferentes. Estresse por deficiência hídrica é o principal determinante do rendimento do girassol, muito em parte ao seu efeito sobre a área foliar. A falta de água nos tecidos desfavorece a expansão foliar e leva a uma menor área foliar. Esse é o principal mecanismo de defesa das plantas contra a falta d’água, já que com menor área foliar haverá menores perdas por evapotranspiração.

Em relação ao solo, apresenta boa produtividade tanto em solos arenosos quanto em argilosos, desde que os argilosos apresentem boa drenagem e os arenosos tenham controle de acidez, já que são naturalmente menos férteis. A textura do solo deve ser considerada para se determinar a profundidade de semeadura, pois um bom estabelecimento da cultura

é imprescindível para a produção de sementes. Em solos argilosos, a semeadura não deve ser muito profunda, ou então poderá haver atraso e desuniformidade de emergência. A má drenagem desse tipo de solo leva a um crescimento superficial das raízes, dificultando a sustentação mecânica da planta.

Como qualquer tipo de cultura o girassol pode ser danificado, também, pela presença de patógenos como fungos, bactérias e vírus, pragas e de nematoides na lavoura. Para isso, é necessário saber identificá-los corretamente para realizar o manejo ideal e o atinente controle.

3.3 – MONITORAMENTO DO PLANTIO DE GIRASSOL

É de fundamental importância realizar o monitoramento de um plantio, isto porque por meio desse monitoramento é possível verificar as melhores condições que as mudas estão submetidas, e detectar as possíveis falhas no processo. Outra vantagem está associada à possibilidade de maior conhecimento do plantio em questão, a partir de suas características.

Os meios de se monitorar o crescimento das plantas varia de acordo com cada autor. Uma maneira tradicional é realizada por meio da medição da altura da parte aérea e do diâmetro do caule, proposto por autores como Junglos e Moraes (2009), Dias *et al.* (2008) e Oliveira *et al.* (2008). No caso da altura da parte aérea é comum que as medidas sejam analisadas em centímetros, diferindo do diâmetro do caule que é mais preciso quando medido em milímetros.

Dias *et al.* (2008) também propõe como forma de monitoramento o cálculo do índice de velocidade de emergência (IVE), por meio da metodologia proposta por Maguire (1962), que é em função do número de plântulas emergidas e dos dias transcorridos desde a semeadura. Esse índice indica a germinação média diária, possibilitando comparar diferentes tratamentos e, portanto, importante para o presente estudo.

Em grande parte dos estudos, ao final do monitoramento é avaliada a massa seca das plantas, que é considerada uma das principais propriedades morfoagronômicas utilizadas para avaliar os adubos verdes (TEODORO *et al.*, 2011 *apud* SCHOFFEL *et al.*, 2011), além de possibilitar que seja realizada a análise estatística do plantio.

4 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

4.1 – PRODUÇÃO DO ADUBO ORGÂNICO

Para a realização do presente estudo, inicialmente, foi necessária a produção de composto orgânico proveniente de resíduos orgânicos gerados na FCT/UNESP, para que após fosse possível a sua aplicação no plantio de girassol.

A coleta dos resíduos da cantina (RC) foi realizada de modo que se obtivesse uma amostragem o mais representativa possível em relação aos resíduos gerados. Os resíduos de poda e capina (RP) foram coletados logo após o período de limpeza da FCT/UNESP, sendo que foi observado ao longo da coleta maior predominância dos resíduos de capina. Ambos os resíduos foram armazenados em bombonas plásticas antes de serem utilizados na compostagem.

Foram estudados dois sistemas distintos de tratamento: um em leira convencional de revolvimento manual e o outro em um reator mecanizado com injeção de ar comprimido.

Em ambos os sistemas de tratamento, foram produzidos compostos orgânicos com as seguintes proporções de resíduos:

- Proporção 1: 30% de resíduos de poda (RP) + 70% de resíduos orgânicos das cantinas (RC);
- Proporção 2: 50% de resíduos de poda + 50% de resíduos orgânicos das cantinas;
- Proporção 3: 70% de resíduos de poda + 30% de resíduos orgânicos das cantinas;

Os resíduos das cantinas e os resíduos de poda foram triturados em um triturador elétrico da marca CID35 SL, apresentando ao final diâmetro de cerca de 5 centímetros. A trituração foi feita a fim de facilitar o processo de compostagem (Figura 2).



Figura 2 – Resíduos da cantina triturado

4.1.1 – Compostagem convencional (manual)

O sistema de compostagem convencional foi realizado sobre lonas plásticas. Em cada leira foram utilizados 100 quilos de resíduos no total. As proporções mássicas foram: 70% RP e 30% RC; 50% RP e 50% RC; 30% RP e 70% RC, sendo que a montagem foi feita intercalando-se os resíduos em camadas (Figura 3).



Figura 3 – Montagem das leiras convencionais

O revolvimento era efetuado uma vez por semana e manualmente. No caso de ocorrência de precipitações, as leiras eram cobertas com lonas para evitar o excesso de

água e não interferir no processo. Em períodos muitos secos, eram aspergidas pequenas quantidades de água para ajustar a umidade.

Depois de 90 dias, ao final do processo de compostagem, as amostras foram caracterizadas físico-quimicamente em termos de pH, umidade, matéria orgânica total, resíduo mineral total, carbono orgânico, nitrogênio total, potássio, fósforo, relação C/N e análise granulométrica, cujos métodos de análise serão apresentados no item 4.2 – Métodos Analíticos.

4.1.2 – Compostagem mecanizada (reator)

A compostagem mecanizada foi realizada num reator de ferro de aproximadamente 190 litros com furos nas laterais de diversas alturas, para que o composto fosse aerado por completo.

O composto era aerado diariamente, 3 vezes ao dia, durante 15 minutos cada, com o auxílio de um compressor da marca Schulz com 2 HP de potência e 100 litros de reservatório de ar (Figura 4).



Figura 4 – Compressor de ar utilizado na compostagem mecanizada

As proporções mássicas estudadas no sistema mecanizado também foram de 70% RP e 30% RC; 50% RP e 50% RC; 30% RP e 70% RC. Durante a montagem, os resíduos também foram dispostos em camadas intercaladas, porém em menor quantidade que o

processo convencional devido ao espaço disponível dos tambores. A disposição dos mesmos pode ser observada conforme a Figura 5.



Figura 5 – Disposição dos reatores (compostagem mecanizada)

Ao final do processo, as amostras também foram caracterizadas físico-quimicamente em termos de pH, umidade, matéria orgânica total, resíduo mineral total, carbono orgânico, nitrogênio total, potássio, fósforo, relação C/N e análise granulométrica, cujos métodos de análise serão apresentados no item 4.2 – Métodos Analíticos.

Tanto o adubo produzido nas leiras, quanto o produzido nos reatores foi peneirado antes de seu uso. Para isso, foi necessário deixar os compostos secando ao sol, durante um tempo médio de 2 dias (Figura 6).



Figura 6 – Secagem dos adubos

Depois de secos, os adubos foram peneirados em peneiras de 6 mm, obtendo-se os compostos orgânicos prontos para serem utilizados no plantio de girassol (Figura 7).



Figura 7 – Adubo orgânico sendo peneirado e depois de pronto

4.2 – MÉTODOS ANALÍTICOS

4.2.1 – pH

As medidas de pH foram realizadas em um pHmetro de bancada, marca HANNA – modelo HI-221. O pH foi determinado em solução de cloreto de cálcio (CaCl_2), conforme procedimento estabelecido por (KIEHL,1985).

4.2.2 – Umidade, matéria orgânica, resíduo mineral e carbono orgânico

A determinação do percentual de umidade, matéria orgânica, cinzas total (resíduo mineral) e carbono orgânico foram realizadas pelo método de calcinação também proposto por (KIEHL,1985).

4.2.3 – Macronutrientes

Para a determinação do teor dos macronutrientes: nitrogênio, fósforo e potássio, foi utilizada a metodologia proposta por (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

4.2.4 – Análise granulométrica

Os adubos e fertilizantes podem ser classificados de acordo com sua granulometria, podendo ser considerados como farelado grosso, farelado fino, microgranulado, pó, dentre outros.

A Portaria n. 1 de 04 de março de 1983 dispõe sobre as porções oficiais a serem utilizadas pela inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes destinados à agricultura. Em seu capítulo 1, há a classificação quanto à natureza física dos mesmos, sendo farelado quando 100% das partículas passam através de peneira ABNT 4 (4,8 mm) e 80%, através de peneira ABNT 7 (2,8 mm); farelado grosso quando 80% das partículas passam através de peneira de 1 mm e 75% através de peneira 0,5 mm.

O procedimento realizado para a classificação dos adubos produzidos consistiu no uso de um conjunto de peneiras e de um agitador mecânico. Primeiramente pesou-se a fração da amostra e esta foi transferida para o conjunto de peneiras, encaixadas uma sobre as outras, em ordem crescente de abertura da malha (sendo a de malha maior na parte de cima). Em seguida, agitou-se no agitador durante 5 minutos em uma frequência de 5,0 Hz. Por fim, foi necessário pesar cada peneira e calcular a fração nelas retida, estimando-se deste modo, o percentual passante de acordo com cada ocorrência, segundo as expressões a seguir:

$$\% \text{ da amostra passante na primeira a ou única peneira} = \frac{100 - R1}{G} \cdot 100$$

$$\% \text{ da amostra passante na segunda peneira} = \frac{100 - (R1+R2)}{G} \cdot 100$$

$$\% \text{ da amostra passante terceira peneira} = \frac{100 - (R1+R2+R3)}{G} \cdot 100$$

Onde:

G = massa (g) da amostra analisada.

R1 = massa (g) da fração retida na 1ª ou única peneira especificada.

R2 = massa (g) da fração retida na 2ª peneira especificada.

R3 = massa (g) da fração retida na 3ª peneira especificada.

4.3 – PLANTIO DO GIRASSOL

O cultivo das mudas de girassol foi realizado em uma área de terra plana e coberta por tela de 2 mm, de estrutura similar a uma estufa, onde as mudas foram produzidas por semeadura direta de três sementes, em embalagens de polietileno preto de dimensões 18 x 24 x 11 centímetros.

A espécie de girassol plantada foi a *Helianthus annuus* da marca Yoki®, espécie mais comum e facilmente encontrada no mercado. A irrigação foi feita diariamente, exceto nos dias em que houve precipitações.

O procedimento experimental foi feito utilizando-se as estruturas dos tratamentos apresentados na Tabela 1, sendo dez plantas por parcela.

Tabela 1 – Tratamentos estudados

Tratamento	% Terra	% Composto Orgânico	Proporção de Resíduos
1	60	40	1
2	60	40	2
3	60	40	3
4	0	100	1
5	0	100	2
6	0	100	3
7	100	0	--
8	--	--	--
9	30	70	1
10	30	70	2
11	30	70	3
12	50	50	1
13	50	50	2
14	50	50	3

Os tratamentos T1 a T14 foram feitos utilizando-se os adubos orgânicos produzidos nas leiras e nos reatores.

O adubo comercial (T8) apresentou a seguinte especificação: 4 partes de nitrogênio, 14 partes de fósforo e 9 partes de potássio.

Segundo levantamentos de Brito (2008) a dosagem de 40% de composto orgânico é a mais recomendada para a produção de diversas espécies de mudas.

A Figura 8 mostra o cultivo do girassol nos tratamentos estudados.



Figura 8 – Cultivo do girassol nos tratamentos estudados

Após 22 dias de plantio, as mudas foram colhidas de modo a preservar ao máximo a integridade da parte aérea e da raiz (ressalta-se o fato de que o tempo de estudo foi inferior ao ciclo completo de crescimento do girassol). Depois de lavadas para retirar os substratos em excesso (Figura 9), as plantas foram colocadas em estufa a 60°C até atingir peso constante (aproximadamente 72 horas). Em seguida, foi possível determinar a massa seca.

Para a avaliação das mudas de girassol, foram acompanhados parâmetros referentes ao crescimento das plantas durante 8 dias seguidos, medindo-se por meio de uma régua a altura da parte aérea e o diâmetro do colo com o auxílio de um paquímetro (Figura 10).



Figura 9 – Lavagem das mudas para retirada do excesso de substrato



Figura 10 – Processo de medição da altura da parte aérea e diâmetro do caule

A porcentagem de germinação foi determinada segundo Dias *et al* (2008), por meio da contagem de plantas normais depois de 20 dias de semeadura, onde o processo germinativo apresentava-se estabilizado. Foi possível também avaliar a taxa de mortalidade, sendo determinada em função do número de mudas plantadas e da quantidade de sobreviventes.

A fim de comparar a resposta ao crescimento das mudas, foi determinado também o Índice de Velocidade de Emergência (IVE). A equação utilizada para esse cálculo é dada segundo metodologia proposta por Maguire (1962):

$$IVE = (E1/N1) + (E2/N2) + (En/Nn)$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, En = número de plantas emergidas, na primeira, segunda, e última contagem;

N1, N2, Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda, e última contagem.

Para a análise estatística foi utilizado o *software Assistat 7.6 Beta* – Teste de Kruskal-Wallis, que consiste em comparar três ou mais amostras independentes do mesmo tamanho ou desiguais, para detectar a diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 – ANÁLISE DO ADUBO ORGÂNICO

Ao final do processo de compostagem, foi observada uma grande redução do volume das leiras e dos adubos produzidos nos reatores. Esta diminuição pôde ser melhor visualizada nas leiras, já que estas ficavam mais expostas às condições ambiente.

Os resultados obtidos na caracterização dos diferentes compostos produzidos nas leiras estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Caracterização dos compostos produzidos nas leiras

Compostagem em leiras	30% RP +70% RC	50% RP +50% RC	70% RP +30% RC	Limites	Referência
Umidade (%)	32,6	30,48	32,60	50 % (máx)	IN n. 25/09
M. O. (%)	76,72	75,82	81,47	Ótimo (>60%); Bom (50-60%); Indesejável (<50%)	Silva <i>et al</i> (2002)
R. M. (%)	23,28	24,17	42,12	Ótimo (<20%); Bom (20 – 40%); Indesejável (>40%)	Silva <i>et al</i> (2002)
C. O. (%)	42,62	42,12	45,26	15% (mín)	IN n. 25/09
N (%)	1,97	1,82	1,79	0,5 % (mín)	IN n. 25/09
Relação C/N	21,63	23,14	25,28	20/1 (máx)	IN n. 25/09
P (%)	0,184	0,196	0,181	-	-
K (%)	2,01	2,81	2,22	-	-
pH	7,42	7,35	7,45	6 (mín)	IN n. 25/09

Analisando-se os valores, é possível observar que a porcentagem de umidade de todos os compostos está dentro dos padrões estipulados pela Instrução Normativa n° 25 de

23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento, que sugere o valor máximo de umidade de 50% para este tipo de composto (Classe A).

Silva *et al* (2002) classifica a quantidade de resíduo mineral como sendo ótimo (menor que 20%); bom (20 – 40%); indesejável (maior que 40%). Os valores acima mostram que leiras constituídas de 30% RP + 70% RC e a de 50% RP+ 50% RC, obtiveram valores considerados bons. Por outro lado, a leira constituída de 70% RP + 30% RC apresentou valor de resíduo mineral acima do ideal (42,12%), classificando-se como indesejável, provavelmente o resultado foi influenciado pela maior quantidade de carbono orgânico que o composto apresentou (45,26%).

Sabe-se que o equilíbrio da relação C/N é de fundamental importância na compostagem, cujo principal objetivo é criar condições para fixar os nutrientes para que possam ser posteriormente liberados por meio do composto (CARLI, 2010). Neste sentido, Rao e Singh (2004) *apud* Rizk (2009) defendem a necessidade de uma relação C/N de 15 a 17 para que o resíduo seja considerado estabilizado, assim como a Instrução Normativa nº 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento que possui o valor de referência para a relação C/N de no máximo 20/1. O resultado obtido demonstrou que o valor da relação C/N para as leiras constituídas de 30% RP + 70% RC, de 50% RP+ 50% RC e de 70% RP + 30% RC, apresentaram valores acima do ideal (21,63, 23,14 e 25,28, respectivamente). Como os valores estão acima do sugerido na literatura, pode-se dizer que o resíduo não atingiu a faixa ideal de estabilização.

De acordo com a Instrução Normativa nº 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento, o nitrogênio deve possuir valor mínimo de 0,5%. Assim, todos os compostos produzidos apresentaram valores adequados, pois todos foram superiores ao mínimo estabelecido.

Os teores de fósforo apresentaram valores muito próximos entre si. Sabe-se que o mesmo é necessário às bactérias, sendo que um alto teor não gera consequências drásticas, entretanto a sua ausência inibe o processo. As porcentagens obtidas no adubo final ficaram em torno de 2%.

Os valores de pH de todos os casos podem ser considerados ideais segundo a Normativa, onde o valor de referência para pH é de no mínimo 6 para compostos da Classe A. Os valores de carbono orgânico também são considerados bons de acordo com a Normativa, onde estipula o valor mínimo de 15%.

A Tabela 3 apresenta as características dos compostos produzidos no processo mecanizado com injeção de ar comprimido.

Os adubos produzidos pelo processo mecanizado apresentaram valores de umidade considerados ideais para os compostos com 30% RP + 70 % RC e 50% RP+ 50 % RC, que estão dentro do indicado pela Normativa, que é de no máximo 50%. Já o composto com 70% RP+ 30% R apresentou valor acima do estipulado (60,53%). Entretanto, isto pode ser facilmente corrigido caso o composto seja exposto ao sol durante um curto período de tempo.

Os valores de resíduo mineral mostraram que os adubos produzidos com 30% RP + 70 % RC e 50% RP+ 50 % RC obtiveram valores considerados bons, tendendo para ótimos (23,28% e 24,27, respectivamente) e muito próximos aos resultados dos compostos produzidos manualmente. Destaca-se o fato que o adubo produzido na condição 70% RP + 30 % RC apresentou valor de resíduo mineral dentro do considerado ideal (18,52%).

Tabela 3 – Caracterização dos compostos produzidos no reator

Compostagem em leiras	30% RP +70% RC	50% RP +50% RC	70% RP +30% RC	Limites	Referência
Umidade (%)	48,29	50,48	60,53	50 % (máx)	IN n. 25/09
M. O. (%)	58,25	63,90	66,58	Ótimo (>60%); Bom (50-60%); Indesejável (<50%)	Silva <i>et al</i> (2002)
R. M. (%)	23,28	24,27	18,52	Ótimo (<20%); Bom (20 – 40%); Indesejável (>40%)	Silva <i>et al</i> (2002)
C. O. (%)	41,74	36,09	33,44	15% (mín)	IN n. 25/09
N (%)	2,16	2,14	2,03	0,5 % (mín)	IN n. 25/09
Relação C/N	19,32	16,86	16,47	20/1 (máx)	IN n. 25/09
P (%)	0,283	0,223	0,229	-	-
K (%)	3,47	3,15	2,53	-	-
pH	7,03	7,16	7,43	6 (mín)	IN n. 25/09

Os resultados obtidos demonstraram que o valor da relação C/N nos reatores constituídos de 30% RP + 70% RC, de 50% RP + 50% RC e de 70% RP + 30% RC, apresentaram valores dentro do ideal (19,32, 16,86 e 16,47, respectivamente), segundo a Instrução Normativa nº 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento.

Os valores de nitrogênio obtidos apontam também uma concentração dentro dos valores adequados, pois se encontram acima do mínimo estabelecido pela normativa.

Os teores de fósforo apresentaram valores que variaram de 2,53 a 3,47%, sendo importantes para o crescimento microbiano.

Os valores de pH podem ser considerados ideais segundo a Normativa, onde o valor de referência para pH é de no mínimo 6 para compostos da Classe A. Os valores de carbono orgânico também são considerados bons de acordo com a Normativa, onde estipula o valor mínimo de 15%.

A análise granulométrica dos seis compostos produzidos se encontra na Tabela 4.

Tabela 4 – Distribuição granulométrica dos compostos

Composto		Peneiras	Massa Retida (g)	Proporção (%)
Manual	30% RP + 70% RC	ABNT nº 18	100,2	73,1
		ABNT nº 35	17,6	12,8
		Fundo	19,2	14,1
		Total	137	100
	50% RP + 50% RC	ABNT nº 18	33,4	55,5
		ABNT nº 35	10,4	17,3
		Fundo	16,4	27,2
		Total	60,2	100
	70% RP + 30% RC	ABNT nº 18	8,2	40,2
		ABNT nº 35	3	14,7
		Fundo	9,2	45,1
		Total	20,4	100
Reator	30% RP + 70% RC	ABNT nº 18	109,6	72,5
		ABNT nº 35	14,4	9,5
		Fundo	27,2	18

	Total	151,2	100
50% RP + 50% RC	ABNT n° 18	81,8	72,9
	ABNT n° 35	18	16,05
	Fundo	12,4	11,05
	Total	112,2	100
70% RP + 30% RC	ABNT n° 18	24,8	59,6
	ABNT n° 35	9	21,6
	Fundo	8,6	18,8
	Total	41,6	100

Considerando que as análises foram realizadas apenas com peneiras ABNT n° 18 (1mm) e ABNT n° 35 (0,5mm), pode-se dizer que os resultados acima demonstram que a classificação dos compostos produzidos se enquadra como Farelado ou até mesmo Farelado Fino.

5.2 – CULTIVO DO GIRASSOL

5.2.1 – Porcentagem de germinação

A germinação e o crescimento das mudas podem ser observados na Figura 11.



Figura 11 – Germinação e crescimento das mudas de girassol

A porcentagem de germinação das plantas está apresentada na Tabela 5.

Tabela 5 – Porcentagem de germinação (%) das mudas nos diferentes tratamentos

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Reator	50	90	100	0	80	50	70	0	10	70	60	0	80	80
Manual	100	100	100	100	40	70			100	50	70	100	90	90

Pode-se observar que houve germinação satisfatória na maioria dos tratamentos testados, exceto nos tratamentos T4 e T12 dos reatores, sendo que estes tinham como substrato o adubo produzido com 30% de resíduos de poda e 70% de resíduos orgânicos da cantinas. Sabe-se que antes de ser usado, este adubo apresentava características físicas similares a pequenas pedras, provavelmente devido ao tempo que ficou armazenado, o que pode ter contribuído para essa resposta de germinação.

Também não houve germinação no tratamento 8 (100% de adubo químico). Ao analisar os tratamentos T4, T5 e T6 (100% de adubo orgânico nas proporções 1, 2 e 3, respectivamente), verificou-se que quando utilizado 100% de adubo orgânico as plantas germinaram, sendo o adubo orgânico mais eficiente que o adubo químico.

Os tratamentos T1 a T3 (60% de terra + 40% de composto orgânico) apresentaram 100% de germinação, confirmando que a proporção citada por Brito (2008) (60% terra e 40% adubo) é a mais adequada.

Nota-se também que o adubo produzido no sistema manual na proporção 1 de resíduos (30% de resíduos de poda e 70% de resíduos orgânicos) foi o que obteve a melhor resposta de germinação dos girassóis. Independente da quantidade de terra adicionada ao adubo, os tratamentos T1, T4, T9, T12 tiveram 100% de germinação. Portanto, fica evidente que o crescimento das plantas é favorecido quando é utilizado adubo com maior proporção de resíduos orgânicos.

Os tratamentos com compostos produzidos no reator não apresentaram germinações tão satisfatórias. Não houve constância na germinação das mudas em relação à proporção de resíduos para a produção de adubo, nem em relação à proporção de terra adicionada ao adubo no plantio das mudas.

5.2.2 – Índice de Velocidade de Emergência

O IVE calculado pode ser observado na Tabela 6.

Tabela 6 – Índice de Velocidade de Emergência dos diferentes tratamentos (T1 a T14)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Reator	0,9	1,9	3	0	1,1	1,1	1,3	0	0,1	0,9	1,3	0	1,6	1,0
Manual	4,7	3,7	3,7	3,4	0,7	1,9			1,7	0,8	1,7	2,5	1,2	1,7

Sabe-se que quanto maior o valor do IVE, maior a germinação média diária, e, portanto, melhor o tratamento. Os dados da Tabela 5 demonstram que o maior IVE ocorreu no T1 Manual (60% de terra + 40% de composto orgânico produzido na proporção 1: 30% de resíduos de poda e 70% de resíduos das cantinas).

Em geral, é possível observar também que os plantios realizados com o composto produzido em leira de revolvimento manual obtiveram um maior IVE, caracterizando-se, novamente, em compostos de resposta mais rápida no caso do plantio de girassol.

Ao observar os resultados nota-se também que o adubo produzido no sistema manual na proporção 1 de resíduos (30% de resíduos de poda e 70% de resíduos orgânicos) foi o que obteve os maiores valores de IVE, independente da quantidade de terra adicionada ao adubo (T1, T4, T9, T12).

No caso do adubo produzido mecanicamente, o maior valor de IVE foi obtido no tratamento 13 (50% de terra e 50% de composto orgânico produzido na proporção 2: 50% de resíduos de poda e 50% de resíduos orgânicos das cantinas), entretanto, não foi possível determinar uma proporção ótima de resíduos ou de mistura de terra/adubo.

O tratamento 7 (terra) apresentou um bom resultado quando comparado a outros tratamentos. Isto se deve provavelmente à quantidade de nutrientes e sua forma que ficou disponível para a planta.

5.2.3 – Altura da parte aérea

As Figuras 12 e 13 apresentam os monitoramentos do crescimento do girassol quando se utilizou os compostos orgânicos produzidos no reator, nos tratamentos de T1 a T7 e de T8 a T14, respectivamente.

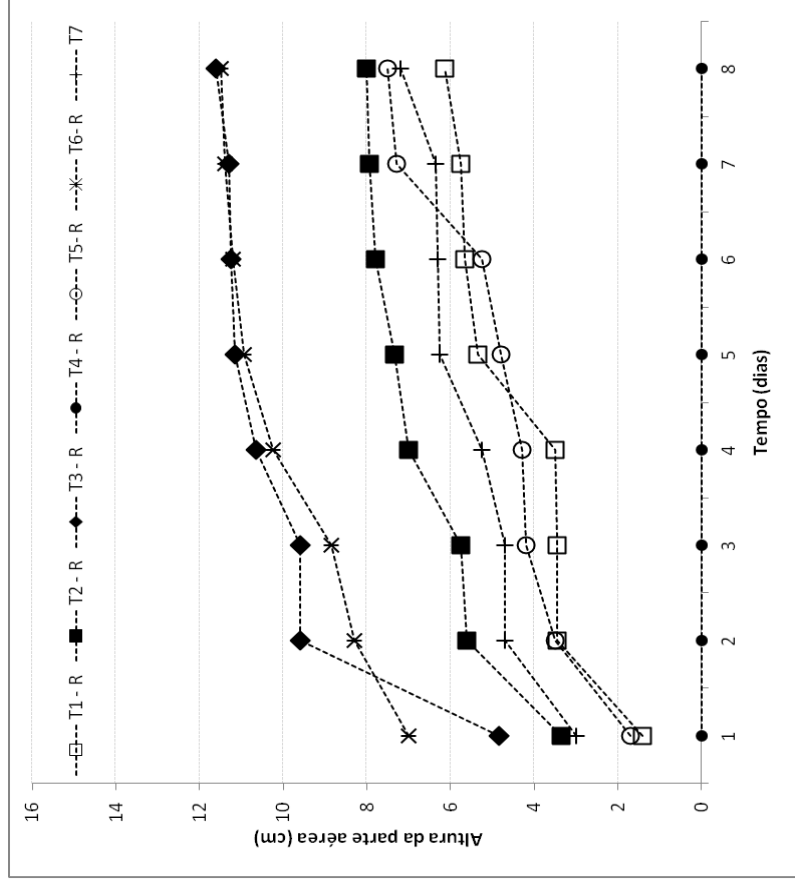


Figura 12 – Crescimento da parte aérea dos girassóis produzidos com compostos do reator (T1 a T7)

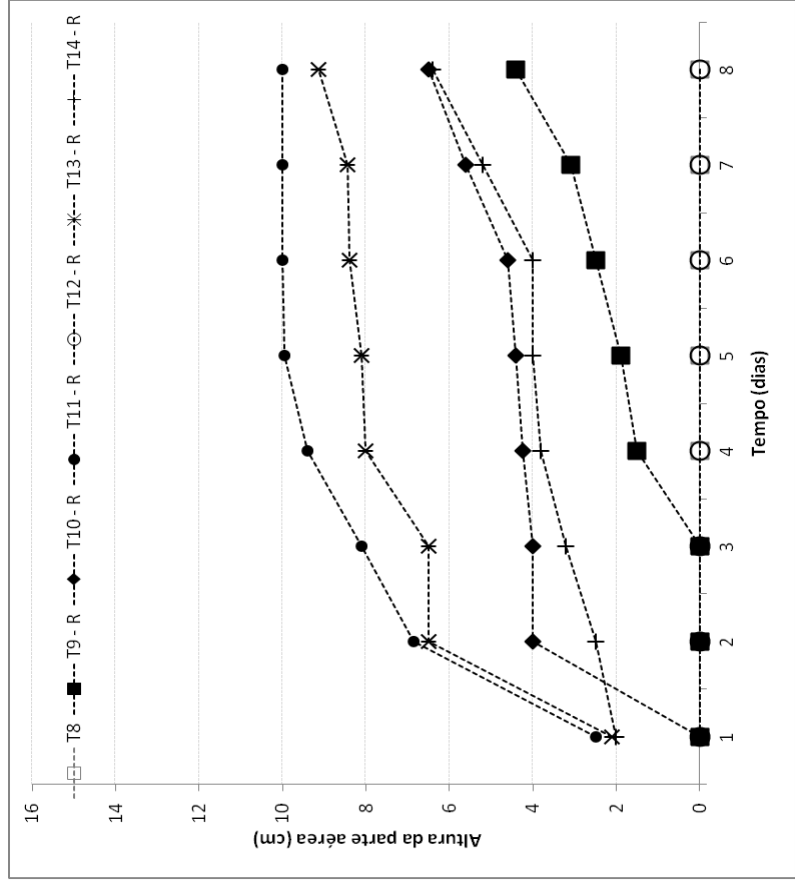


Figura 13 – Crescimento da parte aérea dos girassóis produzidos com compostos do reator (T8 a T14)

Analisando-se os resultados, verifica-se que os tratamentos que obtiveram as melhores respostas de crescimento foram o T3 – reator (60% de terra + 40% de adubo orgânico produzido na proporção 3: 70% de resíduos de poda e 30% de resíduos das cantinas) e o T6 – reator (100% de adubo orgânico produzido na proporção 3). Outro tratamento que também obteve uma boa resposta foi o T11 – reator (30% de terra + 70% de composto orgânico produzido na proporção 3). Portanto, os resultados indicaram que a proporção 3 (70% de resíduos de poda e 30% de resíduos das cantinas) pode atender às demandas nutricionais do girassol.

As Figuras 14 e 15 apresentam os monitoramentos do crescimento do girassol quando se utilizou os compostos orgânicos produzidos pelo método convencional (leira manual), nos tratamentos de T1 a T7 e de T8 a T14, respectivamente.

Conforme observado nas Figuras 14 e 15, os tratamentos que demonstraram as melhores respostas de crescimento foram os T1 – manual (60% de terra + 40% de composto orgânico produzido na proporção 1: 30% de resíduos de poda e 70% de resíduos das cantinas), T3 – manual (60% de terra + 40% de composto orgânico produzido na proporção 3: 70% de resíduos de poda e 30% de resíduos das cantinas) e T4 – manual (100% de composto orgânico produzido na proporção 1: 30% de resíduos de poda e 70% de resíduos das cantinas). Portanto, o crescimento das mudas apresentaram respostas similares à germinação e ao IVE, em que a proporção 1 de resíduos (30% de resíduos de poda + 70% de resíduos orgânicos) foi satisfatória, indicando bons resultados quando tratados com maior quantidade de resíduos orgânicos.

A Figura 14 mostra claramente que o uso de adubo potencializou o efeito do crescimento quando comparado com o uso de 100% de terra (T7). Observa-se que não houve crescimento no tratamento 8 (adubo químico), provavelmente pelo excesso de nutrientes, desequilibrando a demanda nutricional da semente de girassol.

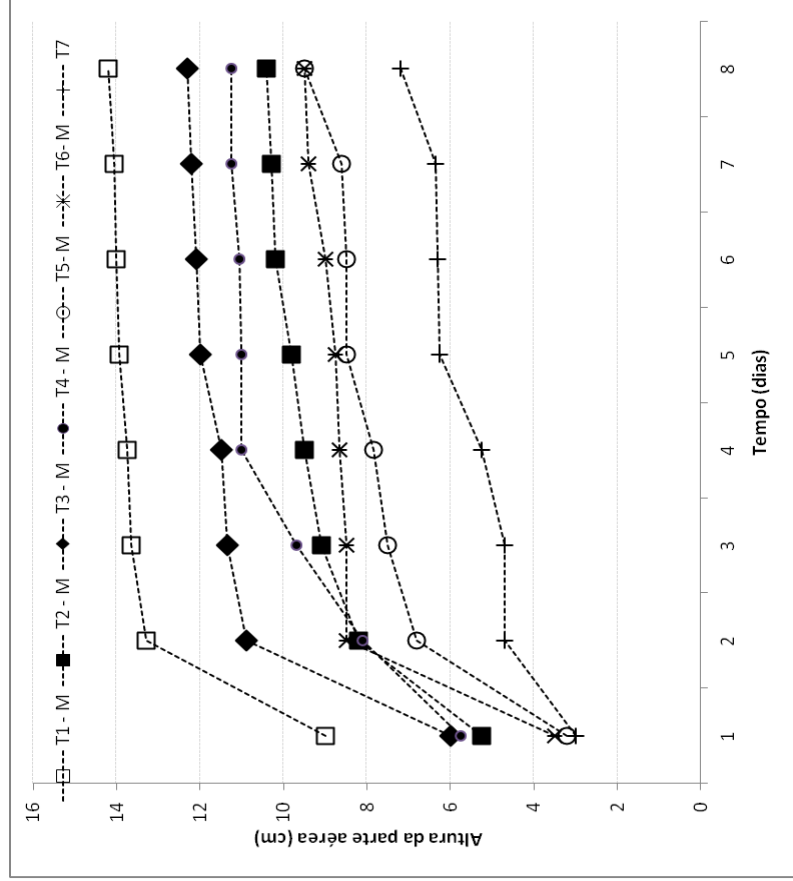


Figura 14 – Crescimento da parte aérea dos girassóis produzidos com compostos das leiras manuais (T1 a T7)

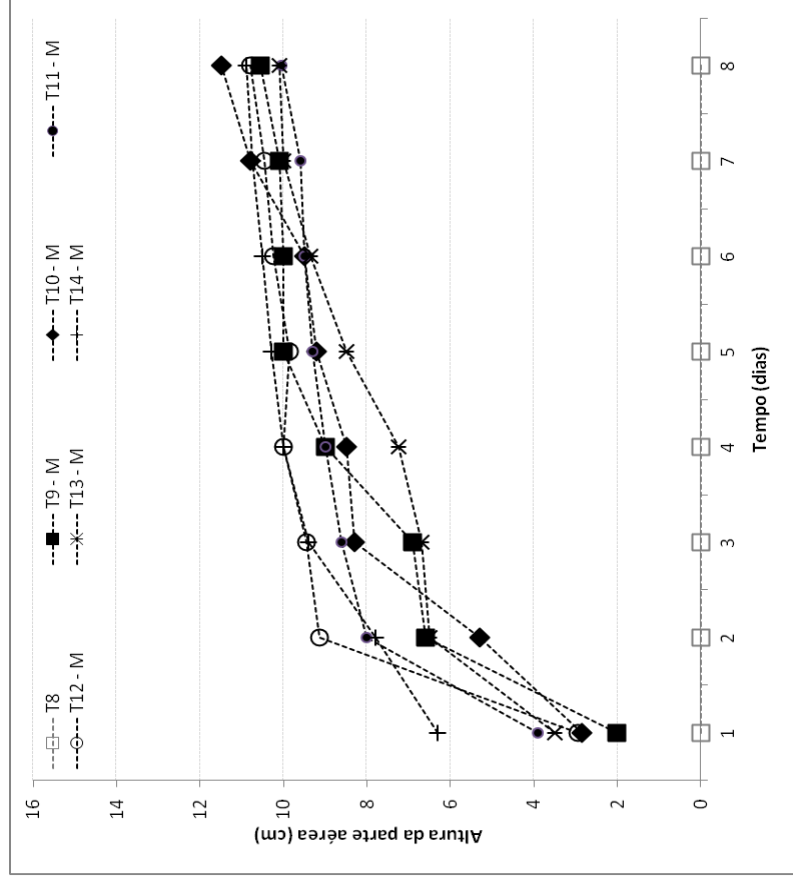


Figura 15 – Crescimento da parte aérea dos girassóis produzidos com compostos das leiras manuais (T8 a T14)

5.2.4 – Diâmetro do caule

Outra variável analisada foi diâmetro do caule, que expressa o processo de crescimento da muda. O diâmetro do caule das mudas produzidas com compostos dos reatores pode ser observado nas Figuras 16 e 17, que apresentam os tratamentos de T1 a T7 e T8 a T14, respectivamente.

Nota-se que não houve grandes variações no diâmetro do caule das mudas ao longo dos dias de monitoramento em todos os tratamentos estudados.

As Figuras 18 e 19 apresentam o diâmetro do caule das mudas produzidas com composto da leira manual dos tratamentos T1 a T7 e T8 a T14, respectivamente. Nota-se, também, que não há grandes variações, exceto que houve uma maior eficiência no T1 – manual (60% de terra + 40% de composto orgânico produzido na proporção 1: 30% de resíduos de poda e 70% de resíduos das cantinas), apresentando novamente boa resposta com a proporção 1 de resíduos).

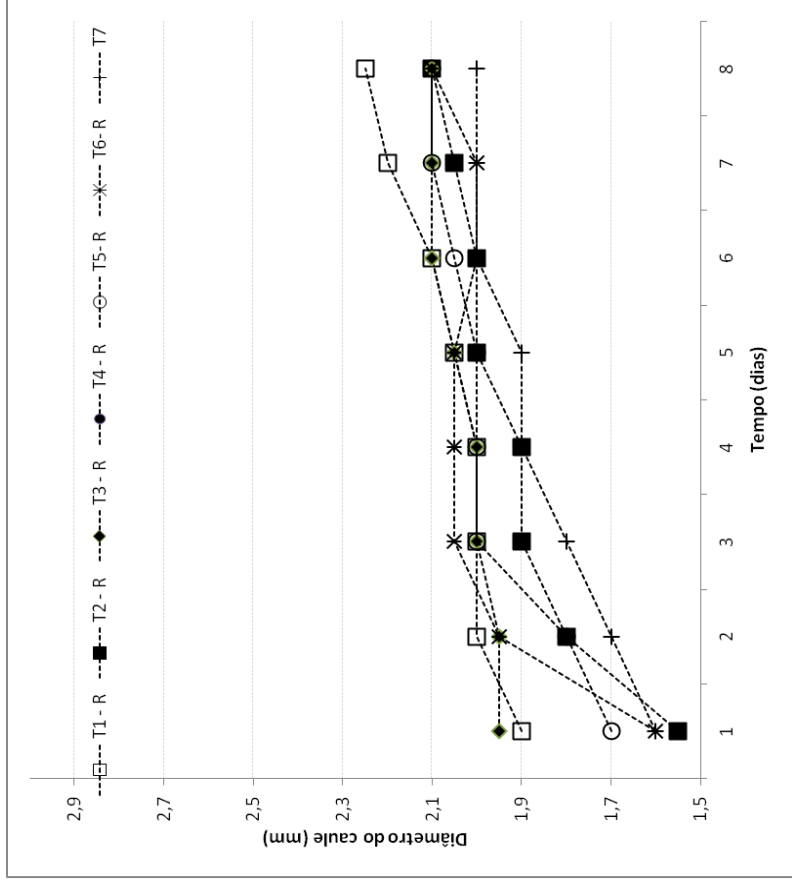


Figura 16 – Crescimento do diâmetro do caule dos girassóis produzidos com compostos do reator (T1 a T7)

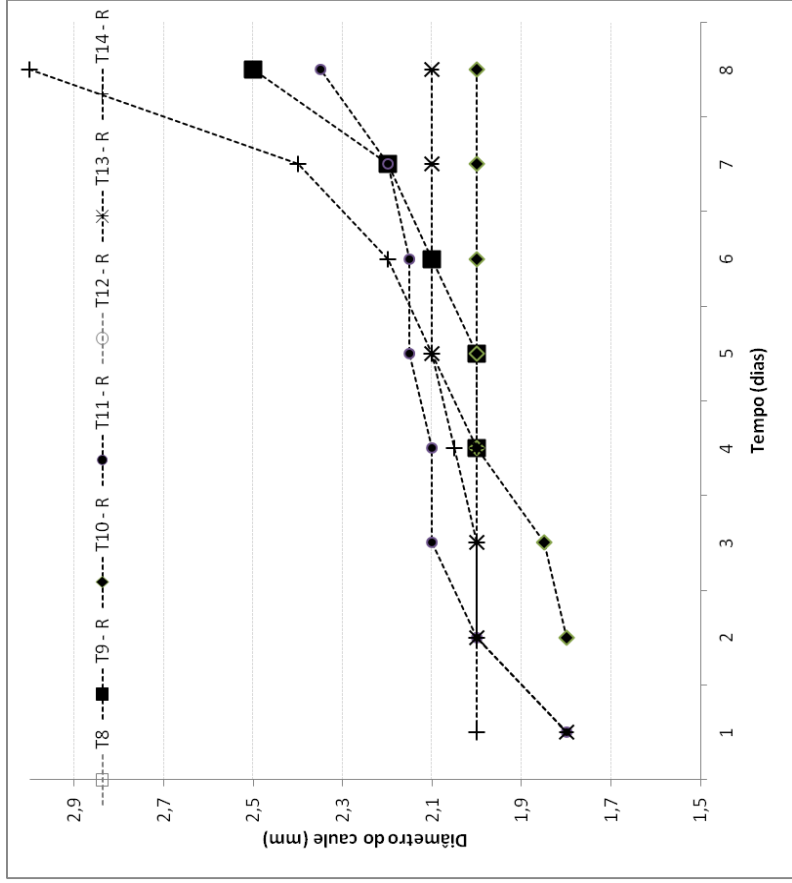


Figura 17 – Crescimento do diâmetro do caule dos girassóis produzidos com compostos do reator (T8 a T14)

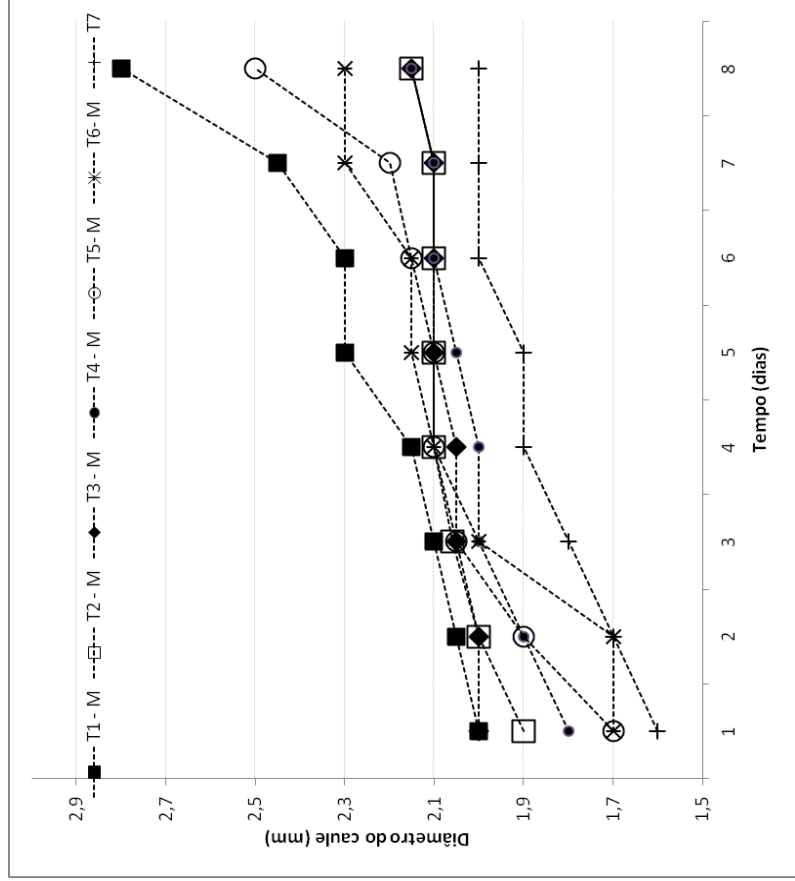


Figura 18 – Crescimento do diâmetro do caule dos girassóis produzidos com compostos das leiras manuais (T1 a T7)

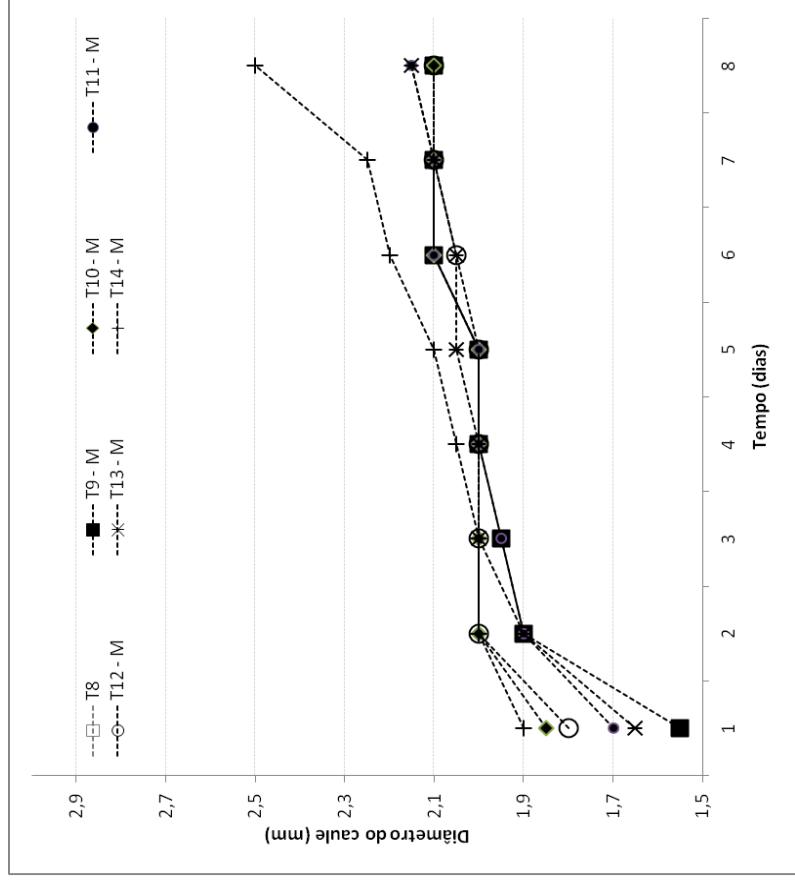


Figura 19 – Crescimento do diâmetro do caule dos girassóis produzidos com compostos das leiras manuais (T8 a T14)

5.2.5 – Taxa de mortalidade (%)

A taxa de mortalidade é um elemento demográfico do número de perdas registradas em média em um dado espaço e período de tempo. A taxa de mortalidade das plantas está apresentada na Tabela 7.

Tabela 7 – Taxa de mortalidade (%) das mudas nos diferentes tratamentos (T1 a T14)

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14
Reator	20	0	0	0	0	20	0	0	0	0	17	0	0	0
Manual	0	10	20	0	25	14			0	0	14	0	11	0

É possível notar que não houve morte dos girassóis em grande parte dos tratamentos. A taxa de mortalidade pode ser considerada baixa, demonstrando uma boa eficácia na utilização dos adubos orgânicos para o plantio do girassol. Algumas plantas podem não ter se desenvolvido por vários fatores, tais como falta de nutrientes, parasitas, doenças, entre outros. Pode-se observar também que, nos tratamentos com adubos produzidos no reator, a taxa de mortalidade foi mais baixa – o que pode ser explicado pela menor porcentagem (ou até nenhuma) de germinação das mudas.

Ao observar os resultados que apresentam variações na quantidade de terra e adubo produzido manualmente (T1 a T3: 60% de terra + 40% de adubo; T4 a T6: 100% de adubo orgânico; T9 a T11: 30% de terra + 70% de adubo; T12 a T14: 50% de terra + 50% de adubo), os tratamentos que contém a proporção 1 de resíduos (30% de resíduos de poda + 70% de resíduos orgânicos) apresentaram 0% de mortalidade (tratamentos T1, T4, T9 e T12), indicando que esta proporção fornece nutrientes e condições necessárias ao crescimento da planta ao longo do tempo.

5.2.6 – Massa Seca das plantas

A Tabela 8 apresenta os valores de biomassa seca obtidos após o término do cultivo das mudas de girassol. A tabela indica todos os tratamentos estudados e os valores da biomassa seca das 10 plantas por parcela.

Tabela 8 – Massa seca dos girassóis (gramas) das 10 plantas nos diferentes tratamentos (T1 a T14)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Reator	T1	0	0	0,0581	0,0709	0	0	0,0642	0,038	0	0
	T2	0,1055	0,0877	0,0433	0,0528	0,0845	0,0666	0,0285	0	0,081	0,0468
	T3	0,0408	0,0709	0,063	0,0627	0,0925	0,0721	0,0662	0,0585	0,0425	0,0474
	T4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T5	0,0802	0,0683	0,0376	0,0662	0,0412	0,0733	0	0,0517	0,0507	0
	T6	0	0,0665	0,036	0,0661	0	0	0	0	0,0331	0
	T9	0	0	0	0	0	0,0446	0	0	0	0
	T10	0	0,0461	0,0543	0,013	0,0439	0,048	0,0594	0,0508	0	0
	T11	0	0	0	0,0534	0,0306	0	0,0363	0,0658	0,0711	0
	T12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	T13	0,0301	0,0401	0,0697	0,0758	0,071	0,0613	0,0579	0,0356	0	0
	T14	0,0722	0,0366	0,046	0,0595	0,0956	0,0429	0	0,0786	0,051	0
Terra	T7	0,2179	0	0	0,0715	0,1235	0,1236	0	0,0696	0,1151	0,1829
Adubo	T8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Manual	T1	0,0803	0,0863	0,0997	0,0885	0,0731	0,0845	0,0933	0,062	0,0861	0,1075
	T2	0,0989	0,0676	0,0536	0,0669	0,0547	0	0,0763	0,077	0,0917	0,089
	T3	0,1153	0	0,0788	0	0,0668	0,0467	0,0437	0,0879	0,0613	0,0711
	T4	0,0596	0,0545	0,0926	0,0636	0,0582	0,062	0,1006	0,0637	0,0908	0,0644
	T5	0	0	0,0645	0	0,044	0	0	0	0	0,0751
	T6	0,056	0	0,0658	0,0641	0,0693	0	0	0,0557	0	0,0617
	T9	0,0635	0,0442	0,07021	0,0814	0,0919	0,0514	0,0458	0,0635	0,035	0,0487
	T10	0	0,0442	0	0,0534	0,0665	0	0	0,0786	0	0,0548
	T11	0	0,0502	0,0621	0,0968	0,0503	0	0	0,0446	0	0,0906
	T12	0,0507	0,0668	0,0515	0,0527	0,0827	0,0623	0,0494	0,0746	0,1034	0,074
	T13	0,0394	0,0542	0,0784	0	0,0551	0	0,06	0,0321	0,0495	0,0385
	T14	0,0602	0,0745	0,0466	0,0662	0,0725	0	0,041	0	0,0735	0,054

Em função da baixa taxa de germinação das mudas com a utilização de adubo orgânico produzido no reator, não foi possível determinar a biomassa seca em vários tratamentos conforme observado em T4, T9 e T12. O mesmo ocorreu com o adubo químico (T8).

Para a análise estatística foi utilizado o *software Assistat 7.6 Beta* – Teste de Kruskal-Wallis, que consiste em comparar três ou mais amostras independentes do mesmo tamanho ou desiguais, sendo que foi analisada a massa seca dos girassóis. A análise se encontra na Tabela 9 no caso dos tratamentos feitos com o adubo produzido no reator, e na Tabela 10 com o adubo produzido manualmente.

Tabela 9 – Análise estatística (adubo produzido no reator)

Tratamento	Média da biomassa seca	Classificação
1	0.02312	g
2	0.05967	b
3	0.06166	a
4	0	j
5	0.04692	c
6	0.02017	h
7	0.09041	ab
8	0	j
9	0.00446	i
10	0.03155	e
11	0.02572	f
12	0	j
13	0.04415	d
14	0.04824	c

Observando-se os resultados, nota-se que não há diferença estatística significativa entre o tratamento T7 (100% de terra) e o tratamento T2 – reator (60% de terra + 40% de composto orgânico produzido na proporção 2: 50% de resíduos de poda e 50% de resíduos das cantinas), bem como em relação ao T7 e ao T3 – reator (60% de terra + 40% de composto orgânico produzido na proporção 3: 70% de resíduos de poda e 30% de resíduos das cantinas). Embora não tenha ocorrido diferença estatística significativa, o tratamento que forneceu maior valor de biomassa seca foi o T7, seguido do T3 e T2, respectivamente.

Pode-se observar também que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos T5 (100% de adubo orgânico na proporção 2) e T14 (50% de terra + 50% de adubo na proporção 3). Conforme citado anteriormente, em função de não ter ocorrido germinação nos tratamentos T4, T8 e T12, tais tratamentos foram estatisticamente iguais.

Tabela 10 – Análise estatística (adubo produzido manualmente)

Tratamento	Média da biomassa seca	Classificação
1	0.08673	a
2	0.06757	b
3	0.05716	d
4	0.07100	b
5	0.01836	i
6	0.08728	f
7	0.09041	b
8	0	j
9	0.05956	d
10	0.02975	h
11	0.03946	g
12	0.06681	c
13	0.04572	f
14	0.04885	e

Observa-se que não há diferença estatística significativa entre os tratamentos T2 – manual (60% de terra + 40% de adubo produzido manualmente na proporção 2: 50% de resíduos de poda e 50% de resíduos das cantinas); T4 – manual (100% de adubo produzido manualmente na proporção 1: 30% de resíduos de poda e 70% de resíduos das cantinas) e T7 (100% de terra). Vale ressaltar que o tratamento que forneceu maior valor de biomassa seca foi o T7, seguido de T4 e T2, respectivamente.

Os dados também indicam que não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos T3 – manual (60% de terra + 40% de adubo produzido manualmente na proporção 3: 70% de resíduos de poda e 30% de resíduos das cantinas) e o T9 – manual (30% de terra + 70% de composto orgânico produzido na proporção 1).

O tratamento T6 – manual (100% de composto orgânico produzido na proporção 3) também não diferiu estatisticamente do tratamento T13 – manual (50% de terra + 50% de composto orgânico produzido na proporção 2).

Assim, no geral, verifica-se a partir das Tabelas 9 e 10 que os maiores valores de biomassa seca foram obtidos nos tratamentos T7 (100% de terra), T6 – manual (100% de composto orgânico produzido na proporção 3) e T1 – manual (60% de terra + 40% de adubo produzido na proporção 1).

6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os compostos orgânicos produzidos, sob diferentes condições, nos reatores e leiras, tiveram a maioria de seus parâmetros enquadrados nos valores estabelecidos na Instrução Normativa nº 25 de 23/07/2009 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento, para uso de composto orgânico.

Ao se fazer o monitoramento do crescimento do girassol, observou-se que, em geral, as mudas produzidas com adubos do tratamento manual obtiveram melhor resposta das variáveis analisadas (porcentagem de germinação, mortalidade, crescimento da parte aérea e diâmetro do caule) em relação aos adubos produzidos no reator com injeção de ar comprimido.

A proporção 1 de resíduos no sistema manual (30% de resíduos de poda +70% de resíduos orgânicos) foi a mais eficaz no plantio de girassol, independente da quantidade de terra adicionada ao adubo, indicando que o adubo produzido com maior concentração de resíduos orgânicos foi melhor para as mudas.

Os resultados estatísticos determinaram que os maiores valores de biomassa seca foram obtidos nos tratamentos T7 (100% de terra), T6 – manual (100% de composto orgânico produzido na proporção 3) e T1 – manual (60% de terra + 40% de adubo produzido na proporção 1). Portanto, estes podem ser indicados como os tratamentos mais adequados para o cultivo de girassol com a utilização de adubo orgânico proveniente da compostagem dos resíduos de poda e capina e dos resíduos orgânicos da cantina da FCT/UNESP.

Vale ressaltar que as variáveis foram analisadas apenas nos primeiros 22 dias do ciclo de vida do girassol, e, portanto, não é possível afirmar que os tratamentos acima mencionados são os melhores para o ciclo completo de vida do girassol.

7 – REFERÊNCIAS

ABREU, I. M. O. *Produtividade e Qualidade Microbiológica de Alface sob diferentes fontes de Adubos Orgânicos*. 2008. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

ACOSTA, J. F. Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN. Dissertação (mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. 56 f. Campina Grande, 2009.

ALVES, W. L. *Compostagem e vermicompostagem no tratamento do lixo urbano*. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 47p.

BRITO, M. J. C. *Processo de Compostagem de Resíduos Urbanos em Pequena Escala e Potencial de Utilização do Composto como Substrato*. 2008. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) – Universidade Tiradentes, Aracaju.

CÂMARA, G. M. de S. Girassol: Tecnologia da Produção. In:____. LPV 0506: Plantas Oleaginosas. Piracicaba: ESALQ, Departamento de Produção Vegetal, 2003. p.153-180.

CARLI, S. T. *Uso de degradadores biológicos na aceleração do processo de compostagem dos resíduos orgânicos vegetais e palhas de embalagem – estudo de casa na CEASA- Curitiba*. Faculdade de Ciências Exatas, Universidade Tuiuti do Paraná, Engenharia Ambiental. 159 f. 2010.

CASTIGLIONI, V.B.R., BALLA, A., CASTRO, C., SILVEIRA, J.M. *Fases de desenvolvimento da planta do girassol*. Documentos, EMBRAPA-CNPSO. n.58, 1994, 24 p.

DIAS, M. A.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B.; DIAS, D. C. F. dos S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. *Revista Brasileira de Sementes*, v.30, nº 3, p. 115-121, 2008.

dos Santos, E. M., Barreto Ramos, R. E., & Pinheiro, J. I. (2002). RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ABORDAGEM. *XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção* (p. 8). Curitiba: ENEGEP.

EMPRESA MUNICIPAL DE ÁGUAS E RESÍDUOS DE PORTIMÃO, E. M. – EMARP. *Manual da prática da compostagem doméstica: “Compostar em Portimão”*. Portimão, Portugal: EMARP, 2005, 12 p.

FUNDAÇÃO JORGE DUPRAT FIGUEREDO DE SEGURANÇA E MEDICINA DO TRABALHO – FUNDACENTRO. *Compostagem doméstica de lixo*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu. 2002, 40 p.

GLÓRIA, N. A. Uso agrônomo de resíduos. In: *Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas*, 20, Piracicaba, 1992. Anais. Campinas: Fundação Cargill, 1992. P195-212.

JARDIM, N.Z. et al. IPT/CEMPRE: *Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado*. São Paulo: IPT, 1995. 278 p.

JUNGLOS, F. S.; MORAIS, G. A. de. *Acompanhamento do desenvolvimento de mudas de espécies nativas em plantio heterogêneo no sítio Santa Helena, município de Ivinhema – MS*. Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Unidade Universitária de Ivinhema, 2009.

KASSENGA, G. R. Potencial and constraints of composting as a market solid wastes disposal option for Dar Es Salaam, Tanzania. *The journal of solid waste technology and management*, May 1999, Volume 26, number 2.

KIEHL, E. J. 1985, *Fertilizantes Orgânicos*. São Paulo: Editora Agronômica – CERES.

KIEHL, E. J. *Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto*. Piracicaba: E. J. Kiehl. 1998, 171 p.

LEAL, M. A. A. *Produção e Eficiência Agronômica de Compostos Obtidos com Palhada de Gramínea e Leguminosa para o Cultivo de Hortaliças Orgânicas*. 2006. 133 f. Tese (Doutorado em Ciências em Agronomia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

LOBO, T. F. *Níveis de Lodo de Esgoto no Desenvolvimento, Nutrição e Produtividade da cultura do Girassol*. 2006. 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *CropScience*, Madison, p.176-177, 1962.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do Estado Nutricional das Plantas. Princípios e Aplicações*. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo. 2ª ed. 319 p. 1997.

MARTINI, R. COSTA, C. D.; BOTEON, M. Gestão do lixo: um estudo sobre as possibilidades de reaproveitamento do lixo de propriedades hortícolas. XLIV Congresso da Sober. Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Fortaleza, 2006.

MELO, G. M. P. de; MELO, V. P. de; MELO, W. J. de. *Compostagem*. Jaboticabal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. 10 p. 2007.

NASCIMENTO, J. S. *Compostagem*. 2005.

OLIVEIRA, E. C. A. de; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. *Compostagem*. Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Programa de Pós Graduação em solos e nutrição de plantas. 19 f. Piracicaba, São Paulo, 2008.

OLIVEIRA, R. B. de; LIMA, J. S. de S.; SOUZA, C. A. M. de; SILVA, S. de A.; FILHO, S. M. Produção de mudas de essências florestais em diferentes substratos e acompanhamento do desenvolvimento em campo. *Ciênc. Agrotec.* Lavras, v.32, n.1, p.122-128, jan/fev, 2008.

RAO, M. S.; SINGH, S. P. 2004, "Bioenergy conversion studies of organic fraction of MSW: kinetic studies and gas yield-organic loading relationships for process optimization". *Bioresource Technology*, v. 95, pp. 173-185.

RIZK, M. C. *Tratamento de resíduos frutihortícolas*. Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química. 131 f. 2009.

ROSSI, R.O. Girassol. Curitiba: Tecnagro. Curitiba, 1998. 333p.

SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F. A. de O. (Ed.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais*. Porto Alegre: Genesis, 1999. 491 p.

SANTOS, J. A. *Compostagem do Lodo de Curtume e seu uso Agrícola: Efeito sobre Indicadores Biológicos de Qualidade do Solo*. 2010. 77 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina.

SCHOFFEL, A.; KOEFENDER, J.; COLLING, A.; NOWICKI, A.; RIBEIRO, A. L. de P. *Produção de Fitomassa em Plantas de Cobertura*. XVI Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. Cruz Alta, Rio Grande do Sul, 2011.

SILVA, F. C., BERTON, R. S., CHITOLINA, J. C., *et al.*, (2002), "Recomendações Técnicas para o Uso Agrícola do Composto de Lixo Urbano no Estado de São Paulo", Embrapa – Circular Técnica 3, pp. 1-17.

SOARES, E. R.; RUI, T. L. da.; BRAZ, R. F.; JUNIOR, W. K. K. *Desenvolvimento de mudas de pepino em substratos produzidos com resíduos de algodão e de poda de árvores*. VI Encontro Nacional sobre substratos para plantas. Fortaleza, Ceará, 2008.

SOUZA, F. A. de; AQUINO, A. M. de; RICCI, M. dos S. F.; FEIDEN, A. *Compostagem*. Seropédica: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Agrobiologia, 11 p., 2001 (Boletim Técnico, nº 50).

TEIXEIRA, L. B. *et al.* *Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural*. Belém: Embrapa, 2004, 8 p. (Circular Técnica, 33).

TEODORO, R. B. *et al.* Aspectos agronômicos de leguminosas para adubação verde no Cerrado do Alto Vale do Jequitinhonha. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, Viçosa, v. 35, n. 2, abr. 2011.

WANGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. *Revista Brasileira de Agroecologia*. 5(2): p.81-88, 2010.