

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

**DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE
DE SEMENTES DE BRÓCOLIS**

FELIPE OLIVEIRA MAGRO

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2009

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

**DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE
DE SEMENTES DE BRÓCOLIS**

FELIPE OLIVEIRA MAGRO

Orientador: Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso

Co-Orientador: Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes

Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agronômicas da Unesp - Câmpus de
Botucatu, para obtenção do título de Mestre em
Agronomia (Horticultura)

BOTUCATU - SP

Fevereiro - 2009

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

M212d Magro, Felipe Oliveira, 1984-
 Doses de composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis
/ Felipe Oliveira Magro. - Botucatu : [s.n.], 2009.
 iv, 50 f. : il., color gráfs., tabs.

 Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2009

 Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso

 Co-orientador: Dirceu Maximino Fernandes

 Inclui bibliografia

1. *Brassica oleracea*. 2. Adubação. 3. Sementes - Produti-
vidade. 4. Germinação. I. Cardoso, Antonio Ismael Inácio.
II. Fernandes, Dirceu Maximino. Universidade Estadual Pau-
lista "Júlio de Mesquita Filho"(Campus de Botucatu).Facul-
dade de Ciências Agrônômicas. III. Título

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO: “DOSES DE COMPOSTO ORGÂNICO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE
DE SEMENTES DE BRÓCOLIS”.**

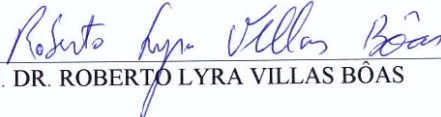
ALUNO: FELIPE OLIVEIRA MAGRO

**ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO
CO-ORIENTADOR: PROF. DR. DIRCEU MAXIMINO FERNANDES**

Aprovado pela Comissão Examinadora



PROF. DR. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO



PROF. DR. ROBERTO LYRA VILLAS BÔAS



PROF. DR. LUIZ ANTONIO AUGUSTO GOMES

Data da Realização: 06 de fevereiro de 2009.

Aos meus pais Wagner e Bete,
à minha irmã Flávia e
à minha avó Wilma
DEDICO

Ao meu avô,
Heber Bueno de Oliveira
OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus...

À toda minha família, meus pais, minha irmã, meus avós, meus tios e primos, pelo amor, compreensão, afeto, perdão, apoio e exemplo.

Ao Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso, pelo exemplo, pela atenção e disponibilidade, por ter aceitado me orientar, por toda contribuição nesse trabalho e pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Augusto Gomes, pela amizade, pelos conselhos, por se colocar disponível a participar da minha defesa e por ter sido a primeira pessoa a dar uma oportunidade durante a minha vida acadêmica.

Ao Prof. Dr. Dirceu Maximino Fernandes, por ter aceitado me co-orientar, pela atenção e pela valiosa contribuição nesse trabalho.

Aos professores doutores Roberto Lyra Villas Bôas e João Nakagawa, que aceitaram participar tanto da minha banca de qualificação quanto de defesa, e que com suas sugestões puderam contribuir de alguma forma para a execução desse trabalho e à prof. Dr. Simone da Costa Mello, por aceitar fazer parte da minha banca de defesa.

Ao Augusto, companheiro de república, pela grande amizade e convivência nesses dois anos.

À todos os amigos que fiz em Botucatu, em especial: Amanda, Andréa Carvalho, Andréa Higuti, Ariane, Bárbara, Camila, Danila, Emi, Erick, Jamille, Laís, Luchele, Luis, Mariana, Marília, Luiza, Simone e Sônia.

Ao João Paulo e Juliana, pela amizade, convívio, ajuda e conselhos nesse últimos anos, tanto em Lavras quanto em Botucatu.

Aos amigos-irmãos que fiz em Lavras, Henrique, Cleber e José Rafael, que mesmo estando longe, sempre me ajudam e pelos quais tenho grande estima e gratidão.

À Gabriela, minha namorada, pelo carinho, amor e compreensão e aos meus amigos de Jundiaí, em especial ao Ricardo pela força durante a defesa.

À todos os funcionários da fazenda São Manuel, Departamento de Horticultura, Seção de Pós-Graduação e Biblioteca.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP) pela oportunidade concedida de realização do curso.

À Capes, pela concessão da bolsa de mestrado.

SUMÁRIO

1. RESUMO.....	1
2. SUMMARY.....	3
3. INTRODUÇÃO	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
4.1 Aspectos gerais da cultura	7
4.2 Nutrição mineral na produção e qualidade de sementes.....	9
4.3 Adubação orgânica	12
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
5.1 Localização e caracterização da área experimental.....	15
5.2 Caracterização do solo.....	16
5.3 Cultivar utilizada	17
5.4 Obtenção das mudas e condução das plantas	17
5.5 Tratamentos e delineamento experimental	18
5.6 Descrição do composto.....	19
5.7 Calagem e adubação	20
5.8 Características avaliadas.....	21
5.8.1 Características vegetativas das plantas	21
5.8.2 Intensidade de cor verde	21
5.8.3 Análise química das plantas e sementes	22
5.8.4 Produção das sementes	22
5.8.5 Qualidade das sementes.....	23
5.8.5.1 Massa de mil sementes	23
5.8.5.2 Teste de germinação	23
5.8.5.3 Primeira contagem do teste padrão de germinação	24
5.8.5.4 Índice de velocidade de germinação (IVG).....	24
5.8.5.5 Emergência em bandeja.....	25
5.8.5.6 Índice de velocidade de emergência (IVE).....	25
5.8.5.7 Altura, massa verde e massa seca da parte aérea das mudas obtidas a partir das sementes que foram colhidas neste experimento.....	25
5.8.5.8. Condutividade elétrica das sementes	26
5.9 Análise estatística	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6.1 Temperaturas observadas durante a condução do experimento	27
6.2 Análise química do solo coletado um mês após o transplante das mudas de brócolis....	28
6.3 Características vegetativas.....	29
6.3.1 Altura das plantas	29
6.3.2 Massa verde da parte aérea das plantas	29
6.3.3 Massa seca da parte aérea das plantas	30
6.4 Intensidade de cor verde	31
6.5 Teores de nutrientes nas folhas no final do ciclo.....	31
6.5.1 Teores de macronutrientes nas folhas.....	31
6.5.2 Teores de micronutrientes nas folhas	32

6.6 Acúmulo de nutrientes nas sementes.....	33
6.6.1 Acúmulo de macronutrientes nas sementes.....	33
6.6.2 Acúmulo de micronutrientes nas sementes	35
6.7 Produção de sementes.....	36
6.8 Qualidade das sementes.....	38
6.9 Considerações gerais	42
7. CONCLUSÕES.....	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

1. RESUMO

Devido à escassez de informações relacionadas ao efeito da adubação na produção e qualidade de sementes de hortaliças, principalmente nas espécies que possuem aumento no ciclo com o estágio reprodutivo, nota-se a necessidade de determinar a dose dos nutrientes para auxiliar na recomendação que proporcione elevada produção de sementes com alto potencial fisiológico. Embora existam estudos sobre nutrição e recomendações de adubação para o cultivo comercial de brócolis, raramente se encontram trabalhos que abordem os efeitos dos nutrientes, além do tipo e doses de adubação na produção e qualidade de sementes. Em vista disso, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da adubação orgânica na produção e qualidade de sementes de brócolis. O experimento foi conduzido na Fazenda São Manuel e as avaliações foram feitas no Setor de Horticultura da Faculdade de Ciências Agrônômicas (FCA/UNESP) em Botucatu-SP. Os tratamentos foram quatro doses de composto orgânico (30, 60, 90 e 120 t ha⁻¹ em base seca), além da testemunha sem composto orgânico. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Foram avaliadas as características vegetativas das plantas, intensidade de cor verde, teor de nutrientes nas folhas, acúmulo de nutrientes pelas sementes, produção em massa (g) e número de sementes por planta; além das características relacionadas com a qualidade das sementes: massa de mil sementes, teste padrão de germinação, primeira contagem do teste padrão de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), condutividade elétrica, emergência em bandeja, índice de velocidade de emergência (IVE), e características

relacionadas com as mudas obtidas através das sementes colhidas neste experimento. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas para as características vegetativas das plantas, assim como na intensidade de cor verde e teor de nutrientes das folhas em função das doses de composto orgânico. A ordem decrescente dos nutrientes acumulados nas sementes foi: nitrogênio > enxofre > fósforo > potássio > cálcio > magnésio > ferro > zinco > manganês > boro > cobre. Obteve-se aumento linear na produção de sementes em função das doses de composto, sem, no entanto, afetar a qualidade das sementes.

Palavras-chave: *Brassica oleracea* var. *italica*, adubação, produtividade de sementes, germinação e vigor.

ORGANIC COMPOST LEVELS IN BROCCOLI SEED YIELD AND QUALITY. Botucatu, 2009. 50p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: FELIPE OLIVEIRA MAGRO

Adviser: Antonio Ismael Inácio Cardoso

2. SUMMARY

Due to lack of information about the fertilization effect in vegetable seed quality and yield, mainly in the species that have an increase in cycle due to reproductive stage, it is necessary to evaluate the nutrient level to aid in recommending fertilization that provides best productivity from high physiological potential seeds. Although there are studies about nutrition and recommendation of fertilization to broccoli, rarely it finds out works that approach the nutrients effects in seed quality and yield. The objective of this work was to evaluate the organic compost levels influence in broccoli seed quality and yield. The experiment was lead at São Manuel Experimental Farm and the evaluations at Horticulture Sector in Agronomic Science School (FCA/UNESP) in Botucatu-SP. The treatments were four organic compost levels (30, 60, 90 and 120 t ha⁻¹), and control without organic compost. The experimental design was randomized blocks with four replications. The vegetative characteristics of plants, green color intensity, nutrient content in leaves, accumulation of nutrients by seed, mass production (g) and number of seeds per plant, in addition to the features related to seed quality: mass of a thousand seeds, germination test, first count of germination, speed of germination index (IVG), electrical conductivity, emergency in tray, emergency speed index (IVE), and features associated with seedlings obtained from the seeds harvested in this experiment were evaluated. There were no statistically significant differences in the vegetative characteristics of plants, as well as the green color intensity and content of nutrients of the leaves depending on the level of organic compost. The descending order of the nutrients accumulated in seeds was: nitrogen > sulfur > phosphorus > potassium > calcium >

magnesium > iron > zinc > manganese > boron > copper. It was observed a linear increasing in seed production response in function of organic compost levels but seed quality was not affected.

Keywords: *Brassica oleracea* var. *italica*, fertilization, seed production, germination and vigor.

3. INTRODUÇÃO

Embora existam estudos sobre nutrição e recomendações de adubação para o cultivo comercial de brócolis e de outras hortaliças, raramente se encontram trabalhos que abordem os efeitos dos nutrientes na produção de sementes e, principalmente, na qualidade fisiológica das mesmas. As quantidades de nutrientes utilizadas podem ser diferentes daquelas empregadas para a produção comercial, uma vez que a cultura apresenta um ciclo de desenvolvimento maior e provavelmente uma extração de nutrientes superior em relação ao cultivo comercial. Carvalho & Nakagawa (2000) ressaltam que no início da fase reprodutiva a exigência nutricional para a maioria das espécies torna-se mais intensa, sendo mais crítica por ocasião da formação das sementes, quando consideráveis quantidades de nutrientes são para elas translocadas.

Apesar de serem em pequeno número, os trabalhos já realizados, mostram que a adubação aumenta a produção de sementes, porém, ao se analisar a qualidade das sementes, os resultados na maioria das vezes não são concordantes. Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), uma planta bem nutrida está em condições de produzir mais sementes bem formadas. Porém Delouche (1980) comenta que as sementes produzidas sob condições marginais são usualmente tão viáveis e vigorosas quanto aquelas produzidas sob situações mais favoráveis. Nesse caso, a influência da adubação seria basicamente no número de sementes produzidas, não chegando a afetar a qualidade das mesmas.

É reconhecido o efeito benéfico da adubação orgânica na produtividade das culturas, assim como o aprimoramento nas condições físicas, químicas e biológicas do solo graças à sua utilização. Os nutrientes presentes em adubos orgânicos, principalmente o nitrogênio e o fósforo, possuem uma liberação mais lenta quando comparadas com adubos minerais, pois dependem da mineralização da matéria orgânica, proporcionando disponibilidade ao longo do tempo, o que muitas vezes favorece um melhor aproveitamento (RAIJ et al., 1996). Já o potássio, apesar de ser encontrado em apenas uma pequena porção contida na matéria orgânica, está presente na forma livre, sendo prontamente liberado para o solo (KIEHL, 1985). Considerando que tanto o nitrogênio, quanto o fósforo e o potássio são translocados em quantidades consideráveis durante a formação das sementes e que durante a fase reprodutiva a exigência nutricional torna-se mais intensa, a adubação orgânica pode constituir numa prática que pode contribuir com a produção e qualidade de sementes.

As brássicas estão entre as culturas que mais respondem a adubação orgânica, podendo esta substituir os adubos minerais com resultados satisfatórios, principalmente em estações secas e/ou solos arenosos (KIMOTO, 1993). O composto orgânico, além de ser uma fonte de nutrientes ao sistema, proporciona estabilidade a vários tipos de resíduos vegetais. Tendo em vista que uma das características do composto orgânico é a gradual liberação de N mineral ao solo, a sua utilização pode ser considerada altamente benéfica devido ao aumento do ciclo das plantas de brócolis em função da produção de sementes.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência das doses de composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Aspectos gerais da cultura

O brócolis (*Brassica oleracea* var. *italica*), juntamente com o repolho e a couve-flor, são as três brássicas de maior importância econômica comercializadas no Estado de São Paulo. Segundo dados da CEAGESP, o consumo dessa hortaliça vem aumentando nos últimos anos atingindo a marca de 1.160.715 caixas de 15 kg contendo 12 maços durante o ano de 2006 (ODETE, 2007).

A primeira descrição de brócolis, também conhecido como brócolo, couve-brócolos e couve-brócoli, foi feita por Dalechamp, no século XVI (NIEUWHOF, 1969). Relatos anteriores não são conclusivos, visto que, o termo “brocoli”, de origem italiana, designava originalmente ramificações laterais de várias espécies do gênero *Brassica* utilizadas na alimentação. Na Inglaterra, inclusive, designa tipos de couve-flores de inverno, especialmente bienais, pertencentes a *B. oleracea* var. *botrytis*.

A planta foi originada pela seleção e acúmulo de mutações ocorridas durante o processo de domesticação de *B. sylvestris*, encontrada na região do Mediterrâneo, principalmente na Itália (SILVA, 2001). Segundo Gray (1982), citado por Silva (2001), o brócolis é menos evoluído que a couve-flor e pode representar, inclusive, seu ancestral.

É uma planta anual, herbácea, com folhas grandes, simples e alterna espiraladas, cujas partes comercializadas são os pedúnculos e botões florais acompanhados de

uma parte de caule tenra, cujo comprimento varia com as cultivares, embora as folhas sejam também comercializadas (FILGUEIRA, 1972; GRILLI et al., 2003).

A cultura é muito semelhante a couve-flor, tendo exigências tanto em relação ao solo quanto a adubação bastante similares (FILGUEIRA, 2003). Comparado à couve-flor, apresenta maior adaptabilidade quanto a temperatura, suportando oscilação térmica maior. Porém, segundo Souza & Resende (2003) pode ser considerado menos exigente que a couve-flor, tanto em tipo de solo quanto em nutrição de plantas, destacando-se a preferência por solo areno-argilosos, com bom teor de macro e micronutrientes.

O brócolis e a couve-flor são plantas sensíveis a baixo níveis de molibdênio e boro, podendo apresentar deficiência desses micronutrientes. Entretanto, em sistemas onde se utiliza matéria orgânica diversificada, que naturalmente apresenta em sua composição teores bastante significativos de micronutrientes, essa carência nutricional torna-se inexistente (SOUZA & RESENDE, 2003).

O brócolis segue, de uma forma geral, o crescimento e desenvolvimento da couve-flor. Também para se obter formação de boa cabeça (no caso, botões florais) há necessidade de certo número de folhas bem desenvolvidas. Segundo Magnifico et al. (1979), citados por Ferreira (1993), o desenvolvimento do brócolis é lento no primeiro mês e aumenta muito no terceiro mês, quando ocorre a diferenciação dos botões florais e o caule principal começa a alongar-se. O desenvolvimento da planta decresce quando a cabeça principal chega ao ponto comercial.

Dois tipos de cultivares são utilizados, um é conhecido como “Ramoso”, que produz uma inflorescência principal de tamanho pequeno, com granulação grossa, grande número de brotações laterais, com colheitas múltiplas e comercializadas com talos em maços. O outro tipo é de “Inflorescência Única”, que apresenta uma inflorescência central de tamanho grande, podendo atingir em média cerca de 400 gramas. Sua inflorescência é mais compacta com botões menores que a do “Ramoso”. Ambos são formados por pequenos botões florais ainda fechados, de coloração verde escura e pedúnculos tenros. No grupo “Ramoso” as colheitas se iniciam cerca de 90 dias após a semeadura, produzindo colheitas sucessivas, durante três a quatro meses, com intervalos de sete a dez dias (FILGUEIRA, 1972). Para o tipo “Inflorescência Única” o ciclo de produção pode variar entre 90 a 130 dias; colhe-se a inflorescência principal. A homogeneidade das colheitas é influenciada

principalmente pelo material cultivado, sendo as cultivares de polinização aberta do grupo “Ramoso” mais desuniformes.

O ponto ideal de colheita ocorre quando as hastes e botões florais apresentam coloração verde intensa, e estes se apresentam bem fechados e compactos, sem a formação da flor (pétalas amarelas). Quando a inflorescência central (cabeça) atinge seu máximo de desenvolvimento deve ser cortada, pois é imprescindível efetuar-se a colheita antes da abertura dos botões, o que torna o produto impróprio para a comercialização (FILGUEIRA, 1972).

A cultivar do tipo “Ramoso” mais plantada no outono e inverno é a ‘Ramoso Santana’ e no verão plantam-se a ‘Precoce de Piracicaba’ e o híbrido F₁ Flórida, que pode ser plantado o ano todo (FILGUEIRA, 2003).

Sob o ponto de vista nutricional, o brócolis é uma espécie que vem ganhando cada vez mais importância dentre as hortaliças, pelo alto valor nutritivo. Em 100 gramas do produto cozido são encontrados 3,3 g de proteína; 400 mg de cálcio; 1,5 mg de ferro; 70 mg de fósforo; 402 U.I. de vitamina A; 220,8 mg de vitamina B; 74 mg de vitamina C (FILGUEIRA, 1972), além de apresentar 465 mg de potássio, cerca de três vezes mais que a banana (LEBENSMITTELCHÉMIE e MUNCHEN, 1991). Outros componentes importantes são glucosinolatos, em especial a glicofarina que traz benefícios relacionados à redução de determinados tipos de câncer (ANJO, 2004, citado por SEABRA JUNIOR, 2005).

4.2 Nutrição mineral na produção e qualidade de sementes

Devido à escassez de informações relacionadas ao efeito da adubação na produção e qualidade de sementes de hortaliças, principalmente nas espécies cuja fase reprodutiva vai além da época de colheita do produto comercial (fazendo com que o material permaneça mais tempo no campo), nota-se a necessidade de determinar a demanda nutricional e a dose dos nutrientes para auxiliar na recomendação de adubação que proporcione a melhor produtividade de sementes de boa qualidade (KANO, 2006).

Há relatos de que plantas adubadas de forma adequada e equilibrada apresentam condições de produzir maior quantidade de sementes, aliada à melhor qualidade, por resistirem com mais facilidade às adversidades durante o período de produção. O aspecto

nutricional das plantas afeta o tamanho, a massa e o vigor das sementes, sendo que em muitos casos estes efeitos estão ligados à permeabilidade e integridade das membranas dos tecidos, onde os nutrientes atuam como ativadores enzimáticos ou constituem essas membranas (SÁ, 1994).

De modo geral, a adubação pode influenciar positivamente na produção de sementes, sendo, geralmente, explicado devido ao melhor desenvolvimento das plantas (características vegetativas) proporcionado pela adubação. No entanto, as relações com o potencial fisiológico das sementes não tem sido evidenciadas consistentemente pela pesquisa. Talvez a maior dificuldade para a elucidação desse fato esteja na metodologia adotada pelos pesquisadores e não devido à inexistência de relação entre o estado nutricional da planta ou a fertilidade do solo e o potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Geralmente, quando a pesquisa é conduzida em condições de campo, a tarefa de identificação dos efeitos de nutrientes específicos, sejam macro ou micronutrientes, é severamente prejudicada pela possível interação dos elementos presentes no solo e limitações do controle experimental. A própria dificuldade metodológica para quantificar o(s) elemento(s) estudado(s), devido à variação de procedimentos e de resultados obtidos em análises químicas do solo, é outro fator agravante; nesse aspecto, os entraves se acentuam quando os micronutrientes representam o principal foco de atenção (MARCOS FILHO, 2005).

As respostas quanto à influência da adubação na qualidade das sementes, quando avaliada, nem sempre são concordantes e, em geral, as explicações para a melhoria da qualidade, quando discutidas, se resumem devido ao aumento na massa da semente, considerando que, quanto maior o tamanho da semente, maior o vigor, e às próprias funções que cada nutriente exerce na planta, seja estrutural, como constituinte de enzima, seja atuando como ativador enzimático (KANO, 2006).

Outro fato a ser considerado é a possibilidade das plantas, quando expostas a deficiências nutricionais, apresentarem mecanismo de defesa, também conhecido por “princípio de compensação”. Delouche (1980) comenta que as plantas desenvolveram uma extraordinária capacidade de ajustar a produção de sementes aos recursos disponíveis. A resposta típica de plantas à baixa fertilidade do solo ou à falta de água é a redução na quantidade de sementes produzidas e só depois há redução na qualidade. As poucas sementes

produzidas sob condições marginais são usualmente tão viáveis e vigorosas como aquelas produzidas sob situações mais favoráveis. Do ponto de vista evolucionário, o ajuste da produção de sementes aos recursos disponíveis tem um alto valor para sobrevivência. As poucas sementes de alta qualidade teriam igual ou maior chance de germinar e desenvolver-se em condições adversas. Há também relatos de que o efeito da nutrição das plantas na qualidade da semente possa ser observado só após algum período de armazenamento das sementes (ZUCARELI, 2005).

Trabalhos em que se procura relacionar a adubação e nutrição das plantas produtoras de sementes à qualidade fisiológica das mesmas são em pequeno número, e apesar dos resultados nem sempre serem concordantes, a maioria deles indicam que o estado nutricional das plantas não afeta o potencial fisiológico das sementes.

Kano et al. (2006) ao avaliarem cinco doses de potássio (0; 1,0; 1,5; 2,0 e 2,5 g planta⁻¹ de K₂O) em alface ‘Verônica’, obtiveram aumento na produção com o aumento das doses, ajustando-se ao modelo linear, sem haver, no entanto, influência na qualidade das sementes. A mesma resposta foi observada quando avaliadas cinco doses de P₂O₅ (KANO, 2006).

Carvalho (1978), com o objetivo de avaliar o efeito da adubação nitrogenada na produção e qualidade de sementes de alface, verificou que essa adubação não afetou a qualidade e nem a produção de sementes. O autor atribuiu essa resposta, quanto à produção, possivelmente, devido ao fato do experimento ter sido conduzido em solo de alta fertilidade.

Na literatura consultada, não foi encontrado trabalho relacionando adubação com produção e qualidade de sementes de brócolis. Em couve-flor, Jamwal et al. (1995), com o objetivo de verificar a influência de quatro doses de fósforo (que variaram de 0 a 150 kg ha⁻¹) e de nitrogênio (0 a 262 kg ha⁻¹ de N) na produção de sementes, obtiveram resposta linear quanto ao fósforo e aumento na produção com a aplicação de até 175 kg ha⁻¹ de N.

Para a couve-chinesa também se verificou aumento na produção de sementes por planta em função da adubação fosfatada e do uso de potássio (SHARMA, 1995). Ainda com couve-chinesa, observações realizadas por Iwata & Eguchi (1958), citados por Sá

(1994), indicaram que níveis baixos de fósforo no solo reduziram a produção, o tamanho das sementes e o vigor das plântulas, mas não afetaram a germinação total.

4.3 Adubação orgânica

A adubação orgânica apresenta alguns benefícios que favorecem notadamente a agricultura, tais como: aumento na capacidade de penetração e retenção de água; melhora a estrutura, o arejamento e a porosidade; aumenta a vida microbiana útil, inclusive com a eliminação de fitopatógenos; favorece a disponibilidade e a absorção de nutrientes; e os solos argilosos, pesados e compactos, tornam-se mais favoráveis, assim como os arenosos, leves e sem boa estrutura (FILGUEIRA, 2003). A fitotoxidez do Al e Mn se reduz devido à complexação com a fração húmica e ao aumento do pH. Agindo conjuntamente, esses e outros inúmeros efeitos podem aumentar a produtividade de plantas e diminuir custos de adubação (RODRIGUES & SUMIOKA, 2003).

A matéria orgânica adicionada ao solo na forma de adubos orgânicos, de acordo com o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato no solo, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição (SANTOS et al., 2001).

As doses recomendadas de matéria orgânica situam-se, geralmente, entre 10 a 100 t ha⁻¹ de composto orgânico, porém níveis mais elevados não são incomuns. Contudo, estas doses variam muito com as culturas, com a qualidade de materiais empregados, com as características originais do solo, com o tempo de manejo e as condições ambientais. A variação é saudável, pois indica que os sistemas de produção devem ser gerados para cada situação específica, dentro de seus limites ecológicos, agronômicos e econômicos, sem generalizações (SANTOS, 2005; VILLAS BÔAS et al., 2004).

A compostagem, além de permitir a reciclagem de resíduos vegetais e animais, fornece nutrientes prontamente disponíveis, apresenta efeito residual e contribui para a melhoria das características do solo, permite a higienização do material eliminando propágulos de ervas e patógenos e compostos indesejáveis (SOUZA & RESENDE, 2003).

Um outro efeito da aplicação de composto orgânico é atribuído ao suprimento de macro e micronutrientes, de forma equilibrada, uma vez que maiores produtividades de diversas hortaliças foram obtidas com doses intermediárias de nutrientes do

que maiores quantidades de macronutrientes isoladamente (SILVA JÚNIOR e MARCHESINI, citados por SANTOS, 2005).

A grande maioria dos trabalhos encontrados na literatura diz respeito ao uso de esterco, resíduos líquidos e restos vegetais, reportando seu efeito como melhoradores do solo e fornecedores de nutrientes. Embora parte dessa informação possa ser extrapolada e assumida como válida no que diz respeito ao uso de compostos, estes têm uma dinâmica no solo bastante diversa dos materiais em estado cru, por ser uma matéria orgânica decomposta e estabilizada (VILLAS BÔAS et al., 2004).

É indiscutível a importância e a necessidade de uso de adubos orgânicos em hortaliças, principalmente em solos tropicais, onde a decomposição de matéria orgânica se realiza intensamente, e onde seu efeito é bastante conhecido nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (VILLAS BÔAS et al., 2004). Portanto, há necessidade constante de fornecimento de material orgânico, principalmente no caso de hortaliças folhosas como as brássicas, visando compensar as perdas ocorridas no seu cultivo (KIMOTO, 1993).

As brássicas estão entre as culturas que mais respondem a adubação orgânica, podendo esta substituir os adubos minerais com resultados satisfatórios, principalmente em estações secas e/ou solos arenosos (KIMOTO, 1993).

Na literatura consultada, não foram encontradas informações relacionando à influência da adubação orgânica com a produção e qualidade de sementes de brócolis. Porém, alguns artigos científicos demonstram a importância desse tipo de adubação no ciclo comercial desta cultura e de outras hortaliças.

Diniz et al. (2008) obtiveram produção mais elevada de brócolis em função da maior dose de composto orgânico empregada no experimento (25 t ha⁻¹ de composto), e também constataram que a quantidade de massa seca acumulada aumentou com a elevação das doses de composto orgânico, as quais também proporcionaram maiores taxas de crescimento relativo.

Em alface, Yuri et al. (2004), ao avaliarem cinco doses de composto orgânico (0; 20; 40; 60 e 80 t ha⁻¹) na cultivar Raider (tipo americana), obtiveram resposta significativa para as características de massa fresca total e comercial, circunferência da cabeça e diâmetro do caule, com efeito quadrático para todas elas.

Trabalhos que não demonstraram efeito significativo de doses de composto orgânico sobre a produção, normalmente utilizam como justificativa os níveis de fertilidades iniciais. Rodrigues & Sumioka (2003) avaliaram quatro doses de composto orgânico (0; 3; 6 e 9 t ha⁻¹ de matéria seca) juntamente com outras duas fontes (composto enriquecido e cama de frango) na cultura do cará, e verificaram que tanto as fontes quanto as doses não influenciaram significativamente a produtividade de rizomas. Os autores atribuíram o resultado ao solo da área experimental, que apresentava níveis de fertilidade satisfatórios para as exigências nutricionais do cará.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

O trabalho foi desenvolvido na Fazenda Experimental São Manuel, localizada no município de São Manuel – SP, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu/SP. As coordenadas geográficas da área são: 22° 46' de latitude sul, 48° 34' de longitude oeste e altitude de 740m.

O clima da região de São Manuel – SP, conforme os critérios adotados por Köppen, baseado nas observações meteorológicas, é Cfa (Clima Temperado Mesotérmico), região constantemente úmida. A temperatura média do mês mais quente é 23,8°C e a do mês mais frio é de 17,5°C, com uma temperatura média anual de 21°C e total médio de precipitação pluvial anual de 1445 mm (média de 27 anos) (informações obtidas junto ao Departamento de Recursos Naturais – Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP).

As plantas foram conduzidas sob estrutura metálica de cultivo protegido, recoberta com plástico de 150µm, tipo arco, com 20 m de comprimento, largura de 7 m e pé direito de 1,8 m, que permaneceu com as laterais abertas para possibilitar a entrada de insetos polinizadores.

Os dados de temperatura máxima, média e mínima foram coletados diariamente durante a realização do experimento e obtidos por meio de termômetro de máxima e mínima temperatura do ar, situado dentro da estrutura de cultivo protegido na altura das plantas.

A extração, limpeza e análises de qualidade das sementes foram realizadas no Departamento de Produção Vegetal – Setor Horticultura, FCA/UNESP, Fazenda Lageado, Botucatu/SP.

5.2 Caracterização do solo

O solo utilizado no experimento foi classificado por Espíndola et al. (1974) como Latossolo Vermelho Escuro fase arenosa, denominado pela nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMPRAPA, 1999) como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico Típico.

As principais características químicas do solo, avaliadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), encontram-se nas Tabelas 1 e 2. Estas análises foram realizadas no Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo – Faculdade de Ciências Agrônômicas. O pH foi determinado em solução de 0,01 mol L⁻¹ de CaCl₂, a matéria orgânica pelo método colorimétrico, o fósforo pelo método da resina trocadora de ânions, o potássio, cálcio e magnésio pelo método da resina trocadora de cátions. A determinação da acidez total (H + Al) foi através da solução tampão SMP. A determinação de boro foi em água quente e a de cobre, ferro, manganês e zinco foi pelo método da extração com solução de DTPA (dietilenotriamino-pentacético) em pH 7,3.

Tabela 1. Análise química básica do solo utilizado. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2007.

pH CaCl ₂	M.O. g dm ⁻³	P _{resina} mg dm ⁻³	H+Al -----	K mmol _c dm ⁻³	Ca -----	Mg -----	SB -----	CTC	V%
4,2	4	1	24	0,3	2	1	3	28	12

Fonte: Laboratório de análise de solos do Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo – FCA/UNESP.

Tabela 2. Análise química de micronutrientes do solo utilizado. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2007.

BORO	COBRE	FERRO mg dm ⁻³	MANGANÊS	ZINCO
0,19	0,3	3	1,5	0,1

Fonte: Laboratório de análise de solos do Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo – FCA/UNESP.

5.3 Cultivar utilizada

Foi utilizada a cultivar Ramoso Santana (Sakata Seed Sudamerica Ltda.), lote 45128, germinação de 90% e pureza física de 99,9%; tradicional para cultivo de inverno, com plantas de porte grande, cabeças com botões de granulação média e coloração verde escura.

5.4 Obtenção das mudas e condução das plantas

A semeadura foi realizada no dia 25/05/2007 em bandejas de poliestireno expandido de 128 células, contendo substrato comercial para hortaliças Plantmax[®], colocando-se duas ou três sementes por célula, com posterior desbaste para uma planta por célula.

As mudas foram transplantadas em 25/06/2007 em vasos com volume de 13L, sendo conduzida uma planta por vaso, totalizando seis linhas de vasos no sentido longitudinal da estufa, espaçadas em 1,0m entre linhas e 0,5m entre plantas (centro a centro dos vasos). Na Figura 1 tem-se uma vista geral do experimento.

As plantas foram tutoradas, de modo a evitar o seu tombamento na fase reprodutiva, e o controle fitossanitário foi realizado através de pulverizações com Decis[®] (Deltamethrin) e Turbo[®] (Beta-ciflutrina) para o controle de pulgão, além de Ridomil[®] (Metalaxil-M/Mancozebe) e Amistar[®] (Azoxystrobin) para o controle de míldio.

A irrigação foi realizada por meio de gotejadores instalados individualmente nos vasos.

A colheita das sementes foi realizada parcelada e manualmente, quando as síliquas encontravam-se com cor amarelada, não totalmente secas, e as sementes já manifestavam coloração marrom escura ou negra, conforme metodologia sugerida para couve-flor (MALUF & CORTE, 1990); iniciando-se aos 154 dias após o transplante (DAT) e finalizando-se aos 196 DAT.



Figura 1. Vista geral do experimento. FCAUNESP, São Manuel-SP, 2007.

5.5 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com cinco tratamentos (doses de composto orgânico) e quatro repetições, com seis plantas por parcela, sendo três úteis.

Utilizou-se a dose máxima de esterco recomendada para a cultura comercial do brócolis (60t ha^{-1}) como referência. Tendo em vista o aumento do ciclo em razão da produção de sementes, as doses avaliadas atingiram o dobro da dose recomendada por Raij et al. (1996) para a produção de brócolis, resultando nos seguintes tratamentos:

T0: tratamento sem composto (dose zero);

T30: 195g/vaso; dose equivalente à 30 t ha⁻¹ (metade da dose recomendada)

T60: 390g/vaso; dose equivalente à 60 t ha⁻¹ (dose recomendada)

T90: 585g/vaso; dose equivalente à 90 t ha⁻¹ (uma vez e meia a dose recomendada)

T120: 780g/vaso; dose equivalente à 120 t ha⁻¹ (o dobro da dose recomendada)

5.6 Descrição do composto

Foi utilizado o composto orgânico da marca comercial Biomix[®], cuja composição inclui cama de frango, farelos, resíduos agroindustriais de origem controlada além de cama de cavalo. A análise química do composto encontra-se nas Tabelas 3 e 4, enquanto as quantidades de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre fornecidas pelo mesmo encontram-se na Tabela 5.

Tabela 3. Análise química do composto orgânico Biomix[®], utilizado no experimento. Resultados em % matéria seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2007

Umidade	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	MO	C	Ca	Mg	S
	-----	** porcentagem de matéria seca					-----	
54,5	0,72	0,27	0,33	40,00	22,30	9,15	0,19	0,16

**Teores Totais.

Fonte: Laboratório de análise de fertilizantes e corretivos do Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo – FCA/UNESP.

Tabela 4. Análise química do composto orgânico Biomix[®], utilizado no experimento. Resultados em mg/kg na matéria seca. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2007.

Na	Cu	Fe	Mn	Zn	C/N	pH
-----	** mg kg ⁻¹ matéria seca			-----		
2940	150	7400	158	270	31/1	7,96

**Teores totais.

Fonte: Laboratório de análise de fertilizantes e corretivos do Departamento de Recursos Naturais – Área de Ciência do Solo – FCA/UNESP.

Tabela 5. Quantidade de nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre fornecidas pelo composto orgânico em kg ha⁻¹. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2007.

Tratamento (t ha ⁻¹ de composto)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S
	----- kg ha ⁻¹ -----			
T0	0	0	0	0
T30	98	37	45	22
T60	197	74	90	44
T90	294	111	135	66
T120	393	147	180	87

5.7 Calagem e adubação

Com base na análise química do solo, foram realizadas a correção do solo e adubação de plantio. A calagem foi feita 60 dias antes do transplante das mudas, utilizando-se calcário dolomítico de alta reatividade (PRNT = 90%), de modo a elevar-se a saturação por bases a 80% e faixa de pH próximo de 6,0 conforme recomendação sugerida por Raij et al. (1996). A adubação de plantio consistiu no fornecimento de 22 gramas de superfosfato simples por vaso, além da adubação orgânica conforme os tratamentos. Ressalta-se que a adubação com o fósforo, deve-se ao fato do baixo teor desse nutriente observado na análise de solo, e que o fornecimento desse nutriente através do composto orgânico provavelmente seria insuficiente, limitando o desenvolvimento das plantas. Como adubação foliar, foi feita a aplicação de ácido bórico na dosagem de 1g litro⁻¹ aos 15 dias após o transplante das mudas (conforme recomendação de Raij et al., 1996). Não foi feita adubação de cobertura com nitrogênio e potássio, considerando a liberação desses nutrientes pelo composto orgânico durante o ciclo da cultura.

Após a calagem e adubação de plantio, com um mês após o transplante das mudas, foi realizada uma nova análise química do solo para avaliar os teores dos nutrientes promovidos pela adubação. Em cada parcela, foram retiradas subamostras de todos os vasos que depois de misturadas, constituíram uma amostra representativa da parcela. As amostras foram avaliadas de acordo com a metodologia de Raij et al. (2001), conforme descrito no item 5.2.

5.8 Características avaliadas

5.8.1 Características vegetativas das plantas

Foram realizadas as avaliações das seguintes características:

- altura das plantas (distância entre a superfície do solo e a parte mais alta da planta);
- massa verde da parte aérea da planta ao final do ciclo, sem considerar as sementes;
- massa seca da parte aérea da planta ao final do ciclo (obtida após secagem em estufa de circulação de ar forçada a 60°C e atingir massa constante), sem considerar as sementes.

5.8.2 Intensidade de cor verde

A intensidade de cor verde foi obtida com o auxílio de um medidor portátil, o clorofilômetro Chlorophyll meter, modelo SPAD-502 (Soil and Plant Analysis Development) da Minolta Corporation Ltda, Osaka-Japão (1989). O aparelho possui LEDs (Diodo emissor de luz) posicionadas na ponta do medidor que emitem luz na faixa de 600-700 nm (pico em 650 nm) e na faixa de 860 a 1060 (pico em 940 nm) em sequência quando o medidor está fechado. A luz vinda destas LEDs passa pela janela de emissão, parte passa através da folha, parte é absorvida e parte é refletida. A luz que passa pela folha entra na janela de recepção constituída de um SPD (Fotodíodo de Silicone) e é convertida em sinais elétricos, amplificados, e convertidos de sinais analógicos para digitais e processados, dando o valor lido em uma unidade denominada SPAD. A precisão do aparelho é de 1 unidade SPAD para valores entre 0 e 50 unidades SPAD. Ele mede a intensidade da coloração verde da folha (quantidade de luz absorvida pela clorofila), e torna possível obter valores indiretos de clorofila presente nas folhas (LIMA, 2005).

Para a determinação do índice de cor verde das folhas de brócolis, foi realizada uma única leitura quando as plantas estavam com mais de 50% das siliques secas. As leituras foram efetuadas em três plantas por parcela, tomando-se as últimas folhas mais “novas” restantes na planta, tendo em vista que a essa altura do ciclo as plantas encontravam-se com reduzida área foliar em virtude da translocação de nutrientes para as sementes. O valor

obtido foi resultante da média dos 20 dados colhidos na parcela, obtendo-se a intensidade de cor verde em SPAD.

5.8.3 Análise química das plantas e sementes

Para a obtenção dos teores de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn) na parte aérea, nas folhas e sementes das plantas de brócolis, três plantas por parcela foram coletadas após a última colheita das sementes.

Assim que coletadas, as amostras foram levadas ao laboratório de análise química de plantas do Departamento de Recursos Naturais da UNESP/Botucatu e devidamente lavadas. Após a remoção do excesso de água utilizada na lavagem, as amostras foram colocadas em saco de papel, identificadas e levadas para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem massa constante, conforme Malavolta et al. (1997). Posteriormente, com o uso da balança analítica, foi obtida a massa de material seco de cada planta.

Em seguida, cada amostra passou pela moagem no moinho tipo Wiley. A digestão sulfúrica e a digestão por via seca foram utilizadas para a obtenção do extrato visando à determinação de N e B, respectivamente. A digestão nítrico-perclórica foi utilizada para a obtenção dos extratos para as determinações dos demais nutrientes (P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn), conforme metodologias apresentadas por Malavolta et al. (1997).

A partir das análises químicas foram obtidos os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em g kg^{-1} e de boro, cobre, ferro, manganês e zinco em mg kg^{-1} .

A quantidade dos nutrientes acumulados pelas sementes foi obtida pela multiplicação do teor de cada nutriente pela massa seca da amostra.

5.8.4 Produção das sementes

As sementes (juntamente com os restos das partes florais) assim que colhidas foram levadas para câmara seca a 40% de umidade relativa e à temperatura de 20°C, para melhor conservação até o término da colheita, podendo então iniciar a limpeza manual

das sementes em uma única vez. Após a debulha, as sementes foram submetidas à limpeza para retirada das chochas e danificadas, através de um aparelho separador de sementes por densidade (modelo 'De Leo Tipo 1', calibrado em uma abertura correspondente a 15 % da área da saída do ar), obtendo-se assim, as sementes classificadas, seguindo a metodologia de Lima (2000). A calibragem, para a cultura do brócolis, foi recomendada pela equipe técnica do laboratório do Departamento de Produção Vegetal, FCA – UNESP, Botucatu. As sementes foram contadas, pesadas (com os resultados expressos em número e massa de sementes por planta) e utilizadas para avaliar a qualidade.

5.8.5 Qualidade das sementes

5.8.5.1 Massa de mil sementes

Foram contadas mil sementes de cada parcela, sendo em seguida realizada a determinação da massa (g) em balança com quatro casas decimais de precisão.

5.8.5.2 Teste de germinação

O teste padrão de germinação para as sementes foi realizado de acordo com as Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 1992), com uso de caixa gerbox em germinador a 20°C, sendo analisadas 100 sementes por parcela (50 sementes por caixa gerbox). A primeira contagem das plântulas normais foi realizada aos cinco dias e a segunda, aos dez dias. As sementes foram consideradas germinadas quando se percebeu o aparecimento das folhas cotiledonares (Figura 2).

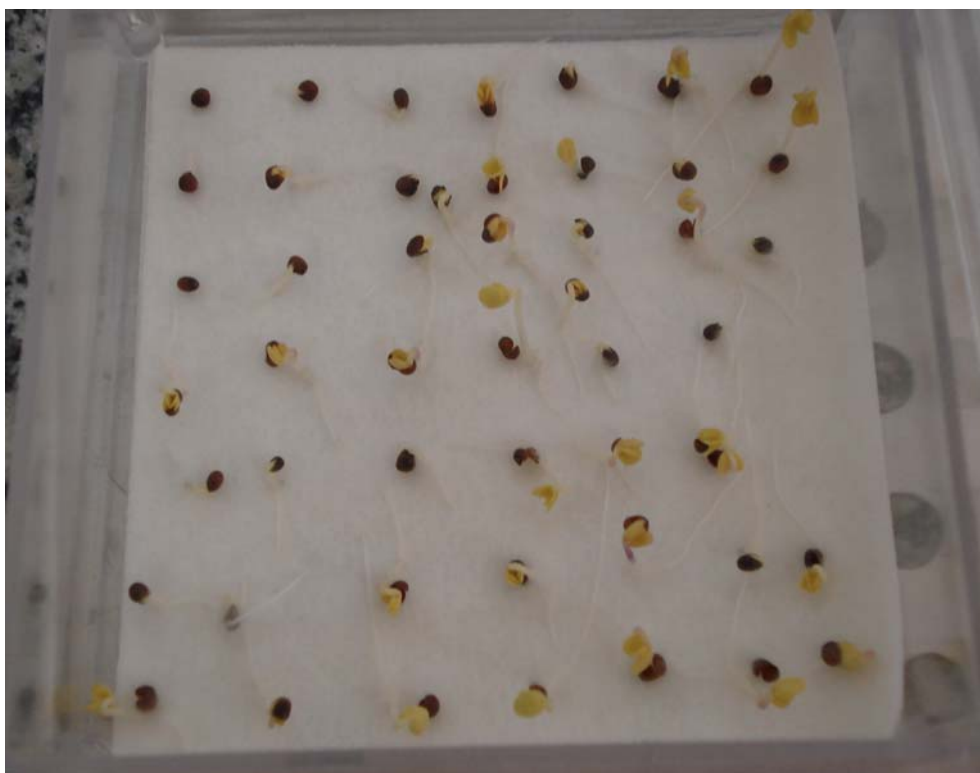


Figura 2. Plântulas de brócolis durante o teste de germinação. FCA/UNESP, Botucatu-SP, 2008.

5.8.5.3 Primeira contagem do teste padrão de germinação

A primeira contagem (cinco dias após a semeadura) das sementes foi considerada como teste de vigor, conforme Brasil (1992), em que as amostras que germinam mais rapidamente, com maior porcentagem de plântulas normais nessa data são consideradas como mais vigorosas (VIEIRA & CARVALHO, 1994).

5.8.5.4 Índice de velocidade de germinação (IVG)

A obtenção do índice de velocidade de germinação (IVG) foi realizada durante o teste de germinação, com valores de sementes germinadas dia a dia, através da somatória do número de sementes germinadas em cada dia (não cumulativo), dividida pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a germinação, conforme Maguire (1962). As

avaliações foram diárias e realizadas sempre no mesmo horário até o 10º dia após a semeadura. Quanto maior o valor do IVG, maior a velocidade de germinação e, consequentemente, maior o vigor das sementes.

5.8.5.5 Emergência em bandeja

O teste foi realizado em bandejas de poliestireno expandido de 128 células contendo substrato comercial fibra de coco Eco Grow[®], conforme metodologia adotada por Lima et al. (2003), adaptada de Vieira & Carvalho (1994). Foram semeadas 100 sementes para cada parcela, as quais foram mantidas em casa-de-vegetação durante as avaliações, que foram entre os dias 11/11 a 21/11/2008. As plântulas foram consideradas emergidas quando as folhas cotiledonares estavam totalmente abertas.

Optou-se pela utilização do substrato ao invés do solo, devido a produção de mudas de brócolis ocorrer em substrato. Assim, procurou-se colocar as sementes em um teste que apresentasse as mesmas condições utilizadas comercialmente pelos produtores.

5.8.5.6 Índice de velocidade de emergência (IVE)

A obtenção do índice de velocidade de emergência (IVE) foi realizada durante o teste de emergência em bandeja, com valores de plantas emergidas dia a dia, através da somatória do número de plantas emergidas em cada dia (não cumulativo), dividida pelo número de dias decorridos entre a semeadura e a emergência, conforme Maguire (1962). As avaliações foram diárias e sempre realizadas no mesmo horário até o 10º dia após a semeadura. Quanto maior o valor do IVE, maior a velocidade de emergência das plântulas e, consequentemente, maior o vigor das sementes.

5.8.5.7 Altura, massa verde e massa seca da parte aérea das mudas obtidas a partir das sementes que foram colhidas neste experimento

Foi realizada com o objetivo de verificar a influência dos tratamentos avaliados na altura, massa verde e na massa seca das mudas obtidas com a semeadura das sementes resultantes das plantas dos tratamentos. Foram coletadas 20 mudas obtidas do teste de emergência no ponto de transplante com 37 DAS aproximadamente por parcela.

5.8.5.8. Condutividade elétrica das sementes

Para a determinação da condutividade elétrica, foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por lote. As sementes foram pesadas e em seguida imersas em 50 ml de água destilada, no interior de copos plásticos, sob temperatura de 25°C. Após 24 e 48 horas, determinou-se, em cada amostra, os valores de condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ sementes) através do condutivímetro modelo TEC-4MP da Tecnal.

5.9 Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, em caso de efeito significativo para doses de composto, de acordo com o teste F, foi realizada a análise de regressão para verificar o efeito de doses de composto nas características avaliadas.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Temperaturas observadas durante a condução do experimento

As temperaturas observadas durante o período de condução das plantas encontram-se na Figura 3. Pode-se observar que a temperatura média no período de desenvolvimento vegetativo esteve próxima de 22°C, condição adequada para o desenvolvimento de brócolis, conforme Souza & Resende (2003).

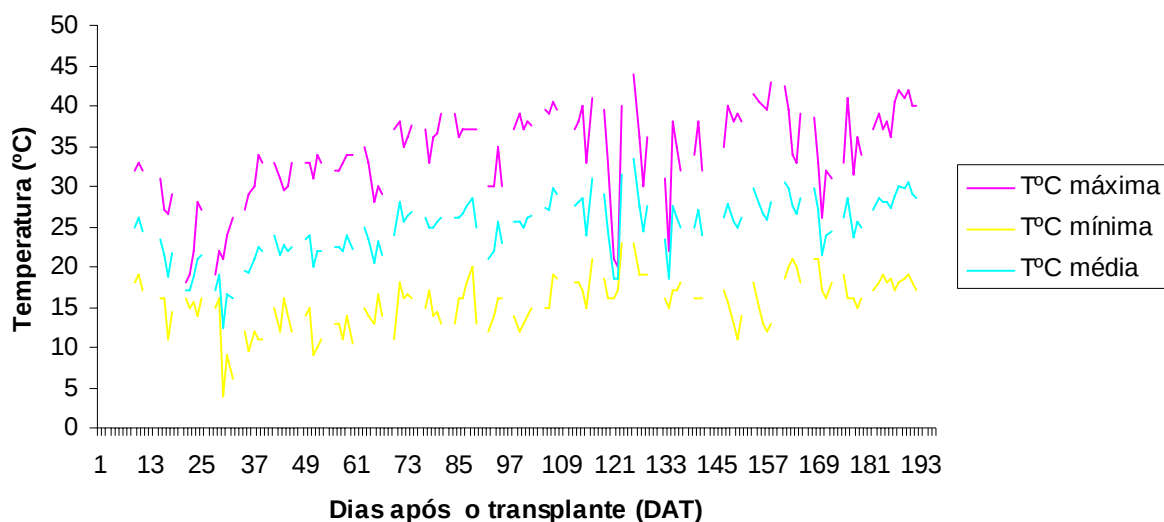


Figura 3. Dados diários de temperaturas máxima, média e mínima durante a condução de plantas de brócolis para a produção de sementes. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2007-2008.

6.2 Análise química do solo coletado um mês após o transplante das mudas de brócolis

Um mês após o transplante das mudas avaliou-se os teores de matéria orgânica e nutrientes (potássio, fósforo, cálcio e magnésio) em amostra de solo de cada parcela e observou-se aumento linear no teor de potássio com o aumento das doses de composto orgânico (Figura 4). Também obteve-se aumento no teor de matéria orgânica no solo (Figura 5). Normalmente o potássio é o nutriente mais rapidamente disponibilizado às plantas com a adubação orgânica (SOUZA & RESENDE, 2003) e realmente observou-se aumento no teor de potássio aos 60 dias após a aplicação do composto. Para cada tonelada de composto obteve-se um aumento de $0,004 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de potássio, passando de 0,25 (“muito baixo”) para 0,74 (“baixo”) de acordo com Raij et al. (2001).

Para os demais nutrientes analisados no solo não se obtiveram diferenças entre os tratamentos com valores médios de P resina = $56,6 \text{ g dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{2+} = 133 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{Mg}^{2+} = 12,5 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$.

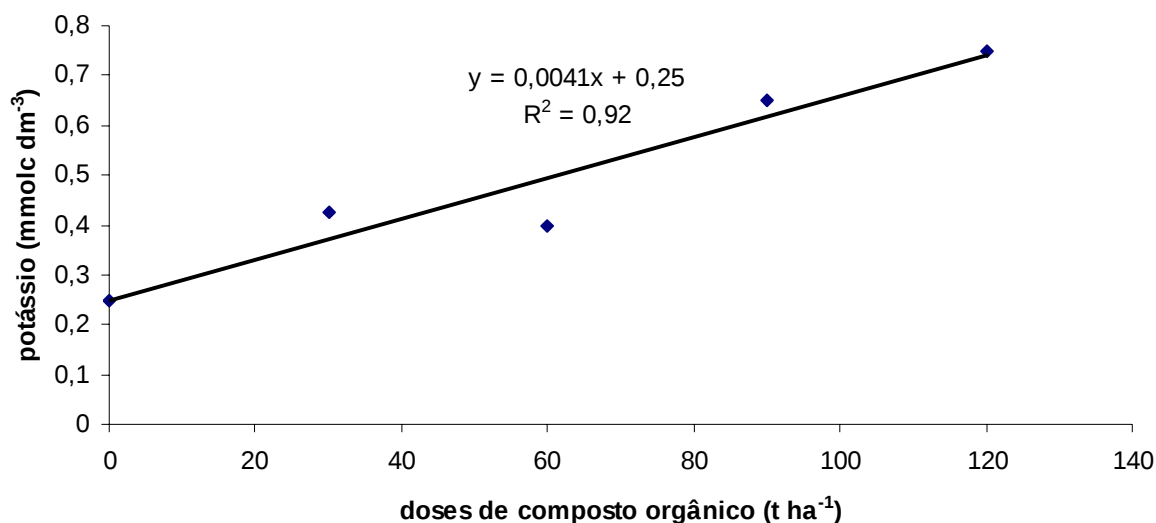


Figura 4. Teor de potássio no solo em função das doses de composto orgânico, após um mês do transplante das mudas de brócolis. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2007.

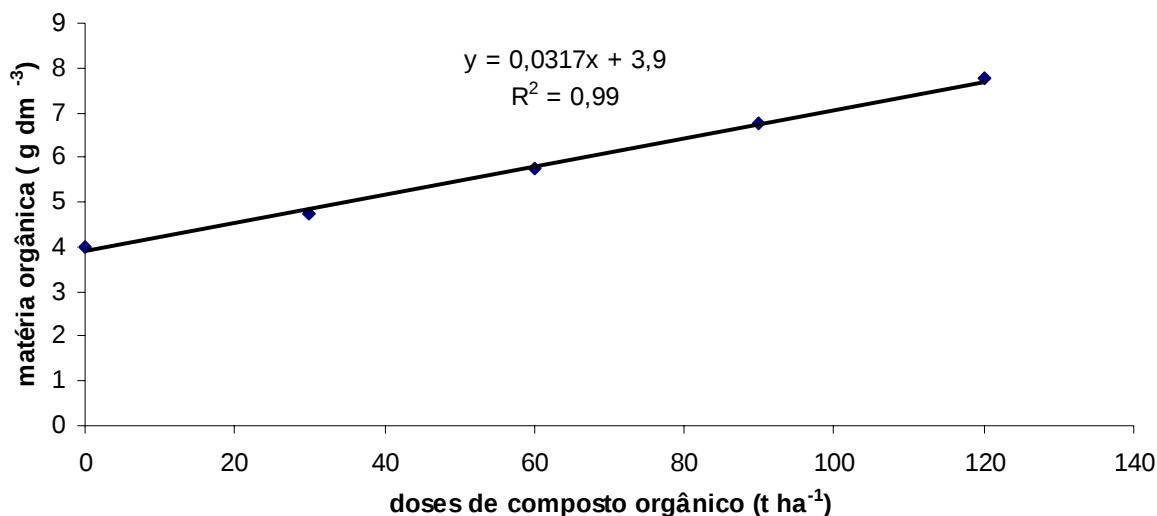


Figura 5. Teor de matéria orgânica no solo em função das doses de composto orgânico, um mês após o transplante das mudas de brócolis. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2007.

6.3 Características vegetativas

6.3.1 Altura das plantas

Não foi observada diferença na altura das plantas entre os tratamentos avaliados (Tabela 6). A média geral da altura das plantas foi de aproximadamente 94 cm, valor maior que o relatado para o cultivo comercial da espécie por Albuquerque et al. (2005) de aproximadamente 53 cm, o que evidencia o incremento no tamanho da planta em função do maior ciclo para a produção de sementes.

6.3.2 Massa verde da parte aérea das plantas

A massa verde da parte aérea das plantas não foi influenciada pelas doses de composto orgânico (Tabela 6). Para essa característica, observam-se valores muito diferentes entre os tratamentos, sem, no entanto, haver diferença estatística significativa. O elevado coeficiente de variação pode ser explicado pela variabilidade genética do material

além do fato de ao final do ciclo as plantas já estarem senescentes e terem caído muitas folhas ao longo do ciclo.

6.3.3 Massa seca da parte aérea das plantas

As doses de composto orgânico também não influenciaram a massa seca da parte aérea das plantas de brócolis (Tabela 6). Diniz et al. (2008) avaliaram a massa seca acumulada no cultivo comercial de brócolis também em função de doses de composto orgânico e verificaram que a quantidade de massa seca acumulada cresceu com o aumento de doses de composto orgânico, com a maior dose (25 t ha⁻¹) resultando no maior acúmulo de massa seca (153,83 g planta⁻¹). Apesar dos resultados deste experimento não revelarem diferenças estatísticas entre as doses de composto, a média geral de massa seca de plantas de brócolis foi 258,92 g planta⁻¹, indicando que quando se trata de produção de sementes, o acúmulo de massa seca pela planta é muito superior. Ressalta-se que esta matéria seca avaliada é sem as sementes.

Tabela 6. Características vegetativas das plantas de brócolis em função das doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2008.

Tratamentos (t ha ⁻¹ de composto)	Altura das plantas (cm)	Massa verde da parte aérea (g)	Massa seca da parte aérea (g)
T0	89,5	965,37	273,48
T30	94,3	748,54	224,04
T60	92,2	824,04	251,02
T90	97,6	872,23	265,77
T120	95,6	1067,29	280,31
F	1,74 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,17 ^{ns}
CV	12,16	51,24	41,6

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

6.4 Intensidade de cor verde

As doses de composto orgânico utilizadas não influenciaram a intensidade de cor verde das folhas das plantas de brócolis (Tabela 7). O efeito não significativo para a avaliação dessa característica pode ser atribuído a dificuldade em se estabelecer um critério para a escolha da época e das folhas a serem amostradas. A avaliação da intensidade de cor verde foi feita já no final do ciclo quando as folhas já se encontravam em senescência e muitas plantas sequer apresentavam folhas verdes. Sendo o composto orgânico fonte de nitrogênio, esperava-se com a avaliação dessa característica, que as maiores doses utilizadas proporcionassem uma coloração verde mais intensa nas folhas, mas, em função das dificuldades mencionadas, esse resultado acabou não ocorrendo.

Tabela 7. Medida da intensidade de cor verde em função das doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2008.

Tratamentos (t ha ⁻¹ de composto)	Intensidade de cor verde (SPAD)
T0	56,17
T30	56,21
T60	59,26
T90	57,62
T120	57,77
F	0,52 ^{ns}
CV	6,21

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

6.5 Teores de nutrientes nas folhas no final do ciclo

6.5.1 Teores de macronutrientes nas folhas

As doses de composto orgânico utilizadas não influenciaram os teores de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre) encontrados nas folhas das plantas ao final do ciclo (Tabela 8). Os teores de N, P e K estão um pouco abaixo do indicado como ideal para a cultura por Raij et al. (1996), provavelmente pelo fato da

análise foliar ter sido feita após o período recomendado para a cultura, quando algumas folhas já se apresentavam senescentes. Por outro lado, o cálcio apresentou um teor acima do recomendado para a cultura, provavelmente isso se deve ao fato desse nutriente ter pouca mobilidade na planta, além do teor elevado de cálcio no solo. Para os elementos enxofre e magnésio, ambos apresentavam teores próximos aos indicados para cultura.

Tabela 8. Teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre (g kg^{-1}) obtidos nas folhas das plantas de brócolis no final no ciclo para a produção de sementes, em função das doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2008.

Tratamento (t ha^{-1} de composto)	N	P	K mg dm^{-3}	Ca	Mg	S
T0	29	2,4	14	40	4,2	8,2
T30	27	3,2	14	34	3,8	8,6
T60	27	3,2	14	36	4,5	10,1
T90	25	2,3	15	49	4,6	9,5
T120	31	3,9	14	43	4,0	7,9
F	0,36 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,77 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,79 ^{ns}
CV (%)	23,30	44,11	17,35	20,25	18,91	23,18

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

6.5.2 Teores de micronutrientes nas folhas

As doses de composto orgânico utilizadas também não influenciaram os teores de micronutrientes (boro, cobre, manganês e zinco), exceto ferro, encontrados nas folhas das plantas ao final do ciclo (Tabela 9). As folhas de brócolis apresentaram teores adequados de todos os micronutrientes, exceto zinco, de acordo com a indicação de Raij et al. (1996), apesar de terem sido amostradas após o período recomendado para a diagnose foliar. Quanto ao zinco, pelo fato da amostragem ter sido feita quando algumas folhas já se encontravam em senescência, pode ter acarretado o baixo teor desse nutriente nas mesmas.

Tabela 9. Teor de boro, cobre, manganês e zinco (mg kg^{-1}) obtidos nas folhas das plantas de brócolis no final no ciclo para a produção de sementes, em função das doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2008.

Tratamento (t ha^{-1} de composto)	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg dm^{-3} -----				
T0	65	6	130	125	30
T30	72	6	108	113	32
T60	62	5	107	104	31
T90	60	6	116	80	32
T120	54	10	101	69	33
F	1,35 ^{ns}	1,98 ^{ns}	10,62 ^{**}	0,37 ^{ns}	0,08 ^{ns}
CV (%)	18,01	47,35	5,92	76,48	23,25

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

6.6 Acúmulo de nutrientes nas sementes

6.6.1 Acúmulo de macronutrientes nas sementes

Observou-se aumento linear para o acúmulo de todos os macronutrientes nas sementes (Figura 6) com o aumento das doses de composto orgânico. Provavelmente, o acúmulo crescente dos macronutrientes pelas sementes em função do incremento no fornecimento de composto, deva-se ao aumento linear na produção de sementes, conforme será visto posteriormente. Segundo Hori (1965), citado por Kimoto (1993), as variedades botânicas de brássicas são grandes extratoras de nutrientes do solo e respondem com alta taxa de conversão em espaço de tempo relativamente curto, o que explica a relação entre acúmulo de nutrientes e produção de sementes pela planta.

A ordem decrescente média dos macronutrientes acumulados nas sementes foi: nitrogênio > enxofre > fósforo > potássio > cálcio > magnésio. Ressalta-se que essa ordem foi a mesma para todos os tratamentos avaliados. Kano (2006) ao avaliar doses crescentes de fósforo no acúmulo de macronutrientes pelas sementes de alface obteve a seguinte ordem: nitrogênio > fósforo > potássio > magnésio > cálcio > enxofre. Destaca-se como principal diferença entre as ordens, o enxofre como o segundo nutriente mais acumulado

pelas sementes de brócolis, provavelmente este fato se deva a maior exigência desse nutriente para as brássicas.

Braz et al. (2007) e Castoldi et al. (2007), ao estudarem as cultivares de brócolis de cabeça única ‘Legacy’ e ‘Lord Summer’, respectivamente, obtiveram a mesma ordem de macronutrientes acumulados na planta: $N > K > Ca > Mg > S > P$.

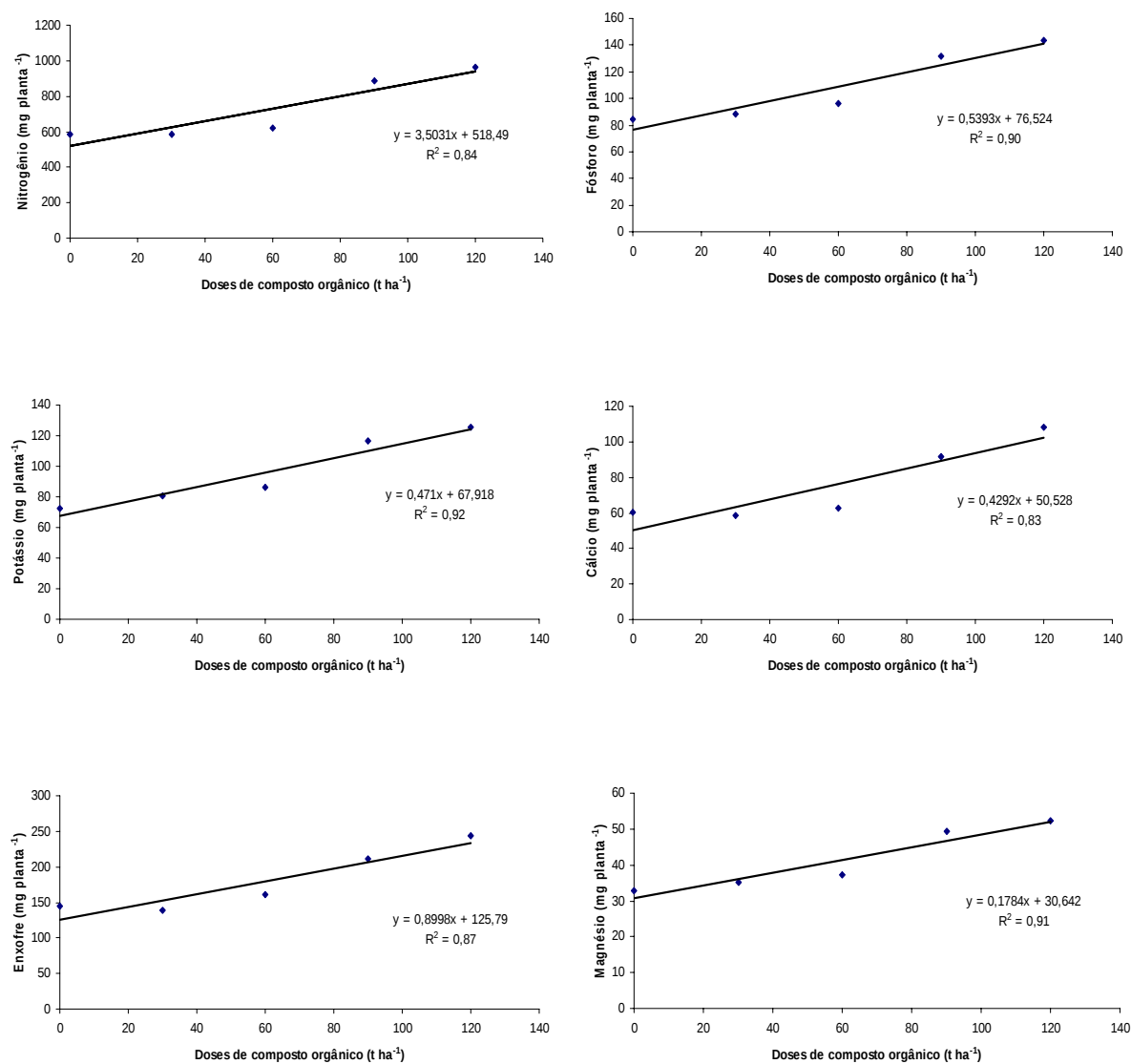


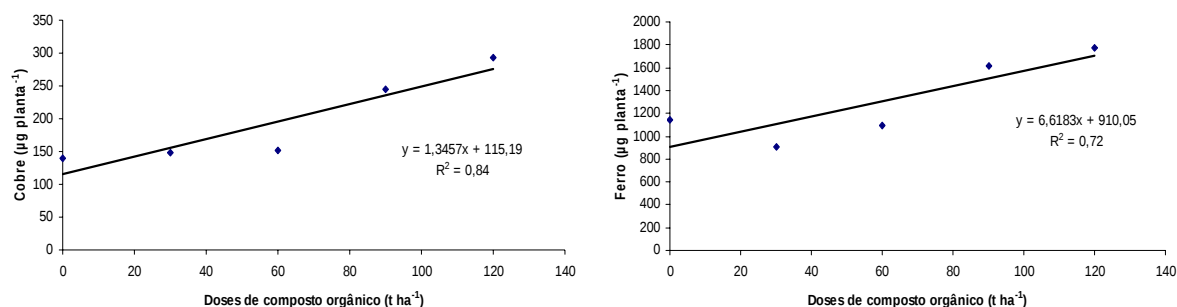
Figura 6. Quantidade acumulada de macronutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, enxofre e magnésio) nas sementes de brócolis, em função das doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2008.

6.6.2 Acúmulo de micronutrientes nas sementes

Observou-se aumento linear para o acúmulo de todos os micronutrientes nas sementes (Figura 7) com o aumento das doses de composto orgânico, exceto manganês, cujo acúmulo não diferiu estatisticamente entre os tratamentos obtendo-se média geral de $639 \mu\text{g planta}^{-1}$. Provavelmente, o acúmulo crescente dos micronutrientes pelas sementes em função do incremento no fornecimento de composto, deva-se à mesma explicação dada aos macronutrientes, ou seja, ao aumento linear na produção de sementes, já citado anteriormente.

A ordem decrescente média dos micronutrientes acumulados nas sementes foi: ferro > zinco > manganês > boro > cobre. Ressalta-se que essa ordem foi a mesma para todos os tratamentos avaliados. A mesma ordem de acúmulo de micronutrientes foi observada em plantas de brócolis de cabeça única, cultivares ‘Lord Summer’ e ‘Legacy’ (VARGAS et al., 2007a; VARGAS et al., 2007b).

Kano (2006) ao avaliar doses crescentes de fósforo no acúmulo de micronutrientes pelas sementes de alface obteve a seguinte ordem: ferro > zinco > manganês > cobre > boro. A única diferença entre ambas as ordens é o fato do boro ser acumulado em maior quantidade do que o cobre pelo brócolis, provavelmente, isso se deva à maior exigência dessa hortaliça, assim como outras brássicas, por esse micronutriente.



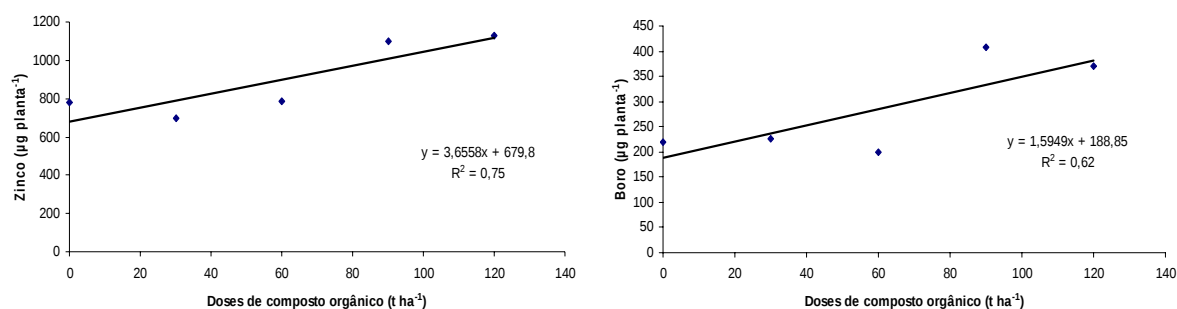


Figura 7. Quantidade acumulada de micronutrientes nas sementes de brócolis em função das doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2008.

6.7 Produção de sementes

Pode-se observar aumento linear em função das doses de composto orgânico para a massa de sementes por planta (Figura 8), com elevado ajuste da equação ($R^2 = 0,89$). Obteve-se um aumento de 0,6g na produção de sementes de brócolis por planta, para cada 10 toneladas de composto orgânico por hectare.

Observou-se a mesma resposta para a característica número de sementes por planta (Figura 9). A equação indicou que houve um aumento de 102 sementes por planta para cada 10 toneladas de composto orgânico adicionadas. Ressalta-se que este resultado foi obtido em um solo com baixo teor de potássio e que este nutriente não foi fornecido com adubos solúveis, mostrando que, provavelmente, o composto orgânico deve ter sido fonte deste nutriente, assim como outros elementos (Tabela 5). Apenas o fósforo foi fornecido com adubação química no plantio.

Considerando-se esse ajuste ao modelo linear, pode-se supor, que talvez doses mais altas de composto pudessem proporcionar um incremento ainda maior no número e consequentemente na produção de sementes, não tendo sido atingido, provavelmente, o teto máximo. Em relação à testemunha (sem composto), observa-se que a produção de sementes foi praticamente duplicada com a maior dose utilizada (120 t ha^{-1} de composto orgânico).

Ressalta-se que no início da fase reprodutiva, a exigência nutricional para a maioria das espécies torna-se mais intensa, sendo mais crítica na formação das

sementes, quando considerável quantidade de nutrientes, como o fósforo, o nitrogênio e o potássio, são para elas translocada (CARVALHO & NAKAGAWA, 2000). Deste modo, a adubação com composto orgânico, que apresenta lenta liberação de nutrientes para a planta, provavelmente tem efeito nesta etapa e mostrou ser tecnicamente vantajosa.

Pode-se concluir que há maior necessidade de composto quando o objetivo é a produção de sementes de brócolis em relação à produção comercial desta hortaliça. Deve-se ressaltar que em razão da decomposição do composto orgânico durante o ciclo, não foi realizada qualquer adubação de cobertura e que o ciclo da cultura foi muito maior que o normal para o cultivo para o consumo “in natura”.

Pelos resultados obtidos neste experimento pode-se inferir que o brócolis é uma hortaliça que responde positivamente à adição de matéria orgânica, através de composto orgânico, pois trabalhos como o de Diniz et al. (2008) já relatavam a importância da adubação orgânica no seu cultivo comercial, enquanto os dados deste trabalho demonstram a importância desse tipo de adubação também para a produtividade de sementes.

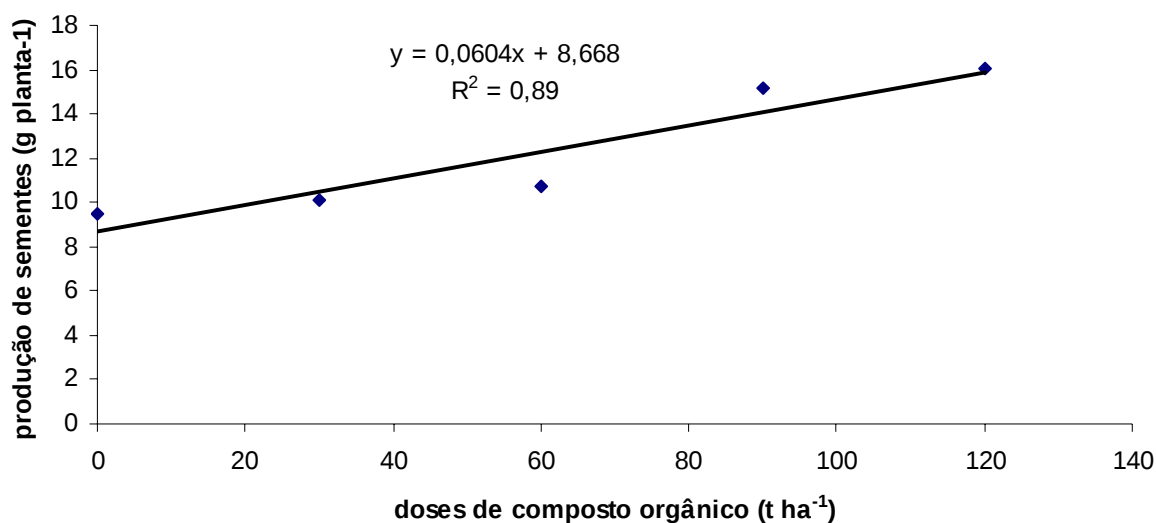


Figura 8. Produção de sementes de brócolis em função de doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2007.

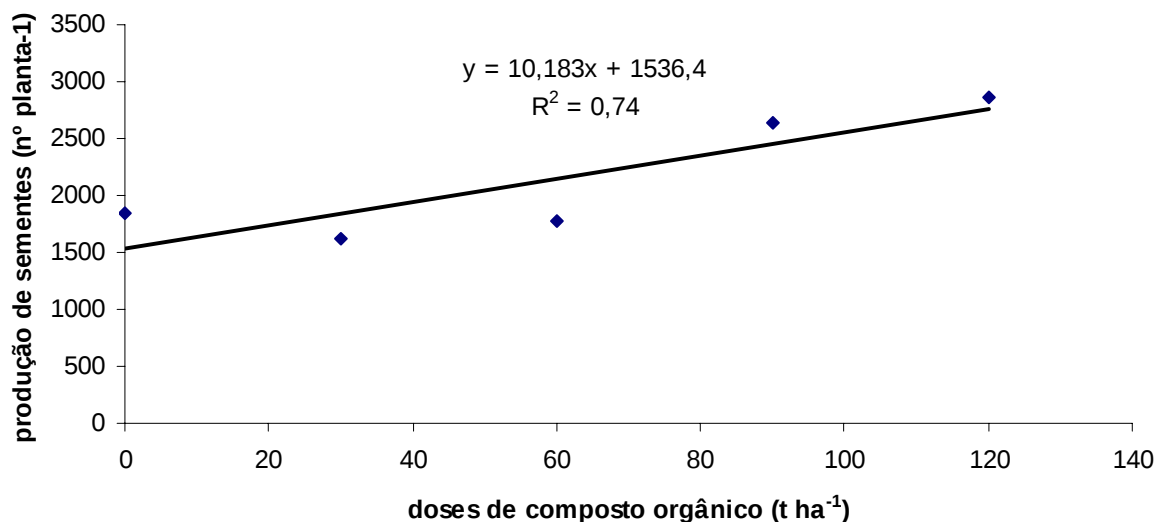


Figura 9. Número de sementes produzidas por planta de brócolis em função das doses de composto orgânico. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2007.

Em coentro, Alves et al. (2005) também obtiveram aumento linear na produção de sementes em função da adição de matéria orgânica, nesse caso sob a forma de esterco bovino ao avaliarem as doses de 0; 2,0; 4,0; 6,0 e 8,0 kg m⁻².

Já em feijão-de-vagem, Alves et al. (1999) verificaram diferenças significativas na produtividade de sementes tanto para as fontes de matéria orgânica (húmus de minhoca, esterco de galinha, bovino e caprino) quanto para as doses utilizadas. Para húmus de minhoca e esterco de galinha foram avaliadas as doses de 0, 5, 10, 15 e 20 t ha⁻¹, enquanto as doses utilizadas de esterco bovino e caprino foram de 0, 10, 20, 30 e 40 t ha⁻¹.

6.8 Qualidade das sementes

Para todas as características avaliadas (massa de mil sementes, porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, condutividade elétrica após 24 e 48 horas, total de plântulas emergidas até o 10º dia e índice de velocidade de emergência de plântulas) não foram observadas diferenças estatísticas significativas, demonstrando que a qualidade das sementes não foi influenciada

pelas doses de composto utilizadas (Tabela 10). Portanto, pode-se afirmar que o composto orgânico não exerceu influência sobre a qualidade das sementes.

As doses de composto orgânico também não influenciaram estatisticamente na altura, massa verde e massa seca das mudas obtidas a partir das sementes colhidas nesse experimento (Tabela 11).

Tabela 10. Média da massa de mil sementes, primeira contagem de germinação, porcentagem de sementes germinadas, índice de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência, porcentagem de plântulas emergidas no 10º dia após a semeadura e condutividade elétrica após 24 e 48 horas. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2008.

Tratamento (t ha ⁻¹ de composto)	Massa de mil sementes (g)	Teste padrão de germinação (20°C)		IVG	IVE	Porcentagem de plântulas emergidas no 10º DAS	Condutividade elétrica (µS/cm/g sementes)	
		1ª contagem	Germinação				24h	48h
T0	5,159	59	88	17,58	15,17	70,75	109,90	152,83
T30	6,210	75	92	19,79	16,48	75,50	117,98	157,71
T60	6,089	74	92	19,62	16,64	76,00	109,53	156,09
T90	5,795	72	94	19,45	17,94	80,50	121,85	158,40
T120	5,611	82	95	21,73	17,45	80,50	135,05	188,45
F	2,22 ^{ns}	1,19 ^{ns}	0,90 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,68 ^{ns}
CV (%)	9,69	19,09	5,28	12,32	21,05	15,04	23,59	21,72

IVE = índice de velocidade de emergência; DAS = dias após a semeadura; IVG = índice de velocidade de germinação; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Média da altura, massa verde e massa seca das mudas obtidas aos 37 dias após a semeadura (DAS) das sementes de cada tratamento obtidas no teste de emergência em bandeja. FCA/UNESP, São Manuel-SP, 2008.

Tratamentos (t ha ⁻¹ de composto)	Altura das mudas (mm)	Massa verde da parte aérea (g)	Massa seca da parte aérea (g)
T0	39	3,70	0,55
T30	39	3,78	0,65
T60	38	3,73	0,61
T90	38	2,95	0,55
T120	38	3,68	0,47
F	0,56ns	0,17 ^{ns}	0,28 ^{ns}
CV	10,80	20,66	47,02

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

A média da massa de mil sementes foi de 5,77g, valor superior ao relatado por George (1999) para couve-flor e repolho, que são da mesma espécie, com valores de 2,8 e 3,3g respectivamente. A porcentagem de germinação foi elevada para todos os tratamentos, variando de 88 a 95%. Na primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação (IVG), os resultados obtidos (média de 72% e 19,63 respectivamente) indicaram elevado vigor das sementes.

Os valores médios de condutividade elétrica foram de 118,86 e 162,70 $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ sementes, para os períodos de 24 e 48 horas de embebição, respectivamente, valores próximos aos relatados por Martins et al. (2002). O teste de condutividade elétrica avalia indiretamente a concentração de eletrólitos liberados pelas sementes durante a embebição, fornecendo resultados em curto prazo, sendo, portanto, um teste rápido. Baixos valores de condutividade indicam baixa lixiviação, podendo-se afirmar que as sementes apresentam alta qualidade, ao passo que valores elevados estão relacionados a sementes de qualidade inferior. Neste experimento, os maiores valores para a condutividade elétrica após 48 horas, devem-se ao maior tempo de lixiviação de solutos pelas sementes.

Na literatura consultada, não foram encontrados trabalhos relacionando adubação orgânica com qualidade fisiológica de sementes de brócolis. Bruno et al. (2007) ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de cenoura sob diferentes fontes de adubação verificaram que o composto orgânico na presença de biofertilizante resultou em sementes mais vigorosas comparadas à testemunha sem composto.

Em feijão-de-vagem, Alves et al. (1999) verificaram a influência de doses de esterco caprino na germinação de sementes colhidas do experimento, além de verificarem que a emergência das sementes em campo aumentou em função das doses de esterco de galinha.

Já em coentro, Alves et al. (2005) obtiveram aumento na produção de sementes em função da elevação de doses de esterco bovino, e verificaram que a germinação e o índice de velocidade de germinação aumentaram linearmente com a elevação das doses de matéria orgânica.

Alguns autores associam o vigor das sementes com a formação de mudas, como Franzin et al. (2005), que concluíram que lotes de sementes com maior qualidade inicial, detectados pelos testes de germinação e vigor realizados em laboratório,

produziram mudas com massa maior. Com isso, neste experimento, a ausência de diferenças significativas das mudas obtidas nos diferentes tratamentos (Tabela 11), provavelmente, tenha ocorrido porque não houve diferença na qualidade inicial das sementes (Tabela 10), resultado semelhante ao de Kano (2006) e Kano et al. (2006) que verificaram que as doses de fósforo e de potássio utilizadas, respectivamente, não influenciaram a qualidade de sementes e consequentemente não obtiveram diferenças no resultado de massa seca das plântulas e das mudas entre os tratamentos.

Os resultados obtidos nesse experimento concordam com Delouche (1980), que ressalta a capacidade das plantas em ajustar a produção e qualidade das sementes mesmo em condições adversas (neste caso, baixo teor de matéria orgânica e alguns nutrientes como potássio no solo). A resposta típica de plantas à baixa fertilidade do solo é a redução na quantidade de sementes produzidas e só depois há redução na qualidade. As poucas sementes produzidas sob condições marginais são usualmente tão viáveis e vigorosas como aquelas produzidas sob situações mais favoráveis. Do ponto de vista evolucionário, o ajuste da produção de sementes aos recursos disponíveis tem um alto valor para sobrevivência. As poucas sementes de alta qualidade teriam igual chance de germinar e desenvolver-se em condições adversas.

Há autores como Zucareli (2005) que comentam que o efeito da nutrição das plantas na qualidade das sementes possa ser observado só após algum período de armazenamento das sementes. O que normalmente tem sido observado é uma diminuição no vigor das sementes quanto maior é o tempo em que elas ficam armazenadas, sendo mais críticos nas plantas com deficiências nutricionais. Foi o que constatou Kano (2006) após armazenar durante 25 meses sementes de alface que foram submetidas às doses crescentes de P_2O_5 . O teste de germinação indicou aumento linear na primeira contagem de germinação, porcentagem de germinação e IVG em função das doses de P_2O_5 .

A avaliação do vigor das sementes após períodos longos de armazenamento em função das doses crescentes de composto orgânico é uma característica fundamental a ser avaliada. Porém, em virtude do tempo para condução do mestrado, a avaliação dessa característica ficará para novos trabalhos a serem realizados posteriormente.

6.9 Considerações gerais

Observou-se que com o aumento de doses de composto orgânico obtém-se maior produção de sementes de brócolis, sem, no entanto, afetar a qualidade das mesmas, nas condições em que o experimento foi realizado.

Considerando que neste experimento a espécie utilizada foi o brócolis, que é uma das poucas hortaliças em que o produtor ainda tem o hábito de colher sementes para seu próprio cultivo, e que a utilização de composto orgânico é uma alternativa viável, podendo ser preparado na própria propriedade; a utilização da adubação orgânica mostrou ser uma técnica eficiente para a obtenção de maiores produtividades de sementes. Ressalta-se ainda, que o brócolis é uma hortaliça exigente em micronutrientes, e que a fonte destes e outros nutrientes foi basicamente através do composto orgânico, tendo em vista que não foi feita adubação de cobertura e no plantio foi colocado apenas fósforo.

Tendo em vista que um dos maiores entraves na produção orgânica de hortaliças é a obtenção de sementes orgânicas por parte do produtor, os resultados deste experimento podem ser um indicativo da viabilidade da produção de sementes de brócolis nesse sistema de produção, devido à elevada produtividade em função das doses de composto; havendo necessidade de trabalhos com manejo alternativo de pragas e doenças para a ratificar a produção de sementes nesse tipo de cultivo.

É importante salientar algumas dificuldades ocorridas durante a execução do experimento, e que podem ou não ter influenciado de alguma maneira em algum resultado.

Foi utilizado o espaçamento de 1 x 0,5m, em virtude da distância dos tubos gotejadores. Uma vez que as plantas de brócolis apresentaram grande desenvolvimento em função do maior ciclo para a produção de sementes, muitas plantas acabaram se tocando, inclusive, em algumas delas, com as hastes se entrelaçando, o que dificulta a colheita.

Em relação a cultivar utilizada optou-se pela ‘Ramoso Santana’, cultivar mais utilizada pelos produtores no cultivo de outono-inverno. Por se tratar de uma cultivar de polinização livre, havia muita variabilidade entre as plantas. Isso acarretou alguns

problemas, tais como: plantas em diferentes fases de ciclo, características vegetativas bem distintas entre as plantas (ex: altura da planta), colheita não pôde ser uniforme como é o caso de outras brássicas, como a couve-flor. Além disso, como essa cultivar pertence ao grupo ramoso, a planta solta diversos brotos durante o ciclo, e, automaticamente, o florescimento e maturação das sementes não se concentram em um pequeno período. Contudo, a adubação orgânica por ser de lenta liberação também pode ter sido benéfica, pois os nutrientes tornam-se disponíveis por todo o período.

Quanto à coleta de folhas para diagnose foliar, como a cultivar utilizada era uma variedade, havia alta desuniformidade entre as plantas no campo, sendo difícil adotar um critério para a coleta das folhas. Foi estipulado que quando 50% das siliquas estavam secas, as folhas seriam coletadas. Porém, tendo em vista que as plantas já se encontravam no final do ciclo, muitas delas já nem apresentavam folhas.

Mesmo com as dificuldades aqui mencionadas, as doses de composto orgânico avaliadas foram fundamentais para promover o aumento na produção de sementes pela planta (tanto em massa como em número). Considerando que o efeito das doses foi linear, não tendo atingido o ponto onde a produção de sementes começa a declinar, novos experimentos podem ser feitos visando atingir a produção de sementes máxima, assim como o aprimoramento da adubação orgânica, visto que é uma técnica que carece de estudos específicos.

A execução desses trabalhos deve ser direcionada a avaliar algumas propriedades da matéria orgânica, como sua velocidade de degradação e liberação efetiva de nutrientes, efeito residual em ciclos posteriores, além de trabalhos que aprofundem em relação à extração de nutrientes pela cultura, como por exemplo a marcha de absorção de nutrientes pela planta.

7. CONCLUSÕES

Conclui-se que:

- Houve aumento linear na produção de sementes de brócolis com o aumento das doses de composto orgânico.
- A qualidade de sementes de brócolis não foi afetada mesmo na ausência de composto orgânico.
- A ordem decrescente dos nutrientes acumulados nas sementes foi: nitrogênio > enxofre > fósforo > potássio > cálcio > magnésio > ferro > zinco > manganês > boro > cobre.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, M. P. F. et al. Efeito de diferentes espaçamentos sobre a produção de brócolis conduzidos em túnel baixo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45, 2005, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: ABH, 2005. 1 CD-ROM.

ALVES, E. U. et al. Rendimento e qualidade fisiológica de sementes de coentro cultivado com adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 27, n. 1, p. 132-137, 2005.

ALVES, E. U. et al. Avaliação da produtividade e da qualidade de sementes de feijão-vagem, cultivado com matéria orgânica. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 232-237, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p.

BRAZ, L. T. et al. Acúmulo de macronutrientes durante o ciclo de couve-brócolos 'Legacy'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47, 2007, Porto Seguro. **Resumos...** Porto Seguro, ABH, 2007. 1 CD-ROM.

BRUNO, R. L. A. et al. Produção e qualidade de sementes e raízes de cenoura cultivada em solo com adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, p. 170-174, 2007.

CARVALHO, J. L. **Efeito da adubação nitrogenada sobre a produção e qualidade de sementes (*Lactuca sativa* L.)**. 1978. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1978.

CARVALHO, N. M; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CASTOLDI, R. et al. Acúmulo de macronutrientes durante o ciclo de couve brócolos ‘Lord Summer’. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47, 2007, Porto Seguro. **Resumos...**Porto Seguro: ABH, 2007. 1 CD-ROM

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 775-780, 1980.

DINIZ, E. R. et al. Crescimento e produção de brócolis em sistema orgânico em função de doses de composto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1428-1434, set./out. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, DF, 1999. 412 p.

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.

FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafós, 1993. 480 p.

FILGUEIRA, F. A. R Brássicas folhosas. In: _____. 8. ed. São Paulo: Ceres. 1972. p. 187-202

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2003. 412 p.

FRANZIN, S. M. et al. Efeito da qualidade de sementes sobre a formação de mudas de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 2, p. 193-197, 2005.

GEORGE, R. A. T. **Vegetable seed production**. CABI Publishing, 1999. 328 p.

GRILLI, G. V. G. et al. Desempenho de híbridos de brócolos em casa de vegetação e campo aberto no verão. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 21, 2003. Suplemento.

JAMWAL, R. S. Responses of late cauliflower (*Brassica oleracea* var. botrytis L.) seed crop to nitrogen and phosphorus under mid-hill conditions of Himachal Pradesh. **Himachal Journal of Agricultural Research**, Palampur, v. 21, n. 1-2, p. 38-41, 1995.

KANO, C. et al. Doses de potássio na produção e qualidade de sementes de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 24, n. 3, p. 356-359, 2006.

KANO, C. **Doses de fósforo no acúmulo de nutrientes, na produção e na qualidade de sementes de alface**. 2006. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

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

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In: FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p. 149-178.

LEBENSMITTELCHEMIE, D.F.; MUNCHEN, G. (Eds.). **Tablas de composición de alimentos**. Zaragoza: ACRIBIA, 1991. 430 p.

LIMA, C. P. de. **Medidor de clorofila na avaliação de nutrição nitrogenada na cultura do alho vernalizado**. 2005. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

LIMA, M. S. **Espaçamento entre plantas e quantidade de pólen na produção e qualidade de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo* L.)**. 2000. 75f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

LIMA, M. S.; CARDOSO, A. I. I.; VERDIAL, M. F. Plant spacing pollen quantity on yield and quality of squash seed. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 443-447, 2003.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962.

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

MALUF, W. R.; CORTE, R. D. Produção de sementes de couve-flor. In: CASTELLANE, P. D.; NICOLosi, W. M.; HASEGAWA, M. **Produção de sementes de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1990. p.77-93.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495 p.

MARTINS, C. C. Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica olerae* L. var. *italica* PLENK). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, p. 96-101, 2002.

NIEUWHOF, M. **Cole crops**. London: Leonard Hill, 1969. 353 p.

ODETE, M. **Dados sobre brócolos** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <felipe_magro@yahoo.com.br> em 31 jul. 2007.

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

RAIJ, B. Van et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996. 285 p.

RODRIGUES, E. T.; SUMIOKA, A. T. Produção de cará em função de fontes orgânicas de adubação. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 822-828, jul./ago. 2003.

SÁ, M. E. Importância da adubação na qualidade de sementes. In: SÁ, M. E.; BUZZETI, S. **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. São Paulo: ÍCONE, 1994. p. 65-98.

SANTOS, R. H. S. Olericultura orgânica. In: FONTES, P.C.R. **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005. 486 p.

SANTOS, R. H. S et al. Efeito da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, nov. 2001.

SEABRA JÚNIOR, S. **Influência de doses de nitrogênio e potássio na severidade à podridão negra e na produtividade de brócolis tipo inflorescência única**. 2005. 81f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

SHARMA, S. K. Effect of phosphorus and potassium fertilization on plant growth, seed yield and quality of Chinese sarson seed. **Himachal Journal of Agriculture Research**, Palampur, v. 21, n. 1-2, p. 32-34, 1995.

SILVA, N. Melhoramento de brássicas no Brasil. 2001. Disponível em:
<<http://www.sbmp.org.br/cbmp2001/palestras/palestra16.htm>>

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

VARGAS, P. F et al. Acúmulo e exportação de micronutrientes durante o ciclo de couve brócolos ‘Legacy’. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47, 2007, Porto Seguro. **Resumos...** Porto Seguro: ABH, 2007a. 1 CD-ROM.

VARGAS, P.F; CASTOLDI, R.; CHARLO, H.C.O.; BRAZ, L.T. Acúmulo e exportação de micronutrientes durante o ciclo de couve brócolos ‘Lord Summer’. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 47, 2007. Porto Seguro. **Resumos...** Porto Seguro: ABH, 2007b. 1 CD-ROM.

VIEIRA, R. D; CARVALHO, N. M. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FCAV;FUNEP, 1994. 164 p.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 28-34, jan./mar. 2004.

YURI, J. E. et al. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 1, p.127-130, jan./mar 2004.

ZUCARELI, C. **Adubação fosfatada, produção e desempenho em campo de sementes de feijoeiro cv. Carioca Precoce e IAC Carioca Tybatã**. 2005. 183f. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.