

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE BETERRABA EM FUNÇÃO DE DOSES DE BOKASHI
E TORTA DE MAMONA EM COBERTURA**

PRISCILLA NÁTALY DE LIMA SILVA

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**PRODUÇÃO DE BETERRABA EM FUNÇÃO DE DOSES DE BOKASHI
E TORTA DE MAMONA EM COBERTURA**

PRISCILLA NÁTALY DE LIMA SILVA

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO
DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA
- LAGEADO- BOTUCATU (SP)

S586p Silva, Priscilla Nátaly de Lima, 1988-
Produção de beterraba em função de doses de bokashi e
torta de mamona em cobertura / Priscilla Nátaly de Lima
Silva. - Botucatu : [s.n.], 2014
x, 69 f. : il., color., grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014

Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

Inclui bibliografia

1. Beterraba. 2. Adubação orgânica. 3. Nutrientes. 4.
Beterraba - Nutrição. I. Cardoso, Antonio Ismael Inácio.
II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita
Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônô-
micas de Botucatu. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: PRODUÇÃO DE BETERRABA EM FUNÇÃO DE DOSES DE BOKASHI
E TORTA DE MAMONA EM COBERTURA**

ALUNA: PRISCILLA NÁTALY DE LIMA SILVA

ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO



PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS



PROF. DR. ARTHUR BERNARDES CECILIO FILHO

Data da Realização: 27 de fevereiro de 2014.

Dedico

Á minha mãe (Maria Antonia) e ao meu irmão (Fabiano Rafael),
pelo amor, incentivo e esforço na
educação e formação ao longo de minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus...

À toda minha família, minha mãe, meu irmão, minha cunhada por serem minha fonte de coragem, determinação e força, fazendo com que eu não desistisse perante os obstáculos.

Ao Professor Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso, pelos ensinamentos, paciência e confiança, orientações no mestrado, neste trabalho e na vida.

A Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e ao Departamento de Horticultura, principalmente aos funcionários Edvaldo, Admilson e Rose, pelo apoio e serviços prestados ao longo deste período.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel da UNESP/FCA, Antonio (Coalinho), Benedito (Dito), Willian, José, Daniel, Nilton, Maria, Carmem pela amizade e ajuda na condução dos experimentos.

Aos professores doutores Arthur Bernardes Cecílio Filho e Dirceu Maximino Fernandes, que aceitaram participar da minha banca de defesa.

Aos amigos Elcio Santos, Daiane Colman Cassaro, Tiago Santana Lima, Dilson Colman Cassaro, Lucas Lima, Elisângela Casanova, Helder Lima, Osni Júnior, Tiago Nunes, Felipe Castro pelo companheirismo e amizade sincera; Letícia, Maria, Thais e Alexandra pela amizade e convivência nestes anos.

Ao meu namorado Luciano, pela compreensão, carinho e amor e a Natalia Brito e Pamela Nakada, pelo companheirismo e ajuda na condução dos experimentos.

À todos, que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	IX
1 RESUMO	1
2 SUMMARY	3
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
4.1 Aspectos gerais da beterraba	8
4.2 Adubação orgânica	11
4.2.1 Bokashi	12
4.2.2 Torta de mamona	13
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
5.1 Localização e caracterização da área experimental.....	15
5.2 Experimentos I e II: bokashi.....	17
5.2.1 Temperaturas e precipitação observadas durante a condução dos experimentos.....	17
5.2.2 Tratamentos e delineamento experimental	19
5.2.3 Adubação.....	19
5.2.4 Descrição do composto orgânico e do bokashi	20
5.2.5 Obtenção de mudas e condução das plantas.....	21
5.2.6 Características avaliadas.....	21
5.3 Experimentos III e IV: torta de mamona.....	22
5.3.1 Temperaturas e precipitação observadas durante a condução dos experimentos.....	22
5.3.2 Tratamentos e delineamento experimental	24
5.3.3 Adubação.....	24
5.3.4 Descrição do composto orgânico e da torta de mamona	25
5.3.5 Obtenção de mudas e condução das plantas.....	26
5.3.6 Características avaliadas.....	26
5.3.6.1 Características das raízes e parte aérea.....	26
5.3.6.2 Acúmulo de macronutrientes.....	27
5.4 Análise estatística	28

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6.1 Experimentos I e II: bokashi.....	29
6.1.1 Análise de regressão para as doses de bokashi em cobertura.....	29
6.1.2 Comparação das doses de bokashi em cobertura com a testemunha com adubação inorgânica	34
6.1.3 Análise conjunta dos experimentos I e II	36
6.2 Experimentos III e IV: torta de mamona.....	38
6.2.1 Análise de regressão para as doses de torta de mamona em cobertura	38
6.2.2 Comparação das doses de torta de mamona em cobertura com a testemunha com adubação inorgânica	44
6.2.3 Análise conjunta dos experimentos III e IV	47
6.2.5 Acúmulo de macronutrientes.....	48
6.2.5.1 Análise de regressão para as doses de torta de mamona em cobertura	48
6.2.5.2 Comparação das doses de torta de mamona em cobertura com a testemunha com adubação inorgânica	54
6.2.5.3 Análise conjunta dos experimentos III e IV	57
7 CONCLUSÕES	59
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE TABELAS

Página

Tabela 1. Resultado da análise química básica do solo utilizado nos experimentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	16
Tabela 2. Tratamentos e equivalências dos nutrientes N e K ₂ O das doses de bokashi aplicadas em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	19
Tabela 3. Análise química do composto orgânico Visafértil [®] (CO) e do Bio Bokashi (BBO) utilizados nos experimentos I e II. Resultados em porcentagem na massa seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.....	20
Tabela 4. Análise química do composto orgânico Visafértil [®] (CO) e do Bio Bokashi (BBO) utilizados nos experimentos. Resultados em mg kg ⁻¹ na matéria seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.....	20
Tabela 5. Tratamentos e equivalências dos nutrientes N e K ₂ O das doses de torta de mamona aplicadas em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	24
Tabela 6. Análise química do composto orgânico Provaso [®] (CO) e da torta de mamona (TM) utilizados nos experimentos III e IV. Resultados em porcentagem na matéria seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.....	25
Tabela 7. Análise química do composto orgânico Provaso [®] (CO) e da torta de mamona (TM) utilizados nos experimentos. Resultados em mg kg ⁻¹ na matéria seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.....	26
Tabela 8. Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz da planta de beterraba (MSR), em função das doses de bokashi em cobertura, sem e com adubação inorgânica no plantio nos experimentos I e II. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	30
Tabela 9. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	35
Tabela 10. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	35

- Tabela 11. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba, nos experimentos com e sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 37
- Tabela 12. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 45
- Tabela 13. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 46
- Tabela 14. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba com e sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 47
- Tabela 15. Diâmetro da raiz das plantas de beterraba, sem e com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 48
- Tabela 16. Acúmulo de macronutrientes pela parte aérea, raiz e total pela planta de beterraba sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 54
- Tabela 17. Acúmulo de macronutrientes pela parte aérea, raiz e total pela planta de beterraba com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 56
- Tabela 18. Acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na parte aérea, raiz e total pela planta de beterraba, sem e com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 58

LISTA DE FIGURAS

Página

Figura 1. Experimento I no canteiro direito e experimento II no canteiro esquerdo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	17
Figura 2. Temperaturas média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) durante a condução dos experimentos I e II. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	18
Figura 3. Precipitação pluviométrica durante a condução dos experimentos I e II. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	18
Figura 4. Experimento III no canteiro direito e experimento IV no canteiro esquerdo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	22
Figura 5. Temperaturas média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) durante a condução dos experimentos III e IV. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	23
Figura 6. Precipitação pluviométrica durante a condução dos experimentos III e IV. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	23
Figura 7. a) Adubação em cobertura com torta de mamona; b) Adubação inorgânica em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	25
Figura 8. Altura das plantas de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	30
Figura 9. Massa da matéria fresca de raiz das plantas de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	31
Figura 10. Comprimento da raiz das plantas de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	32
Figura 11. Diâmetro da raiz das plantas de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	33
Figura 12. Produtividade de raízes de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.....	34

Figura 13. Altura de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.... 38

Figura 14. Massa da matéria fresca da parte aérea de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 39

Figura 15. Massa da matéria fresca de raiz de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 40

Figura 16. Massa da matéria seca da parte aérea de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 40

Figura 17. Massa da matéria seca de raiz de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem e com adubação inorgânica de plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 41

Figura 18. Comprimento da raiz de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem e com adubação inorgânica de plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 42

Figura 19. Diâmetro da raiz de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem e com adubação inorgânica de plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 43

Figura 20. Produtividade de raízes de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem e com adubação inorgânica de plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 43

Figura 21. Quantidade acumulada de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea pela planta de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 50

Figura 22. Quantidade acumulada de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na raiz pela planta de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 52

Figura 23. Quantidade acumulada de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no total das plantas (parte aérea e raiz) de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012..... 53

1 RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de doses de bokashi e torta de mamona aplicados em cobertura na produção de beterraba. Foram realizados quatro experimentos na Fazenda Experimental São Manuel (FCA/UNESP), localizada no município de São Manuel-SP. No primeiro e segundo experimentos foram testadas doses de bokashi em cobertura (0, 150, 300, 450 e 600 g m⁻²), e uma testemunha com cobertura inorgânica, totalizando seis tratamentos, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. A adubação de plantio constou apenas de composto orgânico (40 t ha⁻¹) no primeiro experimento e no segundo, além do composto orgânico foi feita a adubação inorgânica com NPK 4-14-8 (1,3 t ha⁻¹). No terceiro e quarto experimentos foram testadas doses de torta de mamona em cobertura (0, 150, 300, 450 e 600 g m⁻²), e uma testemunha com cobertura inorgânica, totalizando seis tratamentos, no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. A adubação de plantio constou apenas de composto orgânico (40 t ha⁻¹) no terceiro experimento e no quarto, além do composto orgânico, foi feita a adubação inorgânica com NPK 4-14-8 (1,7 t ha⁻¹). A adubação de cobertura nos experimentos foi parcelada em três vezes, em intervalos de 14 dias após o transplante. As características avaliadas foram: altura

da planta, massa fresca e seca da parte aérea e raiz, diâmetro e comprimento da raiz e produtividade. Também foi analisado o acúmulo de macronutrientes, no terceiro e quarto experimentos. A aplicação de até 600 g m^{-2} de bokashi em cobertura proporcionou incremento na altura da planta, massa da matéria fresca de raiz, comprimento de raiz e produtividade da beterraba, com e sem adubação inorgânica no plantio. A maior contribuição no crescimento e na produção de beterraba foi proporcionada pela adubação inorgânica em cobertura, com pequeno efeito das doses de bokashi em cobertura. Os aumentos nas doses de torta de mamona em cobertura proporcionaram incremento em todas as características vegetativas e relacionadas à produção, sem adubação inorgânica no plantio. A dose de 600 g m^{-2} de torta de mamona e a testemunha com adubação inorgânica em cobertura, proporcionou maior crescimento e produção de beterraba, com e sem adubação inorgânica no plantio. A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pelas raízes e na planta inteira de beterraba foi: $\text{K} > \text{N} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{S}$ e $\text{K} > \text{N} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{P} > \text{S}$, respectivamente.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*, adubação orgânica, acúmulo de nutrientes

BEET PRODUCTION AS A FUNCTION OF RATES OF BOKASHI AND CASTOR BEAN CAKE IN COVERAGE. Botucatu, 2012. 69 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: PRISCILLA NÁTALY DE LIMA SILVA

Adviser: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

2 SUMMARY

The objective of this study was to evaluate the influence of doses of Bokashi and castor bean cake applied as coverage in beet production. Four experiments were conducted at the Experimental Farm São Manuel (FCA/UNESP), located in the municipality of San Manuel - SP. In the first and second experiments doses of bokashi were tested (0, 150, 300, 450 and 600 g m⁻²), totaling six treatments in the experimental design of randomized blocks with four replications. In these experiments (first and second) the planting fertilization consisted only of organic compost (40 t ha⁻¹), and besides the organic compound, it was made inorganic fertilization with NPK 4-14-8 (1,3 t ha⁻¹). In the third and fourth experiments doses of castor bean were tested (0, 150, 300, 450 and 600 g m⁻²), totaling six treatments, the experimental design of randomized blocks with four replications. In these experiments (third and fourth), the planting fertilization consisted only of organic compost (40 t ha⁻¹) and besides the organic compound, it was made inorganic fertilization with NPK 4-14-8 (1,7 t ha⁻¹). The topdressing in the experiments was divided into three times, at intervals of 14 days after transplantation. The following characteristics were evaluated: plant height, fresh and dry weight of the shoot and the root, root diameter and length, and yield. In the third and fourth experiments, it was also analyzed the accumulation of macronutrients (nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium and sulfur). The application of up to 600 g m⁻² of bokashi cover resulted in an increase in plant height, fresh weight of root, root length and beet productivity with and without inorganic fertilizer at planting. The largest contribution to the growth and yield of beet was provided by inorganic topdressing, with little effect of doses of bokashi in coverage. Increases in doses of castor bean cake in coverage provided in all

vegetative growth related to the production without inorganic fertilizer at planting features. The dose of 600 g m^{-2} of castor bean cake and witness inorganically topdressing, provided greater growth and beet production, with and without inorganic fertilizer at planting. The descending order of nutrients accumulated by the roots and the whole plant beet was: $\text{K} > \text{N} > \text{P} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{S}$ and $\text{K} > \text{N} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{P} > \text{S}$, respectively.

Keywords: *Beta vulgaris*, organic fertilizer, nutrient accumulation

3 INTRODUÇÃO

A crescente demanda por hortaliças de alta qualidade exige que todas as etapas de produção, desde o preparo do solo, passando pelo plantio, colheita, chegando a comercialização, sejam rigorosas e criteriosas visando a maximização do potencial produtivo com qualidade. Para alcançar altas produtividades de hortaliças um dos fatores fundamentais é o manejo adequado da adubação orgânica e mineral (PEREIRA et al., 2010).

O manejo adequado de adubação deve satisfazer as necessidades nutricionais da cultura através de técnicas que proporcionem maior otimização no uso da água, de adubos, da mão de obra, entre outros fatores, culminando com menores perdas de nutrientes por erosão, lixiviação e volatilização (SOUSA et al., 2003). A adubação, conforme Faquin e Andrade (2004), melhora o estado nutricional das plantas e propicia a qualidade do produto gerado.

Segundo Perin et al. (2003), os solos brasileiros, em geral, são ácidos e pobres em nutrientes, essas características resultam em uma diminuição da matéria orgânica ao longo dos anos e fertilidade baixa, devido o uso contínuo do solo. Neste caso, a adubação

inorgânica é uma opção para o aumento da produtividade da cultura, apresentando rápida resposta nas plantas, pois os nutrientes são prontamente disponíveis.

Visando a maior sustentabilidade têm-se a adubação orgânica, onde a disponibilidade de nutrientes ocorre gradualmente, não sendo prontamente disponíveis, melhora a estrutura do solo; fornece macros e micronutrientes e também melhora as condições físicas, químicas e físico-químicas do solo (KIEHL, 2010). Os efeitos benéficos da matéria orgânica, os elevados custos dos adubos inorgânicos, juntamente com o crescimento anual médio de 20% no setor orgânico do Brasil, são fatores que tem favorecido o aumento do cultivo de hortaliças com adubos orgânicos (WACHSNER, 2014).

A maioria dos trabalhos encontrados na literatura diz respeito ao uso de adubos orgânicos no plantio, atuando como melhoradores do solo e fornecedores de nutrientes. Assim como para a maioria das espécies, para beterraba não existem recomendações de adubação orgânica em cobertura, apenas recomendações de adubação inorgânica em cobertura. Entre as opções de adubos orgânicos utilizados por produtores de hortaliças tuberosas têm-se o bokashi e a torta de mamona.

O bokashi é um adubo orgânico rico em nitrogênio, fósforo e potássio, que vem sendo utilizado na produção de hortaliças, podendo ser aplicado no plantio ou em cobertura (PENTEADO, 2003). Para a produção do bokashi são utilizadas matérias-primas nobres, esse fato eleva o custo por Kg do fertilizante, mas ele normalmente é aplicado em baixas dosagens. O bokashi incentiva a vida no solo (microrganismos) que promove a ciclagem de nutrientes e sua liberação para a nutrição das plantas. Esse fator favorece tanto os produtores convencionais, que buscam recuperar a vitalidade de seus solos, como os produtores orgânicos (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013).

Subproduto da extração de óleo de mamona, a torta de mamona também apresenta excelentes características como adubo orgânico, pois possui elevado teor de nitrogênio, fósforo e potássio (PIRES et al., 2004). Além disso, melhora as condições físicas e químicas do solo e a mineralização dos nutrientes ocorre de forma intensa (SEVERINO et al. 2004). A torta de mamona consiste em um adubo eficaz para as plantas, pois estimula o crescimento, além de ser viável economicamente e ambientalmente (COSTA et al., 2009).

Conforme Santos et al. (2012), para atender a necessidade nutricional da cultura, o adubo orgânico deve apresentar teor elevado de nutrientes e capacidade de

disponibilização de nutrientes com velocidade semelhante à demanda da cultura. O bokashi e a torta de mamona possuem essas características, sendo alternativas para a adubação em cobertura. Embora já sejam utilizados esses produtos, há pouca informação científica sobre seu uso como adubo orgânico. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de doses de bokashi e torta de mamona aplicados em cobertura na produção de beterraba.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Aspectos gerais da beterraba

A beterraba (*Beta vulgaris* L.), conforme pesquisa realizada pela Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas – ABCSEM, é uma das 17 hortaliças propagadas por sementes mais importantes no Brasil. Os cinco principais estados produtores de beterraba são: São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Os produtores movimentam 256,5 milhões de reais por ano. (TIVELLI et al., 2011).

Originária do sul e do leste da Europa e norte da África, a beterraba é uma hortaliça da família Amaranthaceae (JUDD et al., 2009), sendo também classificada como pertencente a família Chenopodiaceae (FILGUEIRA, 2008; TIVELLI et al. 2011). A utilização da beterraba de raiz branca é relatada no ano 1.000 a.C., na Sicília. Desde o ano de 425 a.C. foi comprovada sua presença na Grécia. A beterraba cultivada derivou de uma forma primitiva denominada *Beta vulgaris perennis* (TIVELLI et al., 2011).

Existem três tipos de beterraba cultivada: a açucareira, a forrageira (para alimentação animal) e a olerácea ou de mesa (para consumo humano). No Brasil, a quase

totalidade da área é com o tipo olerácea (CARDOSO, 2008). A parte comestível é formada pelo intumescimento do hipocótilo, parte tuberosa e purpúrea, que apresenta formato globular, desenvolvendo-se quase à superfície do solo (FILGUEIRA, 2008). No entanto, comumente se classifica a beterraba como uma raiz.

No Brasil, o cultivo de variedades de mesa fortaleceu-se grandemente com a imigração europeia e asiática, mas, em pequena escala comercial, quando comparado com tomate, cebola e outras hortaliças mais tradicionais. Houve um aumento na demanda desta hortaliça nos últimos anos, devido sua utilização para consumo *in natura*, nas indústrias de conservas e alimentos infantis (SOUZA et al., 2003). Também vem sendo utilizada como fonte de corante natural em sopas desidratadas, iogurtes e molhos (VASCONCELOS, 2009).

Conforme Tivelli et al. (2011), a beterraba apresenta elementos que fornecem excelente valor nutritivo na parte aérea e raiz, sendo rica em ferro, sódio, potássio, vitamina A e do Complexo B.

É uma hortaliça bienal herbácea, típica de clima temperado, produzindo bem em temperaturas amenas ou baixas, com melhor desenvolvimento em temperatura entre 10-20°C. As raízes são consideradas de qualidade quando estão suavemente doces e tenras após a cocção. As folhas das plantas são bastante nutritivas e seu consumo poderá aumentar, conforme as folhas jovens passarem a fazer parte do segmento “baby leaf”, mix de folhas para salada (TIVELLI et al., 2011).

Para passar da fase vegetativa para a reprodutiva, a beterraba necessita de baixa temperatura e disponibilidade de luz, e devido esse fato há poucas cultivares desenvolvidas no Brasil (FILGUEIRA, 2008). As cultivares de beterraba de mesa cultivadas no Brasil atualmente são de origem norte-americana ou europeia, com raiz tuberosa com formato globular e constituem o grupo denominado Wonder.

Na fase reprodutiva ocorre a emissão do pendão floral com 60 a 100 cm, com flores em inflorescência tipo espiga ramificada, aglomeradas em grupos de 2-5. Apresentam protandria, sendo o pólen liberado uma semana antes que o estigma esteja receptivo. Produz aglomerados de frutos - pixídios, com consistência corticosa, denominados “sementes” que são utilizados na propagação (VASCONCELOS, 2009).

A cultura é altamente exigente quanto à acidez do solo, produzindo melhor na faixa de pH entre 6,0 a 6,8. Dessa forma, na maioria dos solos, aplica-se calcário de

modo a elevar a saturação por bases a 80% e atingir o pH 6,5. Porém, a correção de acidez ocasiona menor disponibilidade de boro no solo, que deve ser suprido pela adubação, prevenindo-se a ocorrência de deficiência na planta (FILGUEIRA, 2008). O boro, em relação aos micronutrientes, apresenta ação sobre a qualidade da beterraba, e quando aplicado corretamente contribui para a diminuição da incidência de lesões nas raízes (TRANI et al., 1993).

Segundo Filgueira (2008), os solos mais favoráveis ao cultivo de beterraba são de textura média ou argilosa, desde que friáveis, ricos em matéria orgânica e bem drenados. O desenvolvimento da beterraba ocorre intensamente até os 80 dias após a semeadura, e a parte aérea, assim como a raiz, continuam a crescer até o fim do ciclo. A cultura implantada por semeadura direta é mais exigente quanto às propriedades físicas do solo, em relação à transplantada. A adubação orgânica, incorporada ao solo semanas antes do plantio, melhora tais propriedades (FILGUEIRA, 2008).

A absorção de nutrientes é contínua dos 40 dias após a semeadura até a colheita, com maior intensidade a partir dos 60 dias (TIVELLI et al., 2011; MAGRO, 2012). Magro (2012) obteve a seguinte ordem decrescente de nutrientes acumulados nas raízes de beterraba: potássio > nitrogênio > fósforo > magnésio > enxofre > cálcio e os nutrientes acumulados pela planta obteve a seguinte ordem decrescente: potássio > nitrogênio > magnésio > cálcio > fósforo > enxofre. Segundo Haag e Minami (1987) a quantidade de nutrientes extraídas para uma população de 330.000 plantas ha⁻¹ foi de: 78; 18; 203; 20 e 29 kg ha⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Já Grangeiro et al. (2007) verificaram que em uma população de 333.000 plantas ha⁻¹, as quantidades totais de N, P, K, Ca e Mg exportadas pelas raízes foram respectivamente de 88; 6,1; 93,2; 12,1 e 16,8 kg ha⁻¹.

De acordo com Tivelli et al. (2011), entre os macronutrientes que favorecem o aumento da produtividade da beterraba, destaca-se o nitrogênio (N) que promove a expansão foliar e o acúmulo de massa e o potássio (K), que favorece a formação e translocação de carboidratos e uso eficiente da água pela planta; melhora a qualidade do produto (aspecto, cor e sabor), entre outros (FILGUEIRA, 2008). Na literatura existem diferentes quantidades de N e K recomendados para a cultura. Isso se deve às diversas exigências nutricionais das cultivares utilizadas, assim como aos diferentes tipos de solo e clima.

A beterraba pode ser colhida com 70 a 110 dias após a sementeira, porém, depende do sistema empregado, da época de sementeira e da cultivar utilizada. O ponto de colheita é atingido quando as raízes estão com tamanho comercial, isto é, quando apresentam 6 a 8 cm de diâmetro transversal para consumo *in natura* (TIVELLI et al., 2011).

4.2 Adubação orgânica

Com a realização de colheitas nos variados tipos de cultivos ocorre, obrigatoriamente, saída de biomassa e nutrientes, tornando os processos de ciclagem de nutrientes menos eficientes do que nos ecossistemas naturais. Dessa maneira, haverá a necessidade de aporte externo para a manutenção do sistema, sob risco de se realizar uma agricultura predatória. Na olericultura essa situação é mais crítica, pois as culturas apresentam elevada produtividade em curtos períodos de tempo, com grande exportação de nutrientes com as colheitas. Esse aporte externo geralmente é realizado com adubações orgânicas para a agricultura orgânica (SOUZA; RESENDE, 2006).

A adubação orgânica é importante para a produtividade de muitos solos. A matéria orgânica decompõe-se nos solos tropicais ou subtropicais e climas úmidos com grande rapidez. Quando o teor de matéria orgânica reduz excessivamente, o solo fica prejudicado físico, químico e biologicamente, culminando em diminuição da produção (MALAVOLTA et al., 2002).

De acordo com Malavolta et al. (2002), a matéria orgânica funciona como fonte de energia para microrganismos úteis, melhora a estrutura, o arejamento, a capacidade de armazenar umidade e tem efeito regulador na temperatura do solo. Retarda a fixação do fósforo e, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC), ajuda a segurar mais potássio, cálcio, magnésio e outros nutrientes e formas disponíveis para as raízes, protegendo-o da lixiviação pela água das chuvas ou de irrigação.

A utilização de compostos orgânicos na adubação da cultura da beterraba é importante para minimizar problemas nutricionais e adquirir um rendimento satisfatório (PEREIRA et al., 2010). Existem diversos tipos de adubos orgânicos, de origem animal, vegetal e agro-industrial, recomendados para a utilização no cultivo de hortaliças e, de

modo geral, deve-se atentar para a origem e a qualidade dos mesmos (SOUZA; RESENDE, 2006).

Marques et al. (2010) ao avaliarem doses de 0 a 80 t ha⁻¹ de esterco bovino, obtiveram maior produtividade de beterraba com a dose máxima. Utilizando o biofertilizante Agrobio, que consiste na mistura de esterco bovino fresco, urina, soro de leite, entre outros, Castro et al. (2004) verificaram aumento na produção de biomassa e área foliar no final do ciclo de diferentes cultivares de beterraba e boa produção de raízes comercializáveis. Magro (2012), avaliando doses de composto orgânico (0, 20, 40, 60 e 80 t ha⁻¹) na presença e ausência de adubação potássica em cobertura, observou efeito quadrático para as doses de composto com máxima produtividade com 52 t ha⁻¹.

4.2.1 Bokashi

O composto fermentado bokashi é uma mistura de diversos tipos de matéria orgânica farelada, que passa por fermentação, usualmente do tipo láctica (VASCONCELOS, 2009). Esse processo é de origem japonesa e foi desenvolvido em 1980 por Teruo Higa, na Universidade de Ryukyus (Okinawa, Japão), e chegou ao Brasil pela Fundação Mokiti Okada, onde é muito utilizado, principalmente entre produtores nipo-brasileiros e praticantes de agricultura natural (HOMMA, 2005).

A fermentação do bokashi é realizada com uma suspensão de microrganismos, o EM “Effective Microorganisms”, também desenvolvido por Higa (HOMMA, 2005). Os microrganismos eficazes (EM) na produção do bokashi não são restritos a um grupo especial, mas são espécies comuns que podem se multiplicar rapidamente em materiais usados para compostagem (SOUZA; RESENDE, 2006).

O bokashi é conhecido como “Fermento da Vida” no Brasil, pois traz vida ao solo, aumentando o número e a diversidade dos microrganismos que vivem ali. A quantidade balanceada de macro e micronutrientes que apresenta favorece a boa nutrição das plantas. Os nutrientes são disponibilizados sob a forma de quelatos orgânicos, isto é, estão presos nas estruturas orgânicas e tem a vantagem de não se perderem por lixiviação e volatilização após a aplicação (SIQUEIRA; SIQUEIRA, 2013). É um fertilizante caro e utiliza

matérias-primas nobres que poderiam ter uso em alimentação de animal, ou de humanos (VASCONCELOS, 2009).

Gomes et al. (2007) estudaram o efeito do bokashi no desenvolvimento do melão e na atividade microbiana de um Neossolo Quartzarênico e verificaram que o bokashi, junto ao agente biológico EM-4, favoreceu o desenvolvimento das plantas e aumentou o teor de carbono orgânico total e o teor de carbono da biomassa microbiana do solo. Fonseca et al. (2012), testando doses de bokashi na adubação de tomate cv. Coco, colhido em duas épocas (70 e 77 dias após o transplante - DAT), concluíram que frutos colhidos aos 70 DAT apresentaram maiores diâmetros e comprimentos, quando adubados com 150 g de bokashi planta⁻¹. Ferreira et al. (2013), em brócolis, verificaram que a melhor dose de bokashi para altura da planta, número de folhas por planta, diâmetro do caule e da cabeça e massa média de cabeça correspondeu a 1000 g m⁻² aplicado na cova. Em cebola, Tedesco et al. (2010) concluíram que a aplicação do bokashi associado à palhada atua positivamente sobre a produção, conferindo maior peso e diâmetro.

Vasconcelos (2009) avaliou o efeito dos adubos orgânicos, composto orgânico, composto biodinâmico, compostagem laminar com esterco e composto laminar com bokashi na produção de beterraba e concluiu que todas as formas de adubação se mostraram satisfatórias no suprimento de nutrientes e na produção de beterraba. Resultados semelhantes foram observados por Santos (2007) e Shingo e Ventura (2009), produzindo alho e couve-de-folha, respectivamente, com aplicação de doses de bokashi em cobertura.

4.2.2 Torta de mamona

A torta de mamona é um subproduto natural industrial encontrado no Brasil em grandes quantidades. A industrialização da semente de mamona fornece dois produtos principais no mercado: o óleo bruto e a torta (BELTRÃO; OLIVEIRA, 2009). De acordo com Albuquerque (2006), a torta é utilizada desde meados do século passado, em diversos países, inclusive no Brasil, como adubo, sendo que inicialmente foi utilizada na cultura do café.

Conforme Azevedo e Lima (2001), para cada tonelada de óleo extraída é gerado aproximadamente 1,2 tonelada de torta de mamona, que é um produto com elevado

teor de proteínas (41,51%), fibras (32,8%), minerais (7,7%) e gorduras (2,6%) (BELTRÃO, 2002). A torta apresenta quantidades significativas de nitrogênio, fósforo e potássio, além de contribuir com a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo, atuando no aumento do pH, na capacidade de armazenamento de água, aeração, entre outros (SEVERINO et al., 2006). A relação C/N da torta de mamona é de aproximadamente 11:1 (KIEHL, 1985). Apesar destas características, a ocorrência da proteína tóxica ricina na composição da torta impossibilita a utilização na alimentação animal, apenas após processo de desintoxicação (GONÇALVES et al., 2005). Além disso, age como controladora de nematoides de solo (SEVERINO et al., 2004).

Na presença de torta de mamona, a atividade microbiana é maior, quando comparado a outros adubos (SEVERINO et al., 2004). Estes autores concluíram que a quantidade de CO₂ liberada pela torta no período de 33 dias foi 6 vezes maior do que a do esterco bovino e 14 vezes maior que a do bagaço de cana-de-açúcar. Esse fato ocorre devido a torta apresentar altos teores de nitrogênio, fósforo e potássio.

Apesar da torta de mamona apresentar quantidades significativas de certos nutrientes, de acordo com Severino et al. (2006), para aumentar a eficiência da adubação com a casca e a torta de mamona é necessário complementação com adubos inorgânicos. Santos et al. (2012) não observaram efeito significativo da adubação em cobertura com torta de mamona na produção de cebola. Já Gomes et al. (1963), na produção de batatinha, concluíram que a torta de mamona aplicada no plantio suplantou significativamente o sulfato de amônio, resultando em melhor produção e classificação comercial do tubérculo.

Campos et al. (1963) verificaram que a aplicação de torta de mamona no sulco de plantio resultou em ótima produção de alho. Em alface e beterraba, Fernandes et al. (2009) observaram que o enriquecimento do substrato com torta de mamona apresentou melhor desempenho na formação das mudas. Vignolo et al. (2011) concluíram que a dose de 1392 kg ha⁻¹ de torta de mamona, 256 kg ha⁻¹ de fosforita alvorada e 65 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio aplicados no plantio, propiciou maior massa de frutos de morango por planta.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

Os quatro experimentos foram desenvolvidos na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel-SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude Sul, 48° 34' de longitude Oeste e altitude de 740m.

O solo foi classificado por Espíndola et al. (1974) como Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, denominado pela nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRAPA, 2006) como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico. É um solo arenoso, com cerca de 836, 116 e 48 g kg⁻¹ de areia, silte e argila, respectivamente.

As principais características químicas deste solo, avaliadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), encontram-se na Tabela 1. Estas análises foram realizadas no Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP. O pH foi

determinado em solução de $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ de CaCl_2 , a matéria orgânica pelo método colorimétrico, o fósforo pelo método da resina trocadora de ânions, o potássio, o cálcio e o magnésio pelo método da resina trocadora de cátions. A determinação da acidez total (H + Al) foi através da solução tampão SMP.

Segundo Raij et al. (2001), o teor de potássio é médio, enquanto os de fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) são altos e a porcentagem de saturação por bases (V%) adequada para a beterraba nos experimentos I e II (Tabela 1). Ainda conforme esse autor, para os experimentos III e IV com torta de mamona em cobertura, o solo apresentou teores médios de fósforo, potássio, magnésio e teor de cálcio alto (RAIJ et al., 2001).

Tabela 1. Resultado da análise química básica do solo utilizado nos experimentos. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

pH	M.O. g dm^{-3}	P_{resina} mg dm^{-3}	H+Al -----	K	Ca mmol _c dm^{-3}	Mg	SB	CTC	V%
Experimentos I e II - bokashi em cobertura									
6,0	13	82	13	2,1	36	11	48	61	80
Experimentos II e IV – torta de mamona em cobertura									
5,4	10	51	16	2,3	21	7	30	46	65

Fonte: Laboratório de análise de solos do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – FCA/UNESP.

O clima da região de São Manuel-SP, conforme os critérios adotados por Köppen, baseado nas observações meteorológicas é Cfa (Clima Temperado Mesotérmico) (CUNHA; MARTINS, 2009). A temperatura média do mês mais quente é $23,8 \text{ }^\circ\text{C}$ e a do mês mais frio é de $17,5 \text{ }^\circ\text{C}$, com temperatura média anual de $21 \text{ }^\circ\text{C}$ e total de precipitação pluvial anual de 1445 mm (média de 27 anos) (informações obtidas junto ao Departamento de Solos e Recursos Ambientais – Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP).

Os dados diários de temperatura mínima, média e máxima, além da precipitação pluviométrica durante o período de realização do experimento, foram disponibilizados pelo Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP.

5.2 Experimentos I e II: bokashi

Os experimentos I e II foram realizados simultaneamente e lado a lado na área experimental, no período de 11/05 a 17/09/2012 (Figura 1). A área havia sido cultivada anteriormente com alface.



Figura 1. Experimento I no canteiro direito e experimento II no canteiro esquerdo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

5.2.1 Temperaturas e precipitação observadas durante a condução dos experimentos

As temperaturas observadas durante o período de condução dos experimentos encontram-se na Figura 2. A temperatura média esteve entre 10-20°C, condição adequada para o desenvolvimento da beterraba, conforme Tivelli et al. (2011).

A precipitação total foi de 234 mm, ocorrendo mais no início, até 31 dias após o transplante (DAT) (Figura 3).

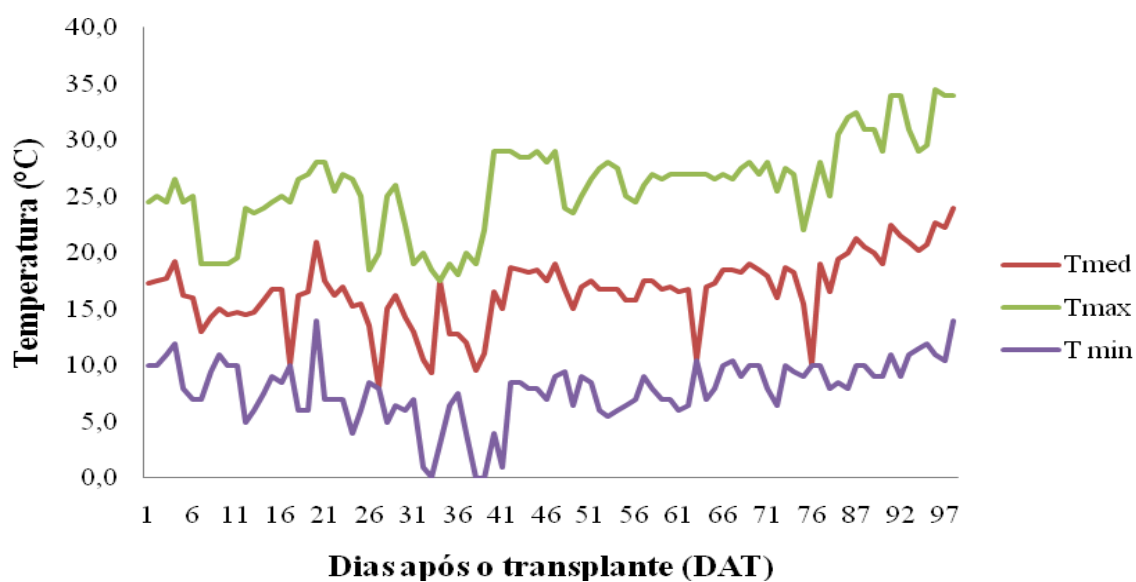


Figura 2. Temperaturas média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) durante a condução dos experimentos I e II. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

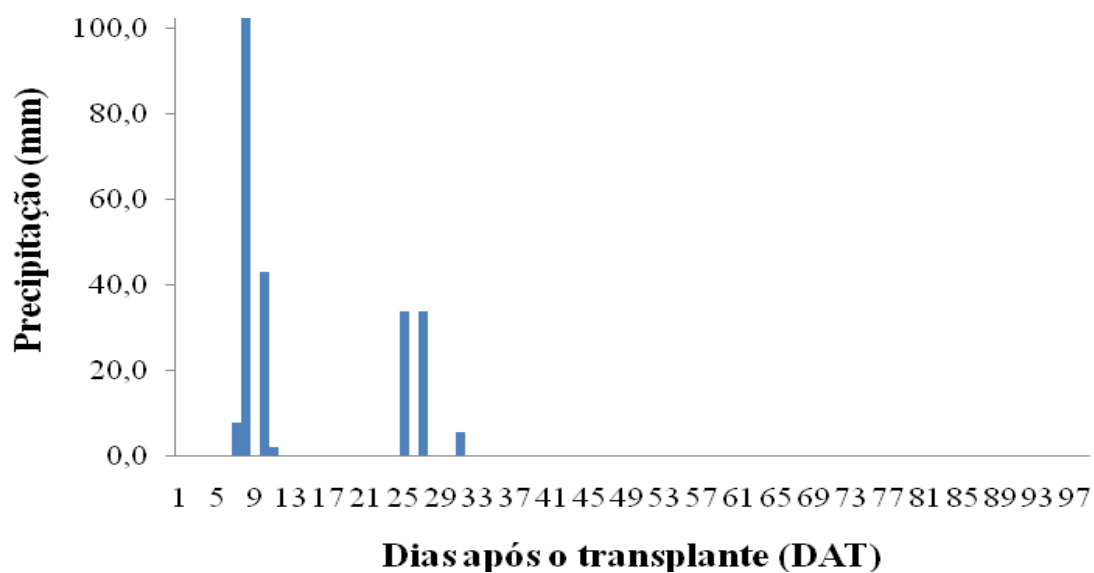


Figura 3. Precipitação pluviométrica durante a condução dos experimentos I e II. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

5.2.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos (Tabela 2) e quatro repetições. Foram cinco doses de bokashi (base úmida) em cobertura (0, 150, 300, 450 e 600 g m⁻²), e um tratamento testemunha com adubação inorgânica em cobertura (129 g m⁻² de sulfato de amônio + 24 g m⁻² de cloreto de potássio). Na dose zero não houve adubação orgânica e inorgânica em cobertura.

Tabela 2. Tratamentos e equivalências dos nutrientes N e K₂O das doses de bokashi aplicadas em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	Doses de bokashi (g m ⁻²)	N	K ₂ O
		-----kg ha ⁻¹ -----	
1	0	0	0
2	150	36	17
3	300	72	33
4	450	108	50
5	600	144	66
6	Adubação inorgânica	270	135

Foram utilizadas 40 plantas por parcela de 1 m², sendo que somente 10 plantas das fileiras centrais constituíram a parcela útil. As demais foram consideradas bordadura.

5.2.3 Adubação

Com base na análise química do solo, no dia 04 de junho de 2012 foram realizadas as adubações de plantio com 40 t ha⁻¹ de composto orgânico (base úmida) no experimento I, e 40 t ha⁻¹ de composto orgânico mais 1,3 t ha⁻¹ do formulado NPK (4-14-8) no experimento II, segundo a recomendação de Trani et al. (1997). A calagem não foi necessária, pois a saturação por bases expressa no resultado da análise foi de 80% (Tabela 1), valor recomendado para a beterraba (TRANI et al., 1997).

Na adubação em cobertura, o bokashi foi fornecido apenas para os tratamentos mencionados no item 5.2.2 (Tabela 2), sendo que no tratamento 6 a adubação

inorgânica foi realizada de acordo com a recomendação de Trani et al. (1997). A adubação em cobertura foi parcelada em três vezes nos experimentos, com um terço da dose aplicada em intervalos de 14 dias após o transplante, sendo realizadas nas seguintes datas: 25/06; 09/07 e 23/07/2012.

5.2.4 Descrição do composto orgânico e do bokashi

Foi utilizado no plantio o composto orgânico da empresa Visafertil®. Segundo a legislação vigente (BRASIL, 2009), que regulamenta as especificações de compostos e fertilizantes, o produto é classificado como “Fertilizante orgânico composto”, pertencente à classe “A”.

Para a adubação de cobertura foi utilizado o fertilizante orgânico farelado Bio Bokashi da empresa Ophicina Orgânica Fertilizantes, constituído por farinha de peixe, farinha de osso, minerais de rocha, farelo de arroz, melação e carvão. O resultado da análise química do composto orgânico e do bokashi encontra-se nas Tabelas 3 e 4.

Tabela 3. Análise química do composto orgânico Visafertil® (CO) e do Bio Bokashi (BBO) utilizados nos experimentos I e II. Resultados em porcentagem na massa seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	C	Ca	Mg	S	Umidade
	** porcentagem de matéria seca								
CO	0,72	1,09	1,17	20,25	11,25	2,89	0,27	0,19	54,8
BBO	2,55	3,18	1,17	57,96	32,20	3,54	0,76	0,23	8,03

Fonte: Laboratório de análise de solos do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – FCA/UNESP.

Tabela 4. Análise química do composto orgânico Visafertil® (CO) e do Bio Bokashi (BBO) utilizados nos experimentos. Resultados em mg kg⁻¹ na matéria seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.

	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	pH
	** mg kg ⁻¹ matéria seca						
CO	1611	56	2790	272	115	16/1	8,24
BBO	442	9	6578	661	74	13/1	5,60

Fonte: Laboratório de análise de solos do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – FCA/UNESP.

5.2.5 Obtenção de mudas e condução das plantas

Foi utilizado o híbrido Kestrel da empresa Sakata[®] Seed Sudamerica Ltda, de formato redondo, com pequena inserção foliar (SAKATA, 2013).

A semeadura foi realizada no dia 11/05/2012, em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, contendo substrato para hortaliças.

As mudas foram transplantadas no dia 11/06/2012 para canteiros de 1,00 m de largura, totalizando quatro linhas no sentido longitudinal, espaçadas em 0,25 m entre linhas e 0,10 m entre plantas.

O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais ao longo do ciclo da cultura. Foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão, com irrigação diária. Não foi necessário o controle fitossanitário.

A colheita para avaliação da produção foi realizada manualmente e uma única vez no dia 17/09/2012.

5.2.6 Características avaliadas

Foram realizadas as avaliações das seguintes características em uma amostra de 10 plantas por parcela:

a) Altura das plantas (cm): foi determinada com o auxílio de uma régua, medindo a distância entre a superfície do solo e a parte mais alta da planta;

b) Massa da matéria fresca da parte aérea e da raiz (g): determinada pela pesagem da parte aérea e das raízes em balança digital com precisão de 0,1 g;

c) Massa da matéria seca da parte aérea e da raiz (g): após a secagem dos materiais em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até atingir massa constante, foi determinada pela pesagem em balança digital com precisão de 0,1 g;

d) Comprimento e diâmetro das raízes: obtidos com a utilização de paquímetro digital, com valores expressos em milímetros.

e) Produtividade: obtida transformando-se os dados de massa média da raiz em $t\ ha^{-1}$, em função da população de plantas ($307.692\ plantas\ ha^{-1}$). A população foi estimada pelo

espaçamento entre linhas de 0,25 m, 0,10 m entre plantas e o espaçamento entre canteiros de 30 cm.

5.3 Experimentos III e IV: torta de mamona

Os experimentos III e IV foram realizados simultaneamente e lado a lado na área experimental, no período de 05/09 a 10/12/2012 (Figura 4). A área não estava sendo cultivada anteriormente, mas estava coberta com mato.



Figura 4. Experimento III no canteiro direito e experimento IV no canteiro esquerdo. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

5.3.1 Temperaturas e precipitação observadas durante a condução dos experimentos

As temperaturas observadas durante o período de condução dos experimentos encontram-se na Figura 5. Segundo Tivelli et al. (2011), a temperatura ideal para beterraba é em torno de 20°C.

O total de precipitação que ocorreu nos experimentos foi de 297,3 mm (Figura 6).

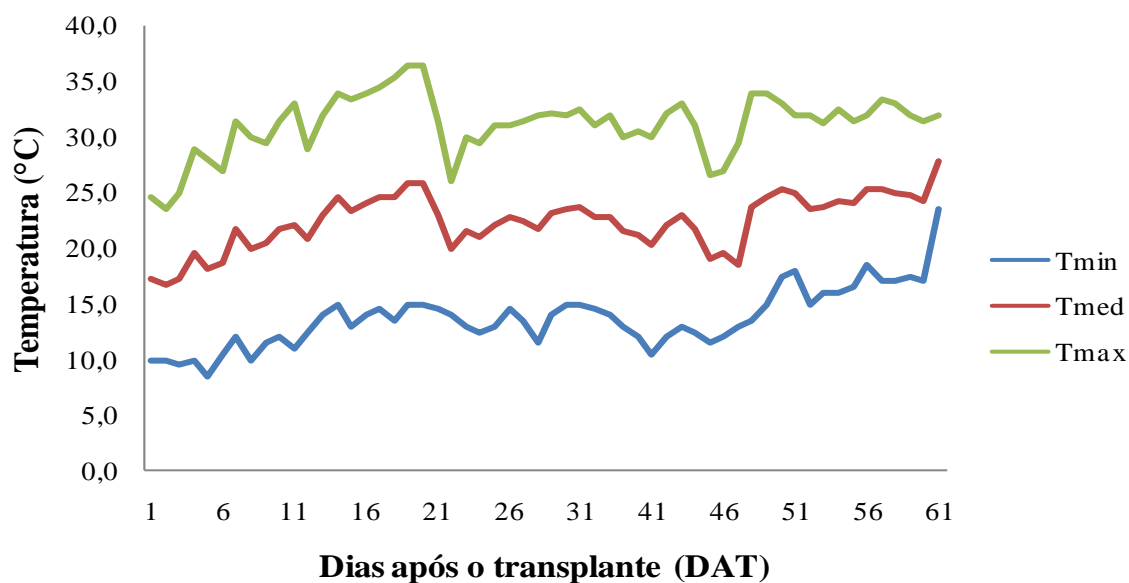


Figura 5. Temperaturas média (Tmed), máxima (Tmax) e mínima (Tmin) durante a condução dos experimentos III e IV. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

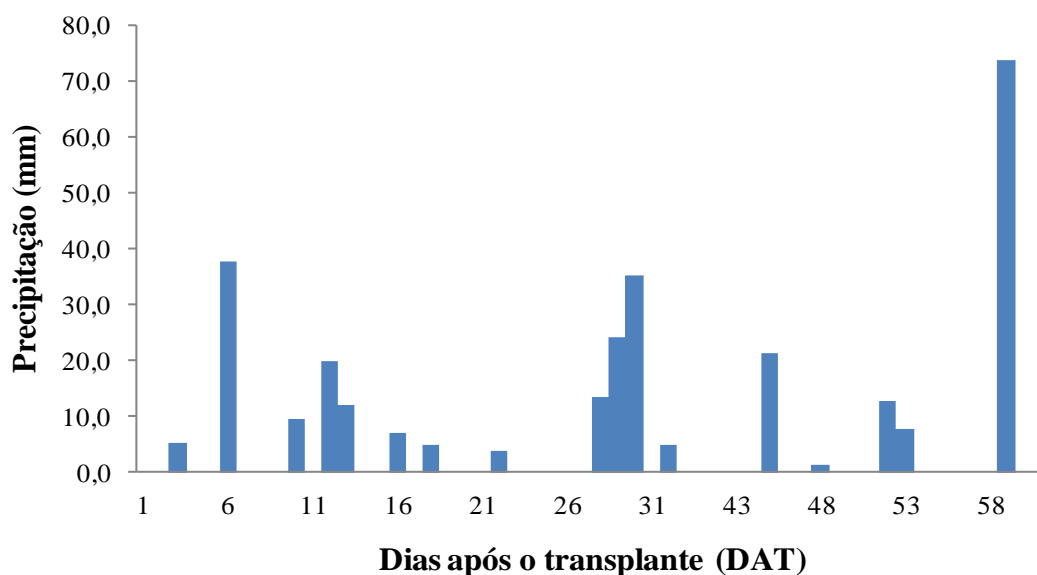


Figura 6. Precipitação pluviométrica durante a condução dos experimentos III e IV. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

5.3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos (Tabela 5) e quatro repetições. Foram cinco doses de torta de mamona (base úmida) em cobertura (0, 150, 300, 450 e 600 g m⁻²), e um tratamento testemunha com adubação inorgânica em cobertura (129 g m⁻² de sulfato de amônio + 24 g m⁻² de cloreto de potássio). Na dose zero não houve adubação orgânica e inorgânica em cobertura.

Tabela 5. Tratamentos e equivalências dos nutrientes N e K₂O das doses de torta de mamona aplicadas em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Tratamentos	Doses de torta de mamona (g m ⁻²)	N		K ₂ O	
		----- kg ha ⁻¹ -----			
1	0	0		0	
2	150	68		14	
3	300	135		28	
4	450	203		42	
5	600	270		56	
6	Adubação inorgânica	270		135	

5.3.3 Adubação

Com base na análise química do solo (Tabela 1), no dia 08 de outubro de 2012, foram realizadas as adubações de plantio com 40 t ha⁻¹ de composto orgânico (base úmida) no experimento III e 40 t ha⁻¹ de composto orgânico mais 2,4 t ha⁻¹ do formulado NPK (4-14-8) no experimento IV, segundo a recomendação de Trani et al. (1997).

Na adubação em cobertura, a torta de mamona foi fornecida apenas para os tratamentos mencionados no item 5.3.2 (Tabela 5), sendo que no tratamento 6 a adubação inorgânica foi realizada de acordo com a recomendação de Trani et al. (1997). A adubação em cobertura foi parcelada em três vezes nos experimentos, com um terço da dose aplicada em intervalos de 14 dias após o transplante, sendo realizadas nas seguintes datas: 24/10; 07/11 e 21/11/2012 (Figura 7).



Figura 7. a) Adubação em cobertura com torta de mamona; b) Adubação inorgânica em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

5.3.4 Descrição do composto orgânico e da torta de mamona

Foi utilizado na adubação de plantio o composto orgânico da empresa Provaso[®], constituído por: borra de café, carvão vegetal, torta de filtro de usina de cana-de-açúcar, rocha calcárea, bagaço de cana e esterco de cama de equinos. De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 2009), que regulamenta as especificações de compostos e fertilizantes, o produto é classificado como “Fertilizante orgânico composto”, pertencente à classe “B”.

Para a adubação em cobertura foi utilizado o fertilizante orgânico torta de mamona da empresa Nutrisafra fertilizantes. O resultado da análise química do composto orgânico e da torta de mamona encontram-se nas Tabelas 6 e 7.

Tabela 6. Análise química do composto orgânico Provaso[®] (CO) e da torta de mamona (TM) utilizados nos experimentos III e IV. Resultados em porcentagem na matéria seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.

	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	C	Ca	Mg	S	Umidade
	** porcentagem de matéria seca								
CO	0,61	0,86	0,53	17,52	9,73	1,68	0,22	0,23	27,3
TM	4,79	0,87	0,99	81,78	45,43	1,97	1,08	0,27	9,03

Fonte: Laboratório de análise de solos do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – FCA/UNESP.

Tabela 7. Análise química do composto orgânico Provaso[®] (CO) e da torta de mamona (TM) utilizados nos experimentos. Resultados em mg kg⁻¹ na matéria seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2012.

	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	pH
	-----** mg kg ⁻¹ matéria seca-----						
CO	876	41	9162	288	187	16/1	6,30
TM	244	32	517	167	122	9/1	6,04

Fonte: Laboratório de análise de solos do Departamento de Solos e Recursos Ambientais – FCA/UNESP.

5.3.5 Obtenção de mudas e condução das plantas

Foi utilizado o híbrido Kestrel da empresa Sakata[®] Seed Sudamerica Ltda, de formato redondo, com pequena inserção (SAKATA, 2013).

A semeadura foi realizada no dia 05/09/2012, em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, contendo substrato para hortaliças.

As mudas foram transplantadas no dia 10/10/2012 para canteiros de 1,00 m de largura, totalizando quatro linhas no sentido longitudinal, espaçadas em 0,25 m entre linhas e 0,10 m entre plantas.

O controle de plantas daninhas foi realizado através de capinas manuais ao longo do ciclo da cultura. Foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão, com irrigação diária. Não foi necessário o controle fitossanitário.

A colheita para avaliação da produção foi realizada manualmente e uma única vez no dia 10/12/2012, quando cerca de 90% das plantas apresentaram raízes com diâmetro superior a 5,0 cm, seguindo o critério adotado por Horta et al. (2001) e Magro (2012).

5.3.6 Características avaliadas

5.3.6.1 Características das raízes e parte aérea

Foram avaliadas as mesmas características na parte aérea e raiz realizadas nos experimentos I e II, de acordo com o item 5.2.6.

5.3.6.2 Acúmulo de macronutrientes

Além das características de raízes e parte aérea, também foram avaliados os acúmulos de macronutrientes pela planta. Para obtenção dos teores de macronutrientes, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S), na parte aérea e nas raízes das beterrabas, foram utilizadas duas plantas de cada parcela.

As amostras da parte aérea e da raiz foram levadas ao laboratório do Departamento de Horticultura - FCA/UNESP, onde foram devidamente lavadas em água corrente e deionizada e após a remoção do excesso de água, as amostras foram colocadas em sacos de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem massa constante (MALAVOLTA et al., 1997). Com relação às raízes, as amostras permaneceram por 48 horas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C. Em seguida, o material foi cortado em partes e novamente colocado na estufa (MAGRO, 2012). Posteriormente, com o uso da balança analítica, foi obtida a massa de material seco de cada amostra. Em seguida, cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Willey.

Após essa etapa, as amostras foram encaminhadas ao Departamento de Solos e Recursos Ambientais da FCA/UNESP para se realizar as análises químicas. A digestão sulfúrica foi utilizada para a obtenção do extrato visando à determinação de N. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais macronutrientes (P, K, Ca, Mg e S), conforme metodologias apresentadas por Malavolta et al. (1997).

A partir das análises químicas foram obtidos os teores de N, P, K, Ca, Mg e S em g kg⁻¹. A quantidade dos nutrientes acumulados em cada amostra foi obtida pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa da matéria seca da amostra.

Após estes procedimentos, foram determinadas as seguintes características químicas:

- a) Acúmulo de macronutrientes na parte aérea (g planta⁻¹);
- b) Acúmulo de macronutrientes na raiz (g planta⁻¹);
- c) Acúmulo total (parte aérea + raiz) de macronutrientes (g planta⁻¹).

5.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e, em caso de efeito significativo para doses de bokashi ou torta de mamona, de acordo com o teste F, foi realizada a análise de regressão para verificar o efeito de doses de bokashi ou torta de mamona nas características avaliadas. Os dados foram processados pelo programa estatístico SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010).

Para comparar as doses de bokashi ou torta de mamona em cobertura com a testemunha (adubação inorgânica em cobertura), os dados foram submetidos ao teste de Dunnett a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico ASSISTAT 7.7 – Assistência Estatística (SILVA, 2008).

A relação entre os quadrados médios do resíduo (RQMR) das análises de variâncias individuais dos experimentos não ultrapassaram a relação de 7:1 permitindo, portanto, a realização da análise conjunta dos experimentos (BANZATTO; KRONKA, 1995), para comparar as áreas sem adubação inorgânica e com adubação inorgânica no plantio. Esta análise foi realizada com o programa SISVAR 5.3.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Experimentos I e II: bokashi

6.1.1 Análise de regressão para as doses de bokashi em cobertura

As doses de bokashi em cobertura não apresentaram efeito significativo para massa fresca e seca da parte aérea e massa seca da raiz (Tabela 8).

Verificou-se aumento linear para altura da planta em função das doses de bokashi em cobertura, com maior valor de altura (21 cm) para a dose de 600 g m⁻² sem adubação inorgânica no plantio (experimento I). Neste experimento para cada 100 g m⁻² de bokashi há um aumento de 0,7 cm na altura de plantas (Figura 8). No experimento com adubação inorgânica no plantio (experimento II) houve aumento linear e a dose de 600 g m⁻² proporcionou o maior valor da altura de plantas, atingindo 22 cm. Para cada 100 g m⁻² de bokashi há um aumento de 0,6 cm na altura de plantas (Figura 8). Em alho, Santos et al. (2007) verificaram efeito linear das doses de bokashi na altura das plantas. Resultado diferente foi encontrado por Oliveira et al. (2009), em alface, pois não houve efeito das doses de bokashi na altura das plantas.

Tabela 8. Massa da matéria fresca da parte aérea (MFPA), massa da matéria seca da parte aérea (MSPA) e raiz da planta de beterraba (MSR), em função das doses de bokashi em cobertura, sem e com adubação inorgânica no plantio nos experimentos I e II. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Doses de bokashi (g m ⁻²)	MFPA		MSPA		MSR	
	(g)		(g)		(g)	
Adubação inorgânica de plantio.....					
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
0	23,8	25,8	2,48	2,93	8,15	10,12
150	20,8	25,2	1,90	2,10	6,84	8,00
300	27,6	32,2	2,50	2,92	7,88	12,58
450	26,7	32,0	2,01	2,41	8,61	11,82
600	30,2	28,2	2,54	3,28	10,58	12,07
F	1,45 ^{ns}	1,78 ^{ns}	0,44 ^{ns}	1,85 ^{ns}	0,68 ^{ns}	1,92 ^{ns}
CV (%)	23,26	17,27	39,91	25,22	39,43	24,86

CV = coeficiente de variação; ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

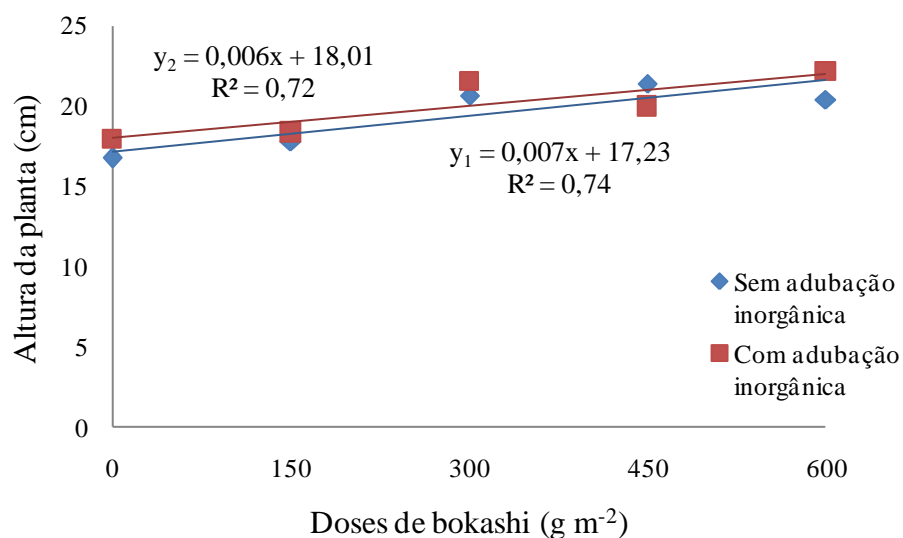


Figura 8. Altura das plantas de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y₁) e com (y₂) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Os valores de altura de plantas obtidos nos experimentos I e II foram inferiores aos encontrados na literatura, provavelmente porque as doses de bokashi testadas não foram suficientes no fornecimento de nutrientes, o que resultou em plantas de altura menor. Magro (2012) obteve altura máxima de 36,4 cm, enquanto Gondim et al. (2011) obtiveram 49,5 cm de altura de plantas, em condições de hidroponia. Também há o efeito

genético, pois nesta pesquisa utilizou-se o híbrido Kestrel enquanto Magro (2012) e Gondim et al. (2011) utilizaram o híbrido Boro e a cultivar Tall Top Early Wonder, respectivamente.

A massa fresca de raiz apresentou aumento linear nos experimentos I e II, com aumento de 2,9 g e 3,6 g para cada 100 g m⁻² de bokashi, nos experimentos sem e com adubação inorgânica de plantio, respectivamente (Figura 9). Oliveira et al. (2008) verificaram que o alho apresentou maior massa fresca com a elevação das doses de bokashi em cobertura. O mesmo resultado foi obtido por Santos et al. (2007), em alho não vernalizado. Oliveira et al. (2009) também verificaram aumento na massa fresca da alface com a elevação das doses de bokashi.

Com a dose de 600 g m⁻² obteve-se maior massa fresca de raiz, 63,5 g e 74,4 g nos experimentos I e II, respectivamente. Os valores obtidos nestes experimentos foram inferiores aos encontrados por Oliveira et al. (2012), Gondim et al. (2011), Marques et al. (2010) e Magro (2012), que obtiveram massa fresca de raiz máximas variando de 88 a 214 g.

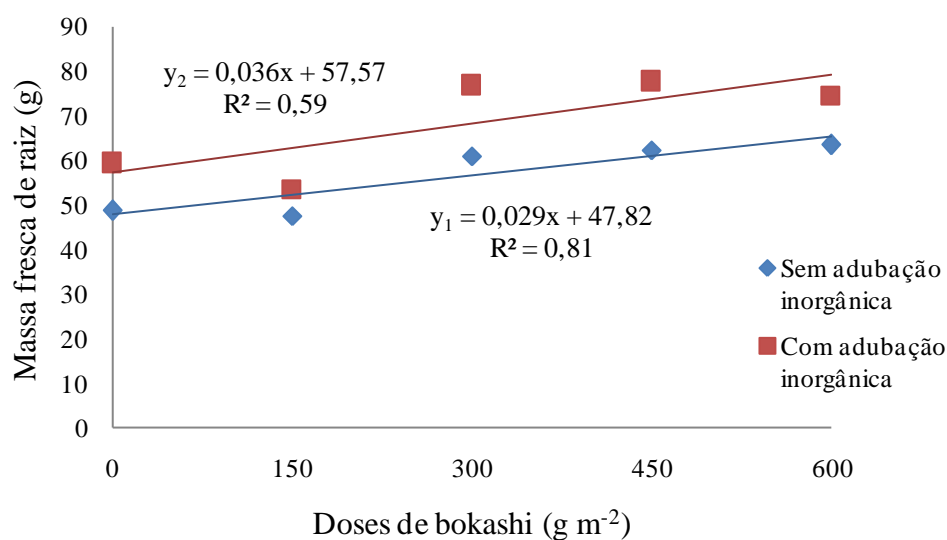


Figura 9. Massa da matéria fresca de raiz das plantas de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Houve aumento linear no comprimento da raiz, sendo que com a maior dose (600 g m^{-2}), obteve-se o maior valor $44,9 \text{ mm}$ e $46,0 \text{ mm}$, sem e com adubação inorgânica no plantio, respectivamente. O aumento foi de $0,9$ e $0,6 \text{ mm}$ para cada 100 g m^{-2} de bokashi, nos experimentos sem (I) e com (II) adubação inorgânica, respectivamente (Figura 10). Zárate et al. (2008) observaram que o valor máximo de comprimento da raiz de beterraba foi de 55 mm , enquanto Magro (2012) obteve $64,9 \text{ mm}$ e Correa et al. (2014) $63,1 \text{ mm}$.

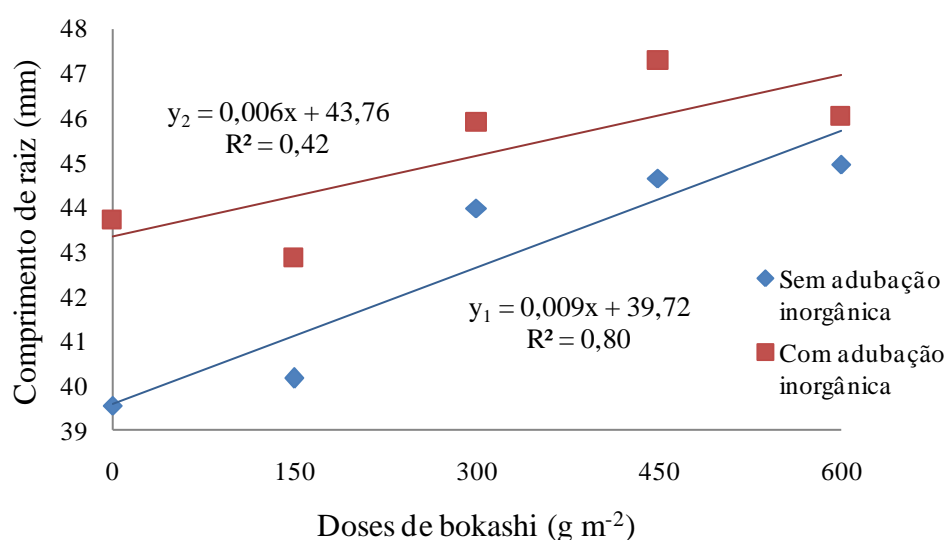


Figura 10. Comprimento da raiz das plantas de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

O diâmetro da raiz também aumentou linearmente em função das doses de bokashi aplicada, nos dois experimentos. O maior valor estimado foi $55,4 \text{ mm}$, sem adubação inorgânica e com a presença desta adubação $57,6 \text{ mm}$, na dose de 600 g m^{-2} . O aumento foi de $1,4$ e $1,3 \text{ mm}$ para cada 100 g m^{-2} de bokashi, sem e com adubação inorgânica de plantio, respectivamente (Figura 11). Avaliando o efeito de diferentes tipos de compostos (orgânico, biodinâmico, compostagem laminar com esterco e compostagem laminar com bokashi) e doses (0 a 71 t ha^{-1}), Vasconcelos (2009) não verificou diferenças no diâmetro das raízes de beterraba. Torentino Júnior et al. (2002), Zárate et al. (2010) e Pereira et al. (2010)

obtiveram diâmetros de 47,1; 68,9 e 46,7 mm de raiz de beterraba, respectivamente, valores próximos do obtido nas doses maiores.

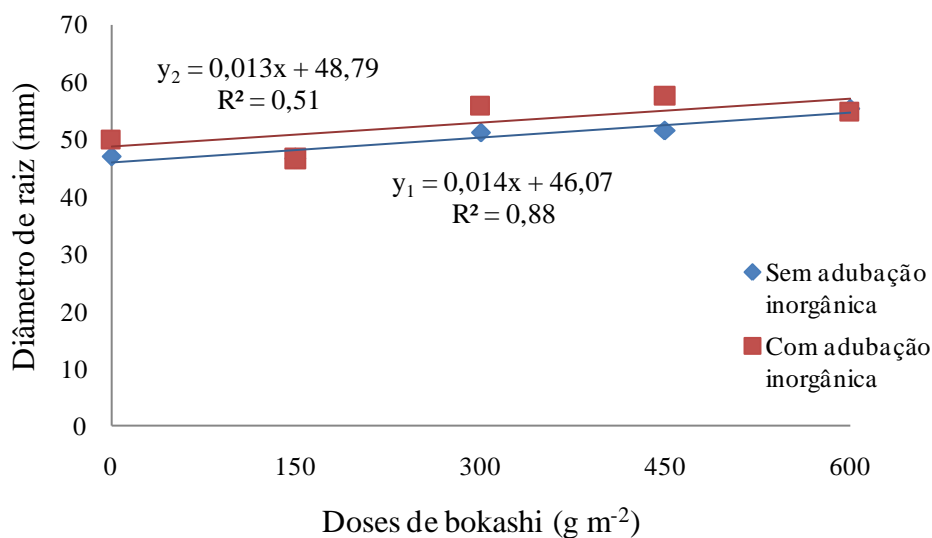


Figura 11. Diâmetro da raiz das plantas de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y₁) e com (y₂) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Para caracterizar o tamanho da beterraba, o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (CEAGESP, 2013) utiliza o maior diâmetro transversal da hortalça. Neste experimento, os diâmetros atingidos pelas raízes permitem classificá-la como Extra A (raízes com diâmetro maior ou igual a 50 e menor que 90 mm).

Para a produtividade houve aumento linear, sendo que a maior dose em cobertura (600 g m⁻²) proporcionou maiores produtividades, 19,5 e 22,9 t ha⁻¹ nos experimentos I e II, respectivamente. O aumento foi de 0,9 e 1,1 t ha⁻¹ para cada 100 g m⁻² de bokashi, sem e com adubação inorgânica no plantio, respectivamente (Figura 12). Guimarães et al. (2007) verificaram que o aumento das doses de bokashi elevou a produtividade em abobrinha italiana. A maior produtividade de raiz de beterraba obtida por Oliveira et al. (2012) foi de 42,13 t ha⁻¹, por Marques et al. (2010) de 44 t ha⁻¹, por Trani et al. (2005) de 41 t ha⁻¹, ou seja, valores superiores ao desta pesquisa.

Salienta-se que a produtividade foi calculada multiplicando-se a massa média de raiz pela população de plantas (307.692 plantas ha⁻¹), que foi estimada pelo espaçamento entre linhas de 0,25 m, 0,10 m entre plantas e o espaçamento entre canteiros 0,30

m. No entanto, nem sempre os autores consideram o espaçamento entre canteiros para o cálculo da produtividade, o que dificulta a comparação.

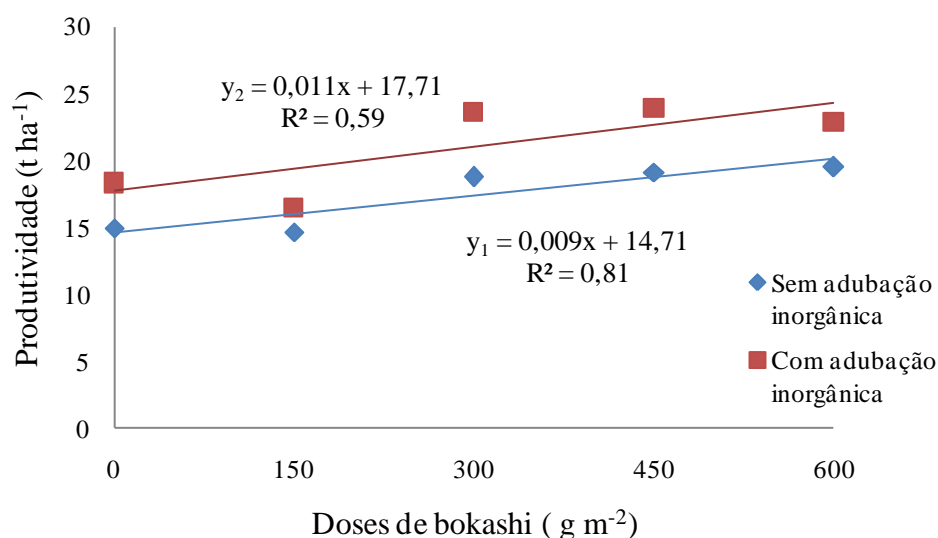


Figura 12. Produtividade de raízes de beterraba na colheita, aos 98 dias após o transplante, em função das doses de bokashi em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Foram obtidos aumentos lineares para a maioria das características, apesar da temperatura amena e do adubo ter sido colocado sobre a superfície do solo, sem ser incorporado, houve efeito benéfico do bokashi utilizado em cobertura, provavelmente pela liberação de nutrientes. Como o efeito foi linear, talvez a máxima produtividade poderia ser obtida com doses maiores de bokashi.

6.1.2 Comparação das doses de bokashi em cobertura com a testemunha com adubação inorgânica

A testemunha com adubação inorgânica em cobertura foi superior a todas as doses de bokashi para a altura da planta, massa fresca da raiz, massa fresca e seca da parte aérea, diâmetro da raiz e produtividade, sem adubação inorgânica no plantio. Para a massa seca de raiz a testemunha foi superior as doses 0, 150, 300 e 450 g m⁻², e para comprimento de raiz a testemunha foi superior apenas às doses 0 e 150 g m⁻² (Tabela 9).

Tabela 9. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Doses de bokashi (g m ⁻²)	AP (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)	CR (mm)	DR (mm)	PRO (t ha ⁻¹)
0	17,96*	23,85*	2,49*	48,80*	8,16*	40,16*	47,09*	15,01*
150	18,39*	20,80*	1,90*	47,64*	6,84*	39,56*	46,57*	14,65*
300	21,56*	27,69*	2,50*	60,99*	7,88*	44,00	51,40*	18,72*
450	20,03*	26,73*	2,02*	62,29*	8,62*	44,66	51,57*	19,16*
600	22,14*	30,21*	2,54*	63,52*	10,58	44,95	55,44*	19,54*
Testemunha	31,20	44,75	4,64	131,86	14,92	49,05	66,62	35,03
CV (%)	6,10	23,21	34,16	18,46	32,37	9,33	7,48	18,47

*Médias inferiores à testemunha com adubação inorgânica em cobertura pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Já quando se fez a adubação inorgânica no plantio, a testemunha com adubação inorgânica em cobertura foi superior a todas as doses de bokashi para a altura de planta, massa fresca e seca de raiz, massa seca da parte aérea, diâmetro da raiz e produtividade. Para massa fresca da parte aérea a testemunha foi superior as doses 0, 150 e 600 g m⁻² de bokashi e, para comprimento de raiz, apenas superior a doze zero (Tabela 10).

Tabela 10. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Doses de bokashi (g m ⁻²)	AP (cm)	MFPA (g)	MFR (g)	MSPA (g)	MSR (g)	CR (mm)	DR (mm)	PRO (t ha ⁻¹)
0	16,76*	25,90*	59,52*	2,93*	10,07*	42,87*	49,94*	18,31*
150	17,86*	25,24*	53,44*	2,10*	8,00*	43,73	46,57*	16,44*
300	20,66*	32,24	76,95*	2,93*	2,59*	47,91	55,79*	23,67*
450	21,42*	32,08	77,84*	2,41*	11,83*	47,29	57,68*	23,95*
600	20,46*	28,25*	74,50*	3,28*	12,07*	46,03	54,76*	22,92*
Testemunha	32,05	42,03	121,92	5,42	19,22	50,13	66,45	37,51
CV (%)	9,88	21,19	19,03	22,12	22,07	7,19	5,84	19,03

*Médias inferiores à testemunha com adubação inorgânica em cobertura pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Nos dois experimentos, a adubação inorgânica em cobertura foi superior para a maioria das características em relação as doses de bokashi, mostrando que a adubação inorgânica em cobertura disponibilizou os nutrientes em quantidades mais adequadas para o melhor desenvolvimento da planta, o que não deve ter ocorrido com a aplicação do bokashi. Além disso, foi aplicado maior quantidade de nitrogênio e potássio na testemunha com adubação inorgânica em cobertura.

De acordo com Malavolta (1980), as respostas de desenvolvimento da planta e acúmulo de matéria seca estão mais relacionadas com o nitrogênio do que com o potássio ou da interação entre ambos. Nos experimentos verificou-se que os nutrientes aplicados em cobertura por fonte inorgânica (sulfato de amônio e cloreto de potássio) auxiliaram no desenvolvimento da planta. No entanto, o bokashi em cobertura talvez não tenha disponibilizado todo o nitrogênio para as plantas como a adubação inorgânica. Talvez doses superiores pudessem resultar em maiores produtividades, pois o resultado obtido para as doses foi linear.

Carvalho e Rodrigues (2007) indicam que no cultivo de hortaliças deve-se usar até 200 g m⁻² de bokashi, no preparo do canteiro, e em seguida realizar a incorporação do material orgânico. Nos experimentos, a adubação em cobertura com o bokashi não apresentaram resultados significativos como o inorgânico para a maioria das características avaliadas, provavelmente porque o bokashi foi fornecido em cobertura, não sendo incorporado, reduzindo o contato com microrganismos responsáveis pela mineralização e as temperaturas não foram elevadas (Figura 2), o que reduz a atividade microbiana, indispensável para a mineralização e disponibilidade dos nutrientes pela matéria orgânica (CASTALDI et al. 2005).

6.1.3 Análise conjunta dos experimentos I e II

A realização ou não de adubação inorgânica no plantio, não diferiram entre si quanto a altura de planta e massa fresca da parte aérea. Entretanto, o experimento no qual foi feita a adubação inorgânica no plantio apresentou maiores valores de massa fresca e seca de raiz, massa seca da parte aérea, comprimento, diâmetro da raiz e produtividade (Tabela 11).

Tabela 11. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) da raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba, nos experimentos com e sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Adubação inorgânica de plantio	AP (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)	CR (mm)	DR (mm)	PRO (t ha ⁻¹)
Sem	21,53 a	29,00 a	2,67 b	66,2 b	9,49 b	43,70 b	53,11 b	20,3 b
Com	21,87 a	30,95 a	3,17 a	77,3 a	12,29 a	46,32 a	55,19 a	23,8 a
F	0,44 ^{ns}	1,11 ^{ns}	4,77*	8,34*	11,95*	6,33*	4,36*	8,34*
CV (%)	8,20	21,36	27,03	18,68	25,72	9,33	6,38	18,68

Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; *significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Muitos produtores costumam realizar a adubação de plantio com a aplicação de adubos orgânicos juntamente com os inorgânicos. Porém, devido a crescente demanda do setor orgânico, tem sido muito frequente a adubação de plantio somente com o adubo orgânico. Neste sentido, Marques et al. (2010), avaliando a produção e qualidade da beterraba em função de diferentes doses de esterco bovino no plantio, obtiveram melhores resultados com a dose máxima de esterco (80 t ha⁻¹), demonstrando que a aplicação da matéria orgânica em solos tropicais tem grande importância para produção de beterraba. Pinto et al. (2004) estudaram o comportamento da cultura da batata, cultivada em três regimes de adubação, orgânica (esterco bovino), mineral (NPK) e mista (esterco + NPK), e verificaram que a maior produção ocorreu no sistema misto de adubação (1044 g m⁻²), a menor no sistema mineral (765,10 g m⁻²), enquanto que o sistema orgânico apresentou valores intermediários (847,90 g m⁻²). O mesmo ocorreu na presente pesquisa onde a aplicação conjunta de adubo orgânico e inorgânico foi superior para a maioria das características em relação a adubação apenas orgânica. Para se obter o mesmo resultado da adubação mista (orgânico + inorgânico), apenas com a adubação orgânica, provavelmente as doses no plantio devem ser maiores. O boletim oficial de recomendação de São Paulo recomenda a aplicação de 30 a 50 t ha⁻¹ de composto orgânico (TRANI et al., 1997), sendo que como critério de referência neste experimento foi utilizada a dose média de 40 t ha⁻¹. No entanto, Magro (2012) obteve a máxima produtividade de beterraba com a dose de 52 t ha⁻¹ de composto orgânico e Marques et al. (2010) com até 80 t ha⁻¹.

6.2 Experimentos III e IV: torta de mamona

6.2.1 Análise de regressão para as doses de torta de mamona em cobertura

Observou-se aumento de 0,7 cm para cada 100 g m⁻² de torta de mamona na altura de plantas, sendo que a dose de 600 g m⁻² de torta de mamona em cobertura proporcionou maior altura de planta (30,5 cm), sem adubação inorgânica no plantio. Porém, com adubação inorgânica no plantio, não houve influência das doses de torta de mamona em cobertura com média de 31,1 cm (Figura 13).

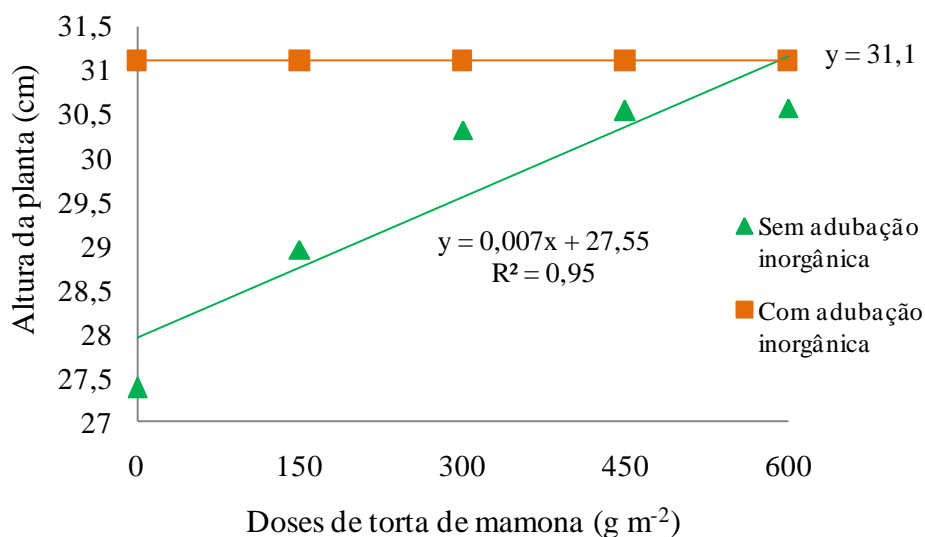


Figura 13. Altura de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

A altura observada neste trabalho foi superior a encontrada por Zárate et al. (2008) na cultivar Early Wonder, 24 cm, e inferior a encontrada por Magro (2012) que obteve uma altura de 36,4 cm em plantas do híbrido Boro, quando aplicado 56 t ha⁻¹ de composto orgânico.

A massa da matéria fresca da parte aérea, quando não houve adubação inorgânica no plantio, apresentou maior valor utilizando a dose de 600 g m⁻² de torta de mamona em cobertura (59,5 g). Para cada 100 g m⁻² de torta de mamona houve um aumento de 3,6 g da massa da matéria fresca da parte aérea. Valor semelhante foi encontrado por

Magro (2012) para a maior massa fresca da parte aérea: 62,5 g. Com a adubação inorgânica no plantio não houve diferença entre as doses de torta aplicada em cobertura na massa fresca da parte aérea com média de 49,0 g (Figura 14).

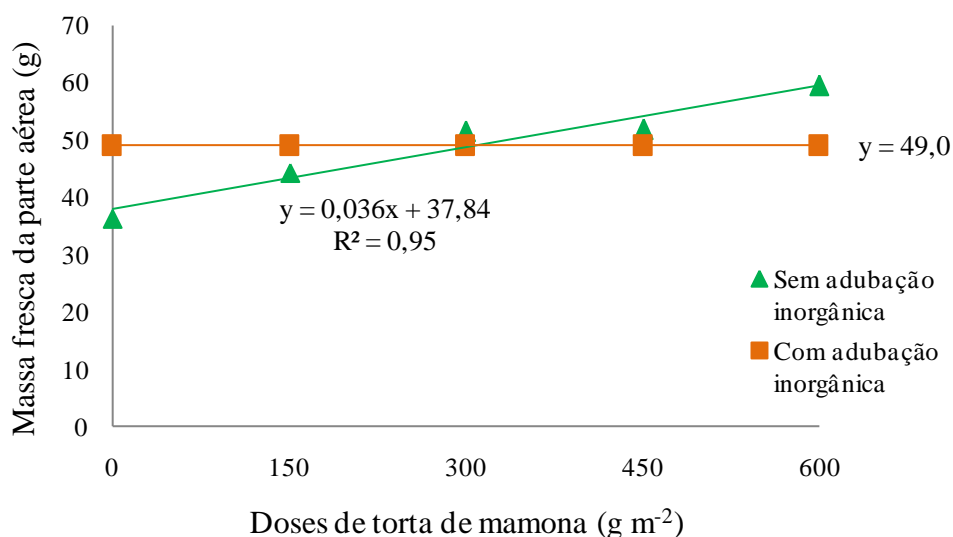


Figura 14. Massa da matéria fresca da parte aérea de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Sem adubação inorgânica no plantio o maior valor de massa da matéria fresca de raiz (139,5 g) foi obtido utilizando a dose de 600 g m⁻² de torta de mamona em cobertura. Para cada 100 g m⁻² de torta de mamona há um aumento de 7,2 g da massa fresca de raiz. Com a adubação inorgânica no plantio, não houve efeito das doses de torta de mamona na massa da matéria fresca de raiz com média de 121,9 g (Figura 15). A massa fresca de raiz obtida foi semelhante ao encontrado por Magro (2012) que obteve 133,7 g e superior ao encontrado por Correa et al. (2014), que obtiveram 116,1 g.

A dose de 600 g m⁻² de torta de mamona em cobertura proporcionou maior massa da matéria seca da parte aérea (6,78 g), sem adubação inorgânica no plantio. Para cada 100 g m⁻² de torta de mamona há um aumento de 0,4 g na massa seca da parte aérea. Não houve influência das doses de torta de mamona em cobertura na massa seca da parte aérea, com a adubação inorgânica no plantio com média de 5,25 g (Figura 16). Magro (2012) obteve

6,10 g de massa seca da parte aérea de beterraba utilizando 53 t ha⁻¹ de composto orgânico no plantio.

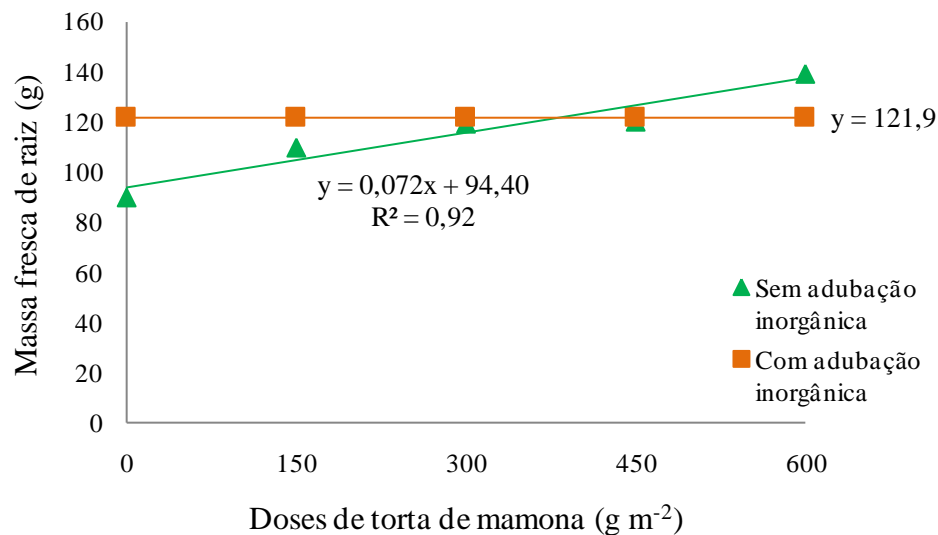


Figura 15. Massa da matéria fresca de raiz de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

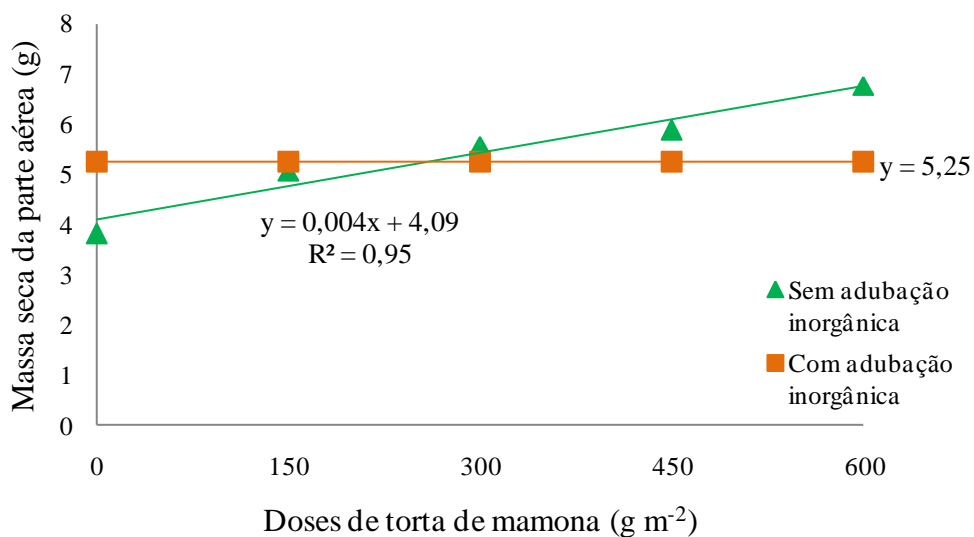


Figura 16. Massa da matéria seca da parte aérea de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

A massa da matéria seca de raiz foi influenciada pelas doses de torta de mamona sem adubação inorgânica no plantio, sendo que a dose de 600 g m⁻² resultou em maior valor (15 g). Para cada 100 g m⁻² de torta de mamona há um aumento de 0,7 g de massa da matéria seca de raiz. Não houve diferença significativa das doses de torta de mamona em cobertura na massa da matéria seca de raiz, com a adubação inorgânica no plantio, com média de 13,9 g (Figura 17).

O maior comprimento de raiz (57 mm) foi observado quando aplicado 600 g m⁻² de torta de mamona em cobertura, sem adubação inorgânica no plantio. Não houve influência das doses de torta de mamona em cobertura aplicada quando houve adubação inorgânica com média de 58 mm (Figura 18). O valor encontrado foi semelhante ao relatado por Zárate et al. (2008), máximo 55 mm, e menor que o encontrado por Magro (2012), máximo 64,9 mm.

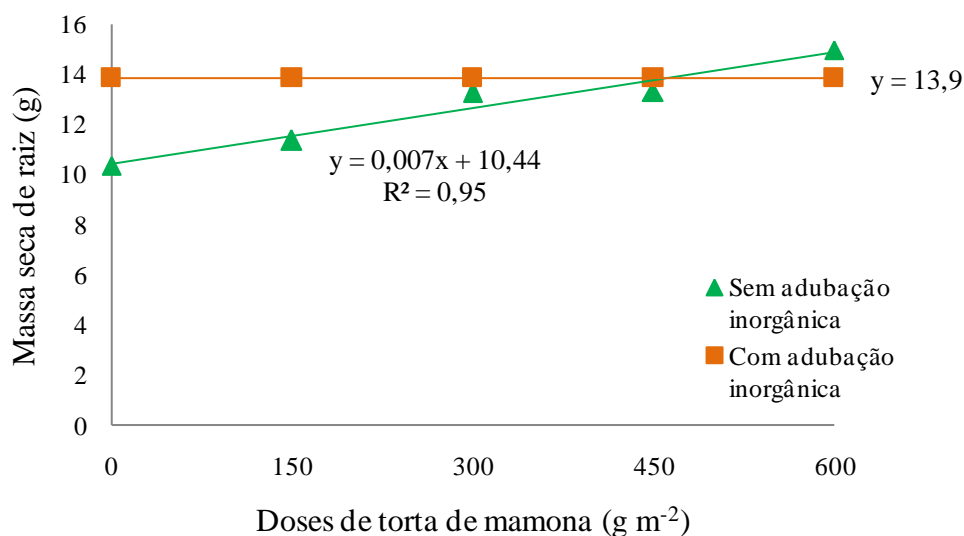


Figura 17. Massa da matéria seca de raiz de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem e com adubação inorgânica de plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

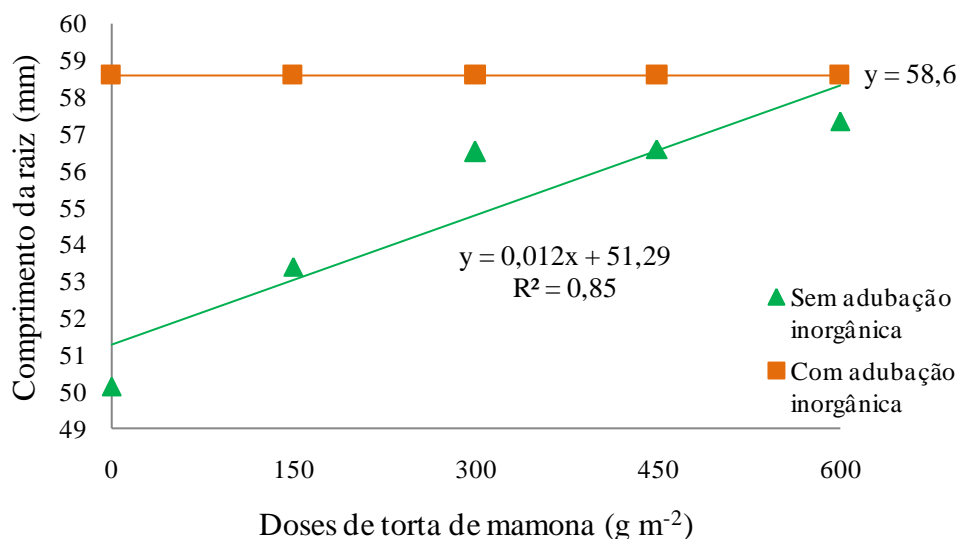


Figura 18. Comprimento da raiz de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem e com adubação inorgânica de plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

A dose de 600 g m⁻² proporcionou o maior diâmetro de raízes de beterraba (65 mm), sem adubação inorgânica no plantio. Para cada 100 g m⁻² de torta de mamona há um aumento de 1,5 mm no diâmetro da raiz. Não houve influência das doses de torta em cobertura no diâmetro das raízes, com adubação inorgânica no plantio com média de 61,5 mm (Figura 19). O tamanho das beterrabas obtidas nestes experimentos foi classificada como extra A ou 2A (maior ou igual a 50 e menor que 90 mm), segundo o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (CEAGESP, 2013).

Verificou-se que a produção de beterraba apresentou tamanho homogêneo nos dois experimentos realizados. Resultado semelhante foi obtido por Santos et al. (2012) que não observaram diferenças nas classes de diâmetro de bulbo de cebola, com a aplicação de torta de mamona em cobertura, favorecendo a homogeneidade do lote. Os valores obtidos com a dose de 600 g m⁻² de torta de mamona em cobertura, sem adubação inorgânica de plantio, foi pouco superior ao encontrado por Magro (2012) onde o máximo foi 62,2 mm e por Costa et al. (2008) onde o máximo foi 55,1 mm de diâmetro de raiz de beterraba.

A dose de 600 g m⁻² de torta de mamona em cobertura resultou na maior produtividade (42,9 t ha⁻¹), sem adubação inorgânica no plantio. O aumento foi de 2,2 t

ha⁻¹ para cada 100 g m⁻² de torta de mamona. Não houve influência das doses de torta de mamona na produtividade, com adubação inorgânica no plantio com média de 37,5 t ha⁻¹ (Figura 20).

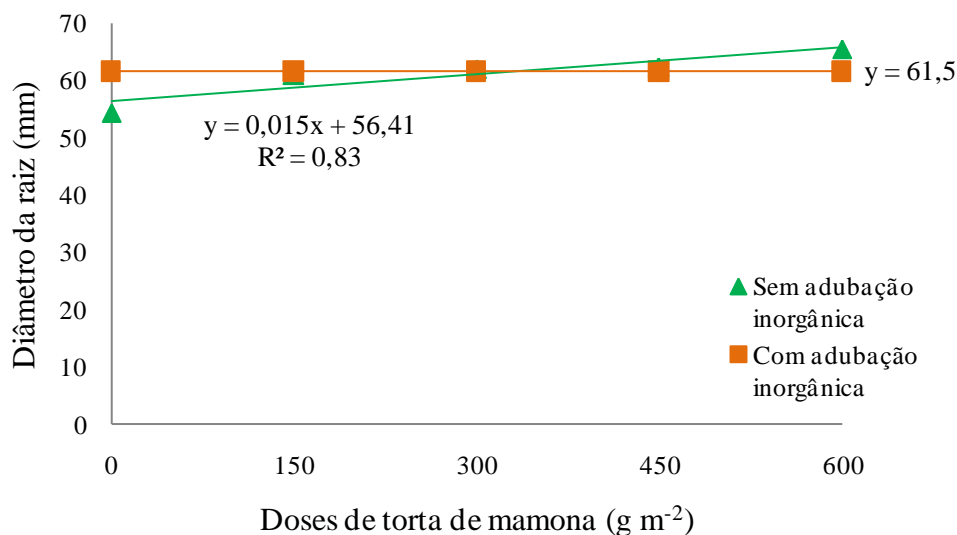


Figura 19. Diâmetro da raiz de plantas de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem e com adubação inorgânica de plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

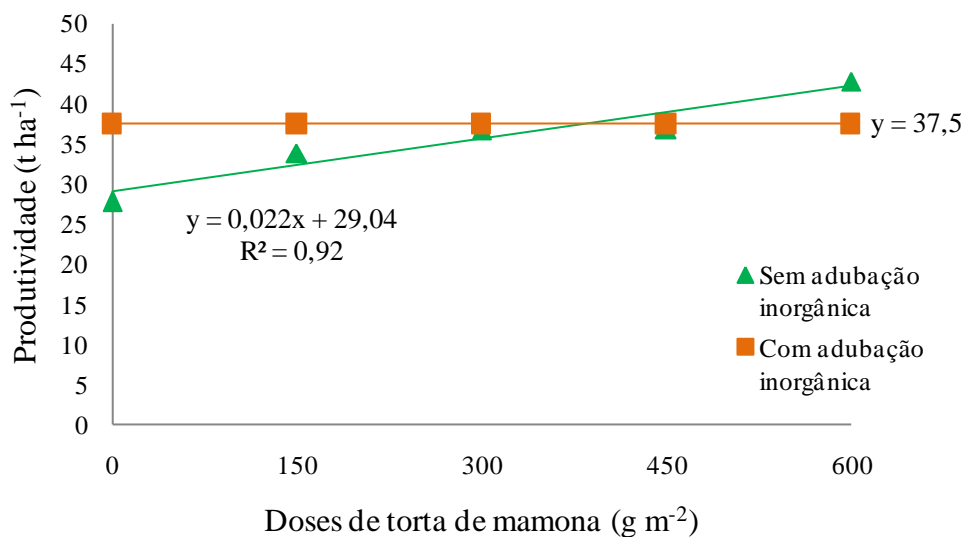


Figura 20. Produtividade de raízes de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem e com adubação inorgânica de plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Assim, utilizando a dose de 600 g m^{-2} de torta de mamona em cobertura, sem adubação inorgânica no plantio, obteve-se produtividade superior ao encontrada por Zárate et al. (2010), Grangeiro et al. (2007) e Trani et al. (2005), que obtiveram 15,9, 30 e 40 t ha^{-1} , respectivamente, e semelhante ao de Magro (2012) que obteve $42,8 \text{ t ha}^{-1}$. Ressalta-se que a produtividade foi calculada multiplicando-se a massa média de raiz pela população de plantas ($307.692 \text{ plantas ha}^{-1}$), que foi estimada pelo espaçamento entre linhas de 0,25 m, 0,10 m entre plantas e o espaçamento entre canteiros 0,30 m, semelhante a Magro (2012).

Obteve-se efeito linear em todas as características, sem adubação inorgânica no plantio, demonstrando efeito benéfico da torta de mamona em cobertura, provavelmente pela liberação de nutrientes por este adubo orgânico. De acordo com Costa et al. (2004), a torta de mamona apresenta boas características para uso como adubo orgânico, pois é uma excelente fonte de nitrogênio, potássio e fósforo. Como o efeito foi linear, talvez com doses maiores de torta de mamona a produção poderia ser maior.

Quando aplicou a adubação inorgânica juntamente com a orgânica no plantio, provavelmente as exigências nutricionais da cultura já tinham sido satisfeitas, já que a aplicação de torta de mamona em cobertura não afetou todas as características.

6.2.2 Comparação das doses de torta de mamona em cobertura com a testemunha com adubação inorgânica

Nas plantas de beterraba que não foi feita a adubação inorgânica de plantio, a testemunha com adubação inorgânica em cobertura foi superior a dose zero e 150 g m^{-2} de torta de mamona em cobertura para massa da matéria fresca da parte aérea e raiz, massa da matéria seca de raiz, diâmetro de raiz e produtividade. Para massa da matéria seca da parte aérea e comprimento de raiz a testemunha foi superior apenas à dose zero. Para altura de planta, apenas a dose de 600 g m^{-2} de torta de mamona em cobertura não diferiu da testemunha (Tabela 12).

Tabela 12. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Doses de torta de mamona (g m ⁻²)	AP (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)	CR (mm)	DR (mm)	PRO (t ha ⁻¹)
0	7,38*	36,22*	3,82*	90,46*	10,40*	50,15*	54,49*	27,83*
150	8,95*	44,32*	5,08	110,23	11,37*	53,42	60,96*	33,91*
300	30,31*	51,44	5,58	119,73	13,26	56,52	62,18	36,84
450	30,53*	51,83	5,89	120,23	13,31	56,62	62,34	36,99
600	32,57	59,54	6,77	139,50	14,99	57,37	65,52	42,95
Testemunha	34,12	63,37	7,37	148,60	16,50	60,15	67,69	45,72
CV (%)	5,10	12,01	21,44	12,46	16,62	6,11	4,93	12,46

*Médias inferiores à testemunha com adubação inorgânica em cobertura pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Nota-se que para a maioria das características, apenas as doses menores de torta de mamona em cobertura foram inferiores à testemunha, sendo que a maior dose de torta não diferiu da testemunha para todas as características (Tabela 12). Como a torta de mamona é um material de rápida decomposição (SEVERINO et al., 2004), provavelmente a rápida liberação e disponibilidade de nutrientes às plantas pode explicar os resultados positivos observados. Portanto, foi possível obter produtividade de beterraba apenas com adubação orgânica (plantio e cobertura) semelhante à adubação inorgânica. Gomes et al. (1963), na produção de batatinha, observaram que a torta de mamona aplicada no plantio suplantou significativamente o sulfato de amônio, resultando em melhor produção e classificação comercial do tubérculo.

Já quando houve a adubação inorgânica de plantio, a testemunha com adubação inorgânica de cobertura não diferiu de todas as doses de torta de mamona em cobertura, para altura da planta, massa da matéria fresca da parte aérea e raiz, comprimento da raiz, diâmetro da raiz e produtividade. Para massa da matéria seca da parte aérea e raiz a testemunha foi superior apenas às doses 0, 150 e 300 g m⁻² (Tabela 13).

Tabela 13. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Doses de torta de mamona (g m ⁻²)	AP (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)	CR (mm)	DR (mm)	PRO (t ha ⁻¹)
0	31,22	44,94	4,80*	115,12	12,91*	56,30	62,14	35,42
150	29,92	46,25	4,42*	118,29	13,95*	58,96	60,72	36,39
300	32,07	48,82	4,91	122,71	13,18*	58,72	62,64	37,75
450	31,23	46,68	5,79	123,07	13,62*	58,67	61,25	37,86
600	31,11	58,52	6,32	130,48	15,76	60,32	60,90	40,15
Testemunha	33,41	56,28	6,74	143,35	18,48	58,44	62,77	44,10
CV (%)	9,01	31,64	16,58	21,26	14,04	11,20	5,90	21,26

*Médias inferiores à testemunha com adubação inorgânica em cobertura pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

A ausência de diferença entre a aplicação de torta de mamona com a adubação inorgânica para a maioria das características das plantas de beterrabas ocorreu, provavelmente, devido à elevada fertilidade do solo proporcionada pela utilização conjunta de adubo orgânico e inorgânico no plantio (Tabela 13). Neste contexto, a adubação de plantio proporcionou quantidades de nutrientes necessários para que a beterraba se desenvolvesse sem qualquer carência nutricional. Resultado semelhante foi encontrado por Santos et al. (2012) que não encontraram diferenças significativas na produção de cebola, com diferentes doses de torta de mamona em cobertura, pois a fertilidade do solo era elevada e também devido a adubação de base feita com esterco bovino. Ressalta-se, também, que a adubação de plantio com composto orgânico favoreceu uma liberação de nutrientes ao longo do ciclo.

A partir dos resultados nota-se que a dose zero (sem adubação orgânica e inorgânica em cobertura) diferiu da testemunha em todas as características quando não foi feita a adubação inorgânica (Tabela 12). Porém, quando foi feita a adubação inorgânica, a dose zero não diferiu da testemunha quanto a altura de planta, massa fresca da parte aérea e raiz, comprimento, diâmetro da raiz e produtividade. Esse fato mostra que os nutrientes fornecidos pela adubação de plantio (orgânica e inorgânica) atenderam as necessidades das plantas de beterraba.

6.2.3 Análise conjunta dos experimentos III e IV

Na média dos tratamentos, a presença ou ausência de adubação inorgânica no plantio não foi significativa para altura de planta, massa da matéria fresca da parte aérea e raiz, massa da matéria seca da parte aérea e raiz e comprimento de raiz (Tabela 14). Esse fato mostra que a aplicação de adubo inorgânico no plantio talvez não seja tão necessário quando se realiza uma adubação orgânica adequada que atenda a demanda da cultura.

Pereira et al. (2010) concluíram que a maior produtividade de beterraba foi obtida com a aplicação conjunta de cama de aviário e adubação mineral. Abreu et al. (2010) testaram diferentes adubações de plantio (sem adubação, adubação inorgânica, esterco de galinha, esterco bovino, húmus de minhoca e composto orgânico) em alface e obtiveram maior matéria fresca em parcelas adubadas com esterco de galinha. Negrini e Melo (2007), utilizando apenas composto orgânico no plantio de cenoura, obtiveram produção comparável à adubação inorgânica. Porém, Melo e Oliveira (1999) não observaram efeito significativo da adubação com esterco de bovino na produção de alho, assim como Leão et al. (2008), na produção de melancia, não observaram efeito significativo com a adubação com esterco bovino, apenas com a aplicação de 450 g cova⁻¹ de NPK 4-30-16.

Tabela 14. Altura de planta (AP), massa da matéria fresca (MFPA) e seca (MSPA) da parte aérea, massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raiz, comprimento (CR) e diâmetro da raiz (DR) e produtividade (PRO) das plantas de beterraba com e sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Adubação de plantio inorgânica	AP (cm)	MFPA (g)	MSPA (g)	MFR (g)	MSR (g)	CR (mm)	PRO (t ha ⁻¹)
Sem	30,64 a	51,13 a	5,76 a	121,48 a	13,31 a	55,71 a	37,3 a
Com	31,64 a	50,26 a	5,48 a	125,51 a	14,65 a	58,57 a	38,6 a
F	1,49 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,60 ^{ns}	0,37 ^{ns}	3,75 ^{ns}	3,29 ^{ns}	0,37 ^{ns}
CV (%)	7,74	23,85	20,27	18,55	17,17	9,56	18,55

Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Na comparação das adubações de plantio, observou-se que apenas na dose zero (ausência de adubação em cobertura) houve diferença significativa para o diâmetro

da raiz, sendo que a adubação inorgânica no plantio proporcionou maior diâmetro das raízes (Tabela 15). Assim, nota-se que quando não houve a adubação inorgânica no plantio, apenas a adubação orgânica de plantio, a ausência de adubação em cobertura (dose zero) não conseguiu atender a necessidade da planta, sendo que com a aplicação de qualquer dose de torta de mamona em cobertura, ou com adubação inorgânica, os valores já não diferiram do experimento que foi feita a adubação inorgânica no plantio.

Tabela 15. Diâmetro da raiz das plantas de beterraba, sem e com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Doses de torta de mamona em cobertura (g m ⁻²)	Diâmetro (mm)	
	Adubação inorgânica de plantio	
	Sem	Com
0	54,49 b	62,14 a
150	60,96 a	60,73 a
300	62,19 a	62,64 a
450	62,35 a	61,26 a
600	65,53 a	60,90 a
Testemunha	67,69 a	64,78 a
CV (%)	5,49	

Médias seguidas por mesma letra, nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6.2.5 Acúmulo de macronutrientes

6.2.5.1 Análise de regressão para as doses de torta de mamona em cobertura

Para o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio pela parte aérea, houve aumento linear com as doses de torta de mamona em cobertura, sem adubação inorgânica no plantio (Figura 21). Os maiores acúmulos foram 197, 16, 326, 96 e 87 mg planta⁻¹ de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente, para a dose de 600 g m⁻². Para cada 100 g m⁻² de torta de mamona obteve-se um aumento do acúmulo de N, P, K, Ca e Mg de 14,9; 1,0; 17,8; 4,5 e 5,6 mg planta⁻¹, respectivamente (Figura 21).

Os acúmulos destes nutrientes acompanharam o aumento, também linear, da massa da matéria seca da parte aérea (Figura 16). Provavelmente, com a maior dose

de torta de mamona em cobertura, houve a disponibilização de nutrientes para a planta, pois as condições climáticas favoreceram a mineralização. Sedyama et al. (2011) também observaram que o acúmulo de Ca e Mg na planta de beterraba foi maior na parte aérea quanto maior a dose de lodo de lagoa.

Em relação ao enxofre, sem e com adubação inorgânica no plantio, as doses em cobertura não apresentaram diferenças significativas em função das doses de torta de mamona em cobertura (Figura 21). Resultado diferente ao encontrado por Sedyama et al. (2011) que obtiveram maior acúmulo de enxofre na parte aérea da planta de beterraba quanto maior a dose de lodo de lagoa.

Para o acúmulo de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre não houve diferença entre as doses de torta de mamona em cobertura, com adubação inorgânica no plantio. Apenas o fósforo apresentou efeito linear, sendo que para cada 100 g m^{-2} de torta de mamona em cobertura houve um aumento de $0,8 \text{ mg de P planta}^{-1}$.

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas de beterraba foi: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{S} > \text{P}$. Resultado diferente foi encontrado por Magro (2012) que obteve: $\text{K} > \text{N} > \text{Mg} > \text{Ca} > \text{S} > \text{P}$.

Houve efeito linear e os maiores acúmulos obtidos nas raízes foram de 251, 39, 403, 35 e 23 mg planta^{-1} de N, P, K, Mg e S, respectivamente, com a dose em cobertura de 600 g m^{-2} de torta de mamona em cobertura, sem a adubação inorgânica no plantio. Para cada 100 g m^{-2} de torta de mamona em cobertura houve um aumento de acúmulo de 19,8; 1,5; 27,3; 1,6 e 1,2 mg planta^{-1} de N, P, K, Mg e S, respectivamente. O acúmulo de cálcio não diferiu com as doses de torta de mamona em cobertura (Figura 22).

Os acúmulos destes nutrientes acompanharam o aumento, também linear, da massa seca da matéria de raiz (Figura 17). No presente trabalho observou-se maior acúmulo de potássio e nitrogênio nas raízes de beterraba. Já Grangeiro et al. (2007) verificaram maior acúmulo de fósforo e potássio nas raízes e Sedyama et al. (2011), maior acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio nas raízes da beterraba.

Com a adubação inorgânica no plantio, não houve diferença entre as doses aplicadas em cobertura para o acúmulo de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre. Apenas o nitrogênio apresentou efeito linear, sendo que para cada 100 g m^{-2} de torta de mamona em cobertura houve um aumento de $10,3 \text{ mg de N planta}^{-1}$ (Figura 22).

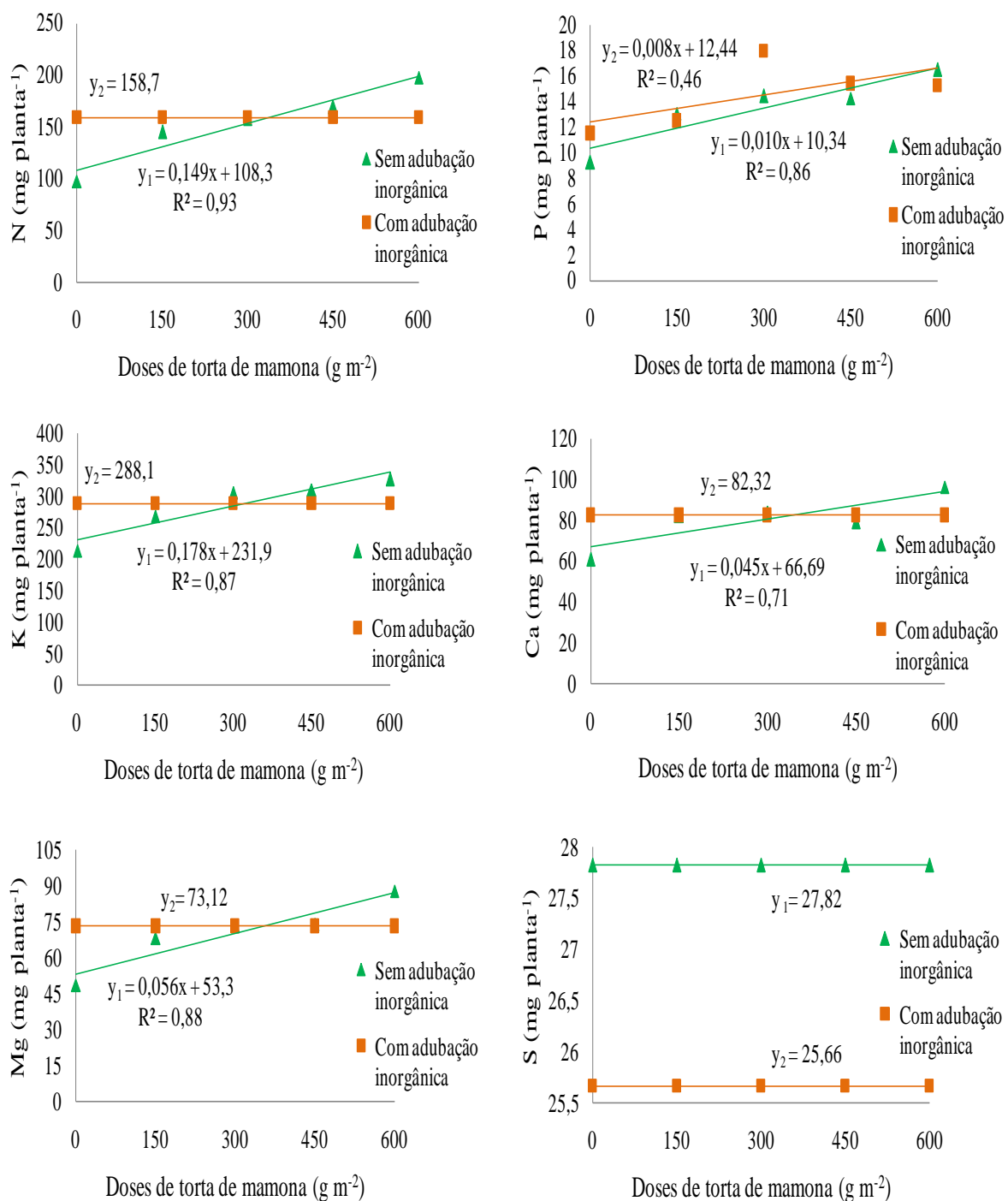


Figura 21. Quantidade acumulada de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na parte aérea pela planta de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes nas raízes das plantas de beterraba foi: K>N>P>Mg>Ca>S. Nota-se pequena diferença entre esta ordem de acúmulo indicada por outros autores, como Magro (2012) que obteve a seguinte ordem decrescente: K>N>P>Mg>S>Ca e Gondim et al. (2011) que obtiveram: K>P>N>S>Mg>Ca.

Obteve-se aumento linear para o acúmulo de todos os macronutrientes na planta (parte aérea+raiz) quanto maior a dose de torta de mamona quando não se fez a adubação inorgânica no plantio. Houve aumento no acúmulo de N, P, K, Ca, Mg, S de 34,8; 2,5; 45,2; 5,3; 7,2; 2,7 mg planta⁻¹, respectivamente, para cada 100 g m⁻² de torta de mamona aplicada (Figura 23).

Com a adubação inorgânica no plantio, não houve diferença entre as doses de torta de mamona aplicada em cobertura para o acúmulo da maioria dos nutrientes, somente para o nitrogênio ocorreu aumento linear, onde para cada 100 g m⁻² de torta de mamona houve um aumento no acúmulo de 14,8 mg planta⁻¹ (Figura 23).

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes obtida na planta inteira foi: K>N>Mg>Ca>P>S. Verifica-se que a ordem de acúmulo obtida foi semelhante ao encontrado por Haag e Minami (1987) que obtiveram a seguinte ordem: K>N>Mg>Ca>P; Grangeiro et al. (2007) obtiveram: N>K>Mg>Ca>P; Magro (2012) obteve: K>N>Mg>Ca>P>S e diferente ao encontrado por Sedyama et al. (2011) que obtiveram: K>N>Ca>Mg>P>S e Gondim et al. (2011) que obtiveram: K>N>P>Mg>Ca>S.

Na dose de 600 g m⁻² de torta de mamona em cobertura, o acúmulo de Ca, Mg e S foram maiores na parte aérea, já o acúmulo de N, P e K foram maiores nas raízes. De acordo com Gondim et al. (2011), o fato de o Ca não ser redistribuído pela planta, pela sua baixa mobilidade, faz com que se acumule nas folhas. Ainda segundo esses autores, o Mg acumula-se preferencialmente na parte aérea da planta. Magro (2012) também verificou maior acúmulo de nitrogênio e fósforo nas raízes de beterraba. Em relação ao fósforo, Alves et al. (2008) verificaram maior presença do fósforo nas raízes e atribuíram que a maior exigência de P na raiz tuberosa se deve a sua função, que é promover um crescimento rápido e contínuo deste órgão. Outra possível explicação é devido a mobilidade deste nutriente. Já para o potássio, observou-se nos experimentos elevado acúmulo tanto na parte aérea quanto na raiz tuberosa, resultado também obtido por Magro (2012) e Alves et al. (2008).

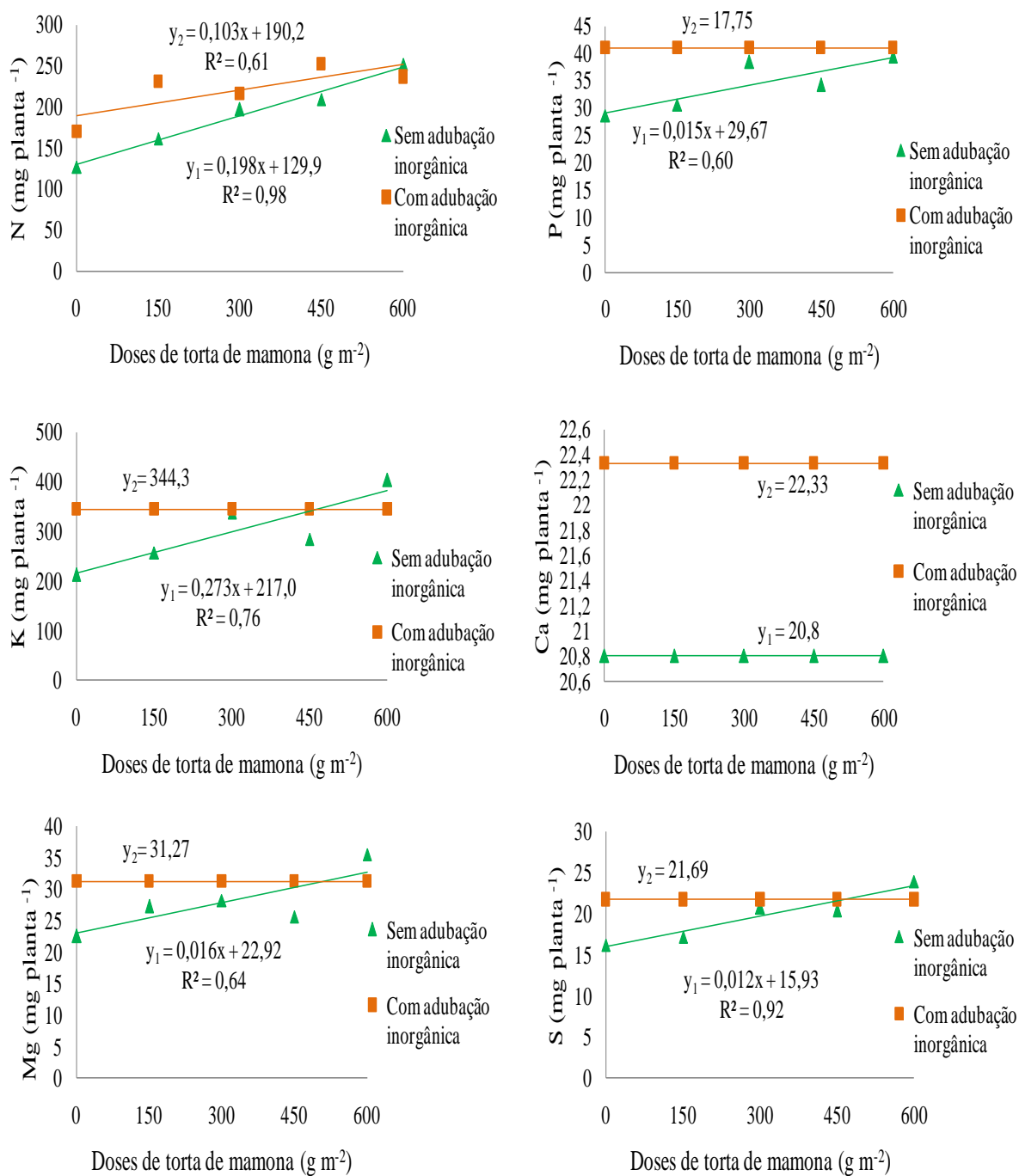


Figura 22. Quantidade acumulada de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) na raiz pela planta de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

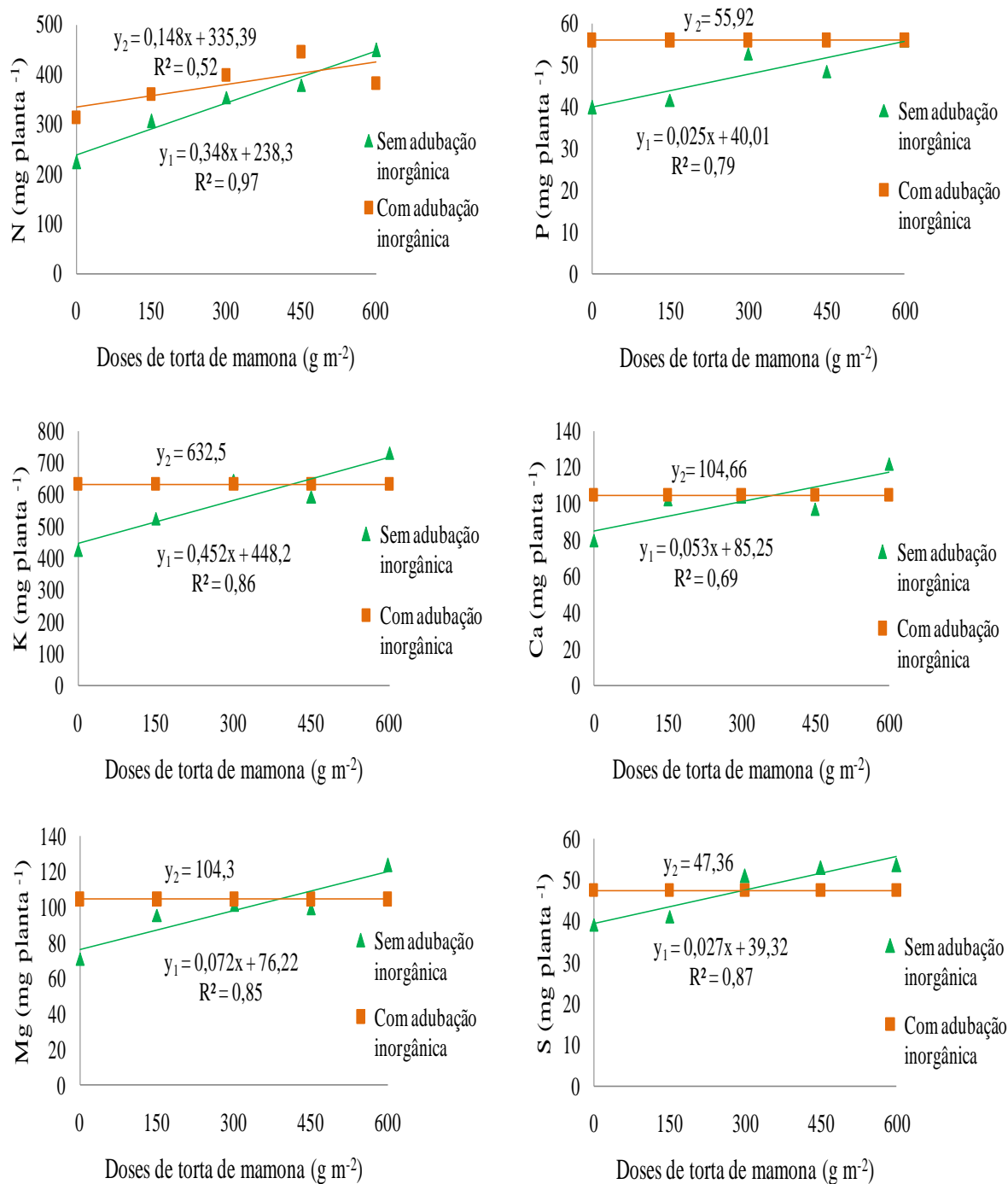


Figura 23. Quantidade acumulada de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no total das plantas (parte aérea e raiz) de beterraba na colheita, aos 61 dias após o transplante, em função das doses de torta de mamona em cobertura, sem (y_1) e com (y_2) adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

6.2.5.2 Comparação das doses de torta de mamona em cobertura com a testemunha com adubação inorgânica

Na ausência de adubação inorgânica no plantio não houve diferença das doses de torta de mamona em relação à testemunha no acúmulo de potássio e enxofre pela parte aérea das plantas de beterraba (Tabela 16).

Tabela 16. Acúmulo de macronutrientes pela parte aérea, raiz e total pela planta de beterraba sem adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Doses de torta de mamona em cobertura (g m ⁻²)	N	P	K	Ca	Mg	S
	mg planta ⁻¹					
	Parte aérea					
0	97,33*	9,23*	213,09	60,61*	48,41*	22,85
150	144,96*	13,02	268,70	81,86	68,04	23,88
300	157,45*	14,43	306,31	84,11	73,04	30,23
450	169,14*	14,26	309,47	79,96	73,78	32,55
600	197,39	16,49	326,85	96,15	87,85	29,60
Testemunha	250,41	17,16	346,97	108,74	99,86	38,04
CV (%)	22,42	23,73	25,02	27,47	25,80	29,41
	Raiz					
0	127,01*	28,66*	212,20*	19,35	22,52	16,16*
150	161,68*	30,65	257,18*	20,48	27,23	17,19*
300	197,24*	38,49	338,07	19,80	28,15	20,70
450	209,69*	34,25	284,89	18,31	25,62	20,35
600	251,96	39,43	403,81	26,08	35,56	23,89
Testemunha	320,69	42,53	401,77	23,46	27,14	26,57
CV (%)	20,46	18,80	22,51	18,72	20,39	17,75
	Total					
0	224,33*	39,88*	425,28*	79,96*	70,93*	39,01*
150	306,64*	41,71	525,87	102,33	95,26	41,08*
300	354,69*	52,93	644,38	103,92	101,19	50,94
450	378,83*	48,51	594,36	97,37	99,41	52,90
600	449,35	55,92	730,65	122,23	123,42	53,50
Testemunha	571,10	59,70	748,74	132,20	127,00	64,60
CV (%)	19,15	18,45	21,11	24,17	22,50	22,37

*Médias inferiores à testemunha com adubação inorgânica em cobertura, pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

Para o acúmulo de fósforo, cálcio e magnésio somente a dose zero foi inferior à testemunha, semelhante ao observado para massa da matéria seca da parte aérea (Figura 16). A maior diferença foi para o nitrogênio (N), onde apenas a maior dose não diferiu da testemunha (Tabela 16). Provavelmente, isto ocorreu pela dose de N aplicada na testemunha (270 kg ha^{-1}) ser equivalente a quantidade de N na dose de 600 g m^{-2} de torta de mamona (Tabela 5).

Para todas as doses de torta de mamona o acúmulo de cálcio e magnésio nas raízes não diferiu da testemunha, sem adubação inorgânica no plantio (Tabela 16). Para o acúmulo de nitrogênio somente a dose de 600 g m^{-2} de torta em cobertura não diferiu da testemunha, provavelmente pelo mesmo motivo explicado para a parte aérea, o excesso de nitrogênio aplicado na testemunha. Para o acúmulo de fósforo apenas a dose zero diferiu da testemunha, enquanto que para potássio (K) e enxofre (S) na dose zero e 150 g m^{-2} o acúmulo nas raízes foi inferior à testemunha (Tabela 16).

Para o acúmulo total de macronutrientes nas plantas, os nutrientes fósforo, potássio, cálcio e magnésio não diferiram da testemunha, para as doses de torta de mamona em cobertura, sendo que apenas a ausência de cobertura (dose zero) foi inferior. No acúmulo de enxofre total pela planta, apenas as doses zero e 150 g m^{-2} foram inferiores (Tabela 16). Já para o N novamente apenas para a maior dose (600 g m^{-2}) não diferiu da testemunha com adubação inorgânica.

Verifica-se que a maior dose de torta de mamona em cobertura (600 g m^{-2}) não diferiu da testemunha no acúmulo de todos os nutrientes, na parte aérea, raiz e planta inteira, quando não houve adubação inorgânica. Esse fato demonstra que o uso desta dose em cobertura é uma alternativa para produtores orgânicos, pois a planta de beterraba acumula quantidades de nutrientes comparáveis ao obtido pela adubação inorgânica em cobertura. De acordo com Severino et al. (2004), a torta de mamona é um material de rápida decomposição e, provavelmente, a utilização da maior dose (600 g m^{-2}) em cobertura, proporcionou liberação suficiente de nutrientes para a planta de beterraba. No entanto, deve-se destacar que a adubação inorgânica em cobertura foi excessiva para o N.

Para todas as doses de torta de mamona o acúmulo de potássio e magnésio na parte aérea não diferiu da testemunha, com adubação inorgânica no plantio. Para o acúmulo de nitrogênio e enxofre apenas as doses de 450 e 600 g m^{-2} de torta de mamona em

cobertura não diferiram da testemunha. Para o acúmulo de fósforo e cálcio na parte aérea, apenas as doses zero e 150 g m⁻² de torta de mamona em cobertura foram inferiores à testemunha (Tabela 17).

Tabela 17. Acúmulo de macronutrientes pela parte aérea, raiz e total pela planta de beterraba com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Doses de torta de mamona em cobertura (g m ⁻²)	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- mg planta ⁻¹ -----					
	Parte aérea					
0	142,99*	11,52*	284,71	74,26*	66,30	27,21*
150	130,35*	12,49*	255,77	68,60*	65,38	21,45*
300	145,46*	17,97	335,57	94,43	84,45	22,34*
450	181,71	17,42	317,09	91,87	87,59	28,54
600	193,06	15,26	247,70	82,45	61,88	28,79
Testemunha	216,06	18,95	320,97	116,45	103,15	38,60
CV (%)	17,11	18,03	18,88	21,58	26,57	20,08
	Raiz					
0	170,21*	35,62	298,76*	18,47	27,80	19,83*
150	230,43*	43,62	381,01	22,96	34,96	21,91*
300	216,44*	37,41	301,35	19,98	27,63	20,89*
450	252,64*	47,14	401,88	26,61	35,11	24,43*
600	236,86*	41,20	338,90	23,63	30,86	21,41*
Testemunha	400,20	49,73	462,06	26,56	35,11	31,01
CV (%)	14,39	19,18	22,49	23,06	18,74	14,12
	Total					
0	313,20*	47,13*	583,46*	92,74*	94,10	47,04*
150	360,78*	56,11	586,59*	91,57*	100,34	43,36*
300	398,14*	55,37	636,78	114,41	112,07	49,42*
450	445,70*	64,55	636,92	118,49	122,70	53,22*
600	382,32*	56,46	718,97	106,08	92,74	43,75*
Testemunha	616,26	68,68	782,26	143,00	138,25	69,61
CV (%)	11,02	15,78	14,77	18,34	20,76	13,53

*Médias inferiores à testemunha com adubação inorgânica em cobertura pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

No acúmulo de macronutrientes pela raiz, todas as doses de torta de mamona em cobertura não diferiram da testemunha, no acúmulo de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, com exceção da dose zero para o acúmulo de potássio. Já para o acúmulo de

nitrogênio e enxofre todas as doses de torta de mamona em cobertura foram inferiores à testemunha (Tabela 17). Este fato pode ter ocorrido pelo excesso de sulfato de amônio na testemunha com adubação inorgânica em cobertura.

Para o acúmulo total de macronutrientes, somente o magnésio não diferiu da testemunha, para todas as doses de torta de mamona em cobertura. Para o acúmulo de fósforo e potássio, apenas a dose zero diferiu da testemunha, enquanto que para o Ca, as doses zero e 150 g m^{-2} de torta de mamona em cobertura, o acúmulo foi inferior à testemunha. Já para o acúmulo de nitrogênio e enxofre todas as doses de torta em cobertura foram inferiores à testemunha (Tabela 17).

Observa-se que o acúmulo de nutrientes pela beterraba com a aplicação de torta de mamona em cobertura assemelha-se, muitas vezes, à testemunha utilizando a maior dose (600 g m^{-2}) ou até doses menores ($300, 450 \text{ g m}^{-2}$). Esse fato mostra que com doses menores já é possível atender as necessidades nutricionais da planta e obter uma boa produção.

6.2.5.3 Análise conjunta dos experimentos III e IV

As adubações de plantio (ausência e presença da adubação inorgânica) não apresentaram diferenças significativas no acúmulo dos macronutrientes na parte aérea das plantas de beterraba, semelhante a massa seca da parte aérea. Na raiz, não houve diferença do acúmulo do cálcio entre as adubações de plantio. Já para o acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre onde houve a adubação inorgânica no plantio os valores dos nutrientes acumulados na raiz foram maiores (Tabela 18).

Apenas o acúmulo total do fósforo apresentou diferença em relação às adubações de plantio, com maior valor com a adubação inorgânica. O acúmulo de nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre não foi afetado pelas adubações de plantio no acúmulo total de nutrientes pelas plantas de beterraba (Tabela 18).

Tabela 18. Acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) na parte aérea, raiz e total pela planta de beterraba, sem e com adubação inorgânica no plantio. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2012.

Adubação de plantio inorgânica	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- mg planta ⁻¹ -----					
	Parte aérea					
Sem	169,44 a	14,10 a	295,22 a	85,08 a	75,16 a	29,52 a
Com	168,27 a	15,59 a	293,50 a	88,01 a	78,13 a	27,81 a
F	0,01 ^{ns}	2,65 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,58 ^{ns}
CV (%)	21,42	21,41	23,72	24,47	26,52	26,92
	Raiz					
Sem	211,38 b	35,67 b	316,32 b	21,24 a	27,70 b	20,81 b
Com	251,13 a	42,45 a	363,99 a	23,04 a	31,91 a	23,25 a
F	9,22 [*]	9,36 [*]	4,29 [*]	1,40 ^{ns}	4,73 [*]	4,57 [*]
CV (%)	19,60	19,65	23,42	23,62	22,47	17,90
	Total					
Sem	380,82 a	49,77 b	611,55 a	106,33 a	102,87 a	50,33 a
Com	419,40 a	58,05 a	657,50 a	111,05 a	110,03 a	51,06 a
F	3,59 ^{ns}	9,43 [*]	1,62 ^{ns}	0,49 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,06 ^{ns}
CV (%)	17,61	17,31	19,65	21,35	22,72	20,21

Médias seguidas por mesma letra, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; * significativo pelo teste F a 5% de probabilidade; ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

7 CONCLUSÕES

Conclui-se que:

- A aplicação de até 600 g m^{-2} de bokashi em cobertura proporcionou incremento na altura da planta, massa da matéria fresca de raiz, comprimento de raiz e produtividade da beterraba, com e sem adubação inorgânica no plantio.
- A maior contribuição no crescimento e na produção de beterraba foi proporcionada pela adubação inorgânica em cobertura, com pequeno efeito das doses de bokashi em cobertura.
- Há diferenças entre as adubações de plantio quanto ao crescimento e produção de beterraba, em função das doses de bokashi em cobertura.
- Os aumentos nas doses de torta de mamona em cobertura proporcionaram incremento em todas as características vegetativas e relacionadas à produção, sem adubação inorgânica no plantio.
- A dose de 600 g m^{-2} de torta de mamona e a testemunha com adubação inorgânica em cobertura, proporcionou maior crescimento e produção de beterraba, com e sem adubação inorgânica no plantio.

- Não houve diferença entre as adubações de plantio quanto ao crescimento e produção de beterraba, em função das doses de torta de mamona em cobertura.
- A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pelas raízes de beterraba nos experimentos de torta de mamona foi: $K > N > P > Mg > Ca > S$.
- A ordem decrescente dos macronutrientes acumulados pela planta de beterraba nos experimentos de torta de mamona foi: $K > N > Mg > Ca > P > S$.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS. **Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças – ano calendário 2008- 2009**. Disponível em: <http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf>. Acesso em: 03 set. 2013.

ABREU, I. M. de O. et al. Qualidade microbiológica e produtividade de alface sob adubação química e orgânica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v.30, supl. 1, p. 108-118, maio. 2010.

ALBUQUERQUE, R. C. **Modificações na composição da torta de mamona em função do armazenamento e do teor de umidade**. 2006. 57p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

ALVES, A. U. et al. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 2, p. 292-295, 2008.

AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. (Ed.). **O Agronegócio da mamona no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2001. 350 p.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 3. ed. Jaboticabal-SP: Funep, 1995. 247 p.

BELTRÃO, N. E. M. **Torta de Mamona (*Ricinus communis* L.): Fertilizante e Alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 6p. (Comunicado Técnico, 171).

BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Detoxicação e aplicações da torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa algodão, 2009. 36 p. (Documentos, 217).

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Aprova as normas sobre as especificações e garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. Diário **Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1, p. 20.

CAMPOS, H. R.; PRADO, O. T.; VENTURINI, W. R. Sistema de aplicação de torta de mamona e fertilizantes minerais na adubação da cebola. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 22, n. único, p. 259-266, 1963.

CARDOSO, A. I. I. Produção de beterraba híbrida no Brasil. **Revista Campo & Negócios HF**, Uberlândia, ano 4, n. 40, p. 26-27, ago. 2008.

CARVALHO, J. O. M.; RODRIGUES, C. D. S. **Bokashi**. Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, julho, 2007 (Folder Técnico).

CASTALDI, P. et al. Study of the organic matter evolution during municipal solid waste composting aimed at identifying suitable parameters for the evaluation of compost maturity. **Waste Management**, v. 25, p. 209-213, 2005.

CASTRO, C. M. et al. Efeito de biofertilizante no cultivo orgânico de quatro cultivares de beterraba na baixada metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Seropédica, RJ: EDUR, v. 24, n.2, p. 81-87, jul.-dez., 2004.

CEAGESP. Companhia de Entrepasto e Armazéns Gerais de São Paulo. **Ficha técnica para a classificação da beterraba (*Beta vulgaris* L).** 2010. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/hortiescolha/anexos/ficha_beterraba.pdf>. Acesso em 09 out.2013.

CORREA, C. V. et al. Produção de beterraba em função do espaçamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n.1, 2014. (no prelo)

COSTA, F. X. et al. Avaliação de teores químicos na torta de mamona. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, PB, v. 4, n.2, 2004.

COSTA, F. X. et al. Efeito do lixo orgânico e torta de mamona nas Características de crescimento da mamoneira (*Ricinus communis* L.). **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, SP, v. 6, n. 1, p. 259-268, 2009.

COSTA, R. N. T. et al. Interferência do excesso de água no solo e componentes de produção em beterraba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p. 74-77. 2008.

CUNHA, A. R. ; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel. **Revista Irriga**, Botucatu, SP, p. 1-11, 2009.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Embrapa Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, Centro Nacional de Pesquisa de Solos/Embrapa Solos, 2006. 306p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: Novais, R. F. et al. (Org.). **Fertilidade do Solo**. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, v. 1, p. 551-594.

ESPÍNDOLA, C. R.; TOSIN, W. A. C.; PACCOLA, A. A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1974, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1974. p 650-654.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional das hortaliças**. 2004. Disponível em: <
http://www.dcs.ufla.br/site/_adm/upload/file/pdf/Prof_Faquin/Nutricao_mineral_diagnose_hortalias2_ed.pdf. Acesso em: 25 ago. 2012.

FERNANDES, R. C.; MATEUS, J. S.; LEAL, M. A. A. Utilização de composto orgânico com diferentes níveis de enriquecimento, como substrato para produção de mudas de alface e beterraba. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 2, p. 113-116, 2009.

FERREIRA, D. F. **SISVAR** - Sistema de análise de variância. Versão 5.3. Lavras - MG: UFLA, 2010.

FERREIRA, S.; SOUZA, R. J.; GOMES, L. A. A. Produtividade de brócolis de verão com diferentes doses de bokashi. **Revista Agrogeoambiental**, Pouso Alegre, v. 5, n. 2, caderno II, p.31-38, ago. 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3.ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. 421p.

FONSECA et al. Produção inicial de tomate cereja variedade coco (Takii seed) com diferentes doses de bokashi. In: Reunião Anual da SBPC: Ciência, cultura e saberes tradicionais para enfrentar a pobreza, 64., 2012, São Luis. **Anais...** São Luis, MA: UFMA, 2012.

GOMES, A. G.; GARGANTINI, H.; VENTURINI, W. R. Competição entre fertilizante nitrogenado orgânico e mineral na cultura da batatinha. **Bragantia**, Campinas, SP, v. 22, n. 46, p. 575-582, 1963.

GOMES, V. F. F. et al. Influência do bokashi no desenvolvimento do mela e na atividade microbiana de um Neossolo Quartzarênico. In: Congresso Brasileiro de Ciências do Solo, 31., 2007, Gramado. **Anais...** Viçosa, MG: SBCS, 2007. p.139.

GONÇALVES, N. P. et al. Cultura da mamoneira. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 229, p. 28-32, 2005.

GONDIM, A. R. O. et al. Crescimento e marcha de acúmulo de nutrientes em plantas de beterraba cultivadas em sistema hidropônico. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 27, n. 4, p. 526-535, July/Aug. 2011.

GRANGEIRO, L. C. et al. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.

GUIMARÃES, M. O. et al. Compostos de farelos, tipo bokashi para o cultivo de abobrinha italiana (*Cucurbita pepo*) em sistema orgânico de produção. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 47., 2007, Porto Seguro. **Anais...** Porto Seguro, BA: UFRB, 2007.

HAAG, H.P.; MINAMI, K. Nutrição mineral de hortaliças: LXIII. Requerimento de nutrientes pela cultura da beterraba. **Anais da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Piracicaba, v. 44, p. 401-407, 1987.

HOMMA, S. K. **Efeito do manejo alternativo sobre a descompactação do solo, fungos micorrízicos arbusculares nativos e produção em pomar convencional de tanger ‘murcott’**. 2005. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de agroecossistemas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

HORTA, A. C. S. et al. Relação entre produção de beterraba, *Beta vulgaris* var. conditiva, e diferentes métodos de plantio. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p.1123-1129, 2001.

JUDD, W. S. et al. **Sistemática vegetal: uma abordagem filogenética**. 3. ed. Porto Alegre, Artmed, 2002. 576p

KIEHL, E. J. **Novo fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: 1ª edição do autor, 2010. 248 p.

KIEHL, J. E. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

LEÃO, D. S. S. et al. Produtividade de melancia em diferentes níveis de adubação química e orgânica. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p. 32-41, Oct./Dec. 2008.

MAGRO, F. O. **Efeito do composto orgânico e adubação potássica em atributos do solo e da beterraba**. 2012, 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. 23. ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1980. 253 p.

MALAVOLTA, E. et al. **Adubos e adubações**. São Paulo: Nobel, 2002. 200p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

MARQUES, L. F. et al. Produção e qualidade de beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v. 5, n. 1, p. 24-31, 2010.

MELO, J. P. L.; OLIVEIRA, A. P. Produção de alho em função de diferentes níveis de água e esterco de bovino no solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 17, n. 1, mar. 1999.

NEGRINI, A. C. A.; MELO, P. C. T. Efeito de diferentes compostos e dosagens na produção de cenoura (*Daucus carota L.*) em cultivo orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v.2, n.1, fev. 2007.

OLIVEIRA, E. Q. et al. Desempenho de cultivares de alho sob doses de bokashi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, p.594-597, 2008.

OLIVEIRA, E. Q. et al. Produção de alface em função do efeito residual de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, RS, v. 4, n. 2, nov. 2009.

OLIVEIRA, N. L. C. et al. Uso de urina de vaca no cultivo da beterraba de mesa. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, MG, v.2, n.2., p.7-13, Dez. 2012.

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica**. Viçosa: Gráfica Impress, 2003. 235p.

PEREIRA, A. L. S. et al. Adubação orgânica e mineral na cultura da beterraba. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 5., 2010, Goiás. **Anais...** Goiás: Universidade Estadual de Goiás, 2010.

PERIN, E.; CERETTA, C. A.; KLAMT, E. Tempo de uso agrícola e propriedades químicas de dois latossolos do planalto médio do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, p.665-674, 2003.

PINTO, J. M.; PINTO, R. A.; TEIXEIRA, V. A. Comportamento da beterraba (*Beta vulgaris*) cultivada em diferentes regimes de adubação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, jul. 2004.

PIRES, M. M. et al. Biodiesel de mamona: uma avaliação econômica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 1., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA, 2004. 1. CD-ROM.

RAIJ, B. V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico, 2001. 285p.

SAKATA. **Bulbos e raízes: beterraba**. Disponível em: <<http://www.sakata.com.br/produtos/hortalicas/bulbos-e-raizes/beterraba>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

SANTOS, B. R. Efeito de doses de bokashi em cultivares de alho não vernalizadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 81, 2007.

SANTOS, S. S. et al. Produção de cebola orgânica em função do uso de cobertura morta e torta de mamona. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 549-552, 2012.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M. Produtividade e exportação de nutrientes em beterraba cultivada com cobertura morta e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 9, p.883-889, 2011.

SEVERINO, L. S. et al. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, PB, v. 5, n. 1, 2004.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M. **Composição química de onze materiais orgânicos utilizados em substratos para produção de mudas**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 5 p. (Comunicado Técnico, 278).

SHINGO, G. Y.; VENTURA, M. U. Produção de couve *Brassica oleracea* L. var. *acephala* com adubação mineral e orgânica. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 3, p. 589-594, jul./set. 2009.

SILVA, F. A. S. **Assistat 7.7**. UFCG, Campina Grande, 2013. ASSISTAT – Assistência estatística. Versão 7,5 beta, 2008.

SIQUEIRA, A. P. P.; SIQUEIRA, M. F. B. **Bokashi: adubo orgânico fermentado**. Niterói: Programa Rio Rural, 2013. 16p. (Programa Rio Rural. Manual Técnico; 40).

SOUZA, R. J. et al. **Cultura da beterraba: cultivo convencional e cultivo orgânico**. Lavras: UFLA, 2003. 37 p. (Texto acadêmico).

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. 2.ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2006. 843p. OU Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

STOLTENBORG, J. **Alimentação para plantas orgânicas**. Disponível em: <
<http://www.aboaterra.com.br/artigo.php?id=33&Alimenta%E7%E3o+para+plantas+org%E2nicas&busca=bokashi> >. Acesso em: 25 ago. 2013.

TEDESCO, M. M. A. et al. Avaliação do biofertilizante bokashi e efeitos dos sistemas de manejo de solo na produção orgânica de cebola (*Allium cepa*). In: Encontro de Jovens Pesquisadores, 18., 2010, Caxias dos Sul. **Anais...** Caxias do Sul, RS: Universidade de Caxias do Sul, 2010.

TIVELLI, S. W. et al. **Beterraba: do plantio a comercialização**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2011. 45p. (Série Tecnologia APTA. Boletim Técnico IAC, 210).

TOLENTINO JÚNIOR, C. F.; ZÁRATE, N. A. H; VIEIRA, M. C. Produção de mandioquinha-salsa consorciada com alface e beterraba. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 24, n. 5, p.1447-1454, 2002.

TRANI, P. E.; FORNASIER, J. B; LISBÃO, R. S. Nutrição mineral e adubação da beterraba. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Anais do Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 429-446.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Van. Hortaliças. In: RAIJ, B. Van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1997. 285p.

TRANI, P. E.; CANTARELLA, H.; TIVELLI, S. W. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.726-730, jul-set 2005.

VASCONCELOS, G. B. **Adubação orgânica e biodinâmica na produção de chicória (*Cichorium endivia*) e de beterraba (*Beta vulgaris*), em sucessão**. 2009. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

VIGNOLO, G. K. et al. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciencia Rural**, Santa Maria, RS, v.41, n.10, p. 1755-1761, 2011.

WACHSNER, S. **Venda de orgânicos cresce 20% ao ano e gera oportunidades**. 2014. Disponível em: < <http://economia.terra.com.br/vida-de-empresario/venda-de-organicos-cresce-20-ao-ano-e-gera-oportunidades,d8539a4090f84410VgnVCM3000009af154d0RCRD.html/>>. Acesso em: 02 março 2014.

ZÁRATE, N. A. H. et al. Número de fileiras no canteiro e espaçamento entre plantas na produção e na rentabilidade da beterraba em Dourados, estado do Mato Grosso do Sul. 2008. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 30, n.3, p.397-401.

ZÁRATE, N.A.H. et al. Cobertura do solo com cama de frango, com e sem amontoa, na produção de beterraba. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, Edição Especial, p. 1598-1603, 2010.