



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias

ANA LAURA ROCHA SARMENTO

**AVALIAÇÃO DE FONTES E TEMPO DE INCORPORAÇÃO
DE ESTERCOS EM SUBSTRATOS ORGANOMINERAIS NA
BETERRABA**

DIGITALIZAÇÃO
SISTEMOTECA - UFCG

Pombal - PB

2010

UFCG / BIBLIOTECA

ANA LAURA ROCHA SARMENTO

**AVALIAÇÃO DE FONTES E TEMPO DE INCORPORAÇÃO
DE ESTERCOS EM SUBSTRATOS ORGANOMINERAIS NA
BETERRABA**

Projeto de Trabalho de Conclusão do Curso de Agronomia a ser apresentado à Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus de Pombal - PB, como exigência para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Profº Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira

Pombal – PB

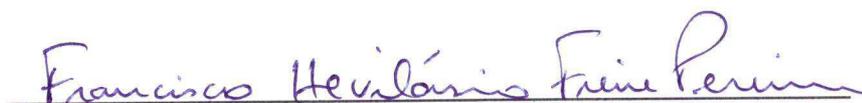
2010



**AVALIAÇÃO DE FONTES E TEMPO DE INCORPORAÇÃO DE
ESTERCOS EM SUBSTRATOS ORGANOMINERAIS NA BETERRABA**

APROVADO EM: 08 de Julho de 2010.

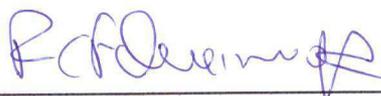
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira

UFCG/CCTA

Orientador



Prof. Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga

UFCG/CCTA

Co-orientador/Examinador



Prof. Dra. Cacia Cavalcanti Costa

UFCG/CCTA

Examinador

Aos meus queridos irmãos Johson Kennedy Rocha Sarmiento, Eugênio Glauber Rocha Sarmiento, Vanusa Rocha Sarmiento, por todo amor, carinho, incentivo e por estarem do meu lado incondicionalmente.

Dedico

Aos meus amados pais, Antônio Formiga Sarmiento e Laura Maria Rocha Sarmiento por serem meus maiores incentivadores na minha busca constante pelo conhecimento.

Ofereço.

Agradecimentos

Á Deus, por sempre guiar meu caminho, fazendo com que meus dias de vida sejam felizes, por me fortalecer nos momentos difíceis;

Á minha família, pelo amor, paciência, confiança e compreensão em mim depositados, acreditando sempre em minha capacidade, mesmo na presença de dificuldades.

Á Faculdade de Agronomia de Pombal - FAP, por me conferir os primeiros ensinamentos agronômicos, que mim foram transmitidos ao longo de sua existência;

Á Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, em especial ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - *Campus* de Pombal - PB, por me conceder a oportunidade de concluir o meu tão sonhado curso de agronomia.

Aos meus inesquecíveis Professores, por terem sido essenciais para minha formação acadêmica, ampliando assim, minha perspectiva, permitindo-me prever um futuro melhor.

A todos os meus amigos com quem convivi durante toda a vida acadêmica, pela amizade sincera compartilhada, pelas trocas de experiências e carinhos a mim dedicados.

Ao Professor Dr. Francisco Hevilásio Freire Pereira, pela orientação, paciência, determinação competência, confiança, no desempenho deste trabalho.

Ao Professor Dr. Roberto Cleiton Fernandes de Queiroga, pelos preciosos ensinamentos passados e dedicação, na co-orientação deste trabalho.

A Professora Dra. Caciana Cavalcanti Costa pelas valiosíssimas sugestões dadas a este trabalho.

Aos queridos amigos Joyce, Francisco Hélio Dantas Lacerda, Paulo César Heloi Soares que muito contribuíram para a conclusão deste trabalho.

E, a todos, principalmente os amigos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste sonho.

Muito obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	4
3.1. Características avaliadas.....	6
3.1.1. Trocas gasosas.....	6
3.1.2. Crescimento e acúmulo de massa seca das plantas.....	6
3.1.3. Produção.....	7
3.2. Análise estatística.....	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
4.1. Efeito dos esterco <i>vesus</i> tempo de incorporação sobre as trocas gasosas.....	8
4.2. Efeito dos esterco <i>vesus</i> tempo de incorporação sobre o crescimento, acúmulo de massa seca e produção.....	12
5. CONCLUSÕES.....	17
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18
APÊNDICE.....	21

AVALIAÇÃO DE FONTES E TEMPO DE INCORPORAÇÃO DE ESTERCOS EM SUBSTRATOS ORGANOMINERAIS NA BETERRABA

RESUMO – O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes fontes e tempos de incorporação de esterco no cultivo da beterraba. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA/UFCG) – Pombal - PB, no período de 12/12/2009 a 15/04/2010, utilizando a cultivar de beterraba 'Early Wonder'. Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de esterco (bovino e caprino) na dose de 80 t ha⁻¹, quatro tempos de incorporação dos esterco (0, 15, 30 e 60 dias antes do plantio - DAP) e uma testemunha adicional (sem esterco). O delineamento experimental utilizado foi o blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 4 + 1, com quatro repetições. Os maiores valores de massa seca total, de raiz e produção foram verificados na beterraba adubada com esterco caprino em relação ao esterco bovino. Os maiores valores de fotossíntese líquida, condutância estomática, área foliar, massa seca de total e de folha foram obtidos com 0 e 60 dias e massa seca de raiz e produção por planta com 60 dias de incorporação dos esterco ao solo antes do plantio. A aplicação do esterco caprino e a antecipação no tempo de incorporação proporcionaram melhor desempenho no crescimento, acúmulo de massa seca e produção da beterraba.

Palavras-chave: *Beta vulgaris* L., matéria orgânica, fotossíntese, massa seca, produção.

EVALUATION OF SOURCES AND AND MANURE INCORPORATION TIME IN ORGANOMINERAL SUBSTRATES IN BEET

ABSTRACT - This work aimed to evaluate the effect of the sources and incorporation times of manures in beet grown. The experiment was carried out in greenhouse at the Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA/UFCG), Pombal-PB, from 12/12/2009 to 15/04/2010, using the beet 'Early Wonder. The treatments were done by means of the use of two sources of manures (cattle and goats) in the rates of 80 t ha⁻¹, four incorporation times of the manures (0, 15, 30 and 60 days before of planting - DAP) and additional control (without manure). The experimental design was randomized blocks, on the factorial scheme 2x4+1, with four repetitions. The highest values of total dry mass, root and production were verified on beet fertilized with goat manure in relation to the cattle manure. The highest rates photosynthesis, stomatic conductivity, leaf area, total dry mass and leaf were obtained with 0 and 60 days and dry mass root and yield for plant with 60 days of incorporation of the manures in the soil before of planting. The application of the goat manure and the anticipation in the incorporation times improved best performance in the growth, dry mass accumulation and yield in beet.

Keywords: *Beta vulgaris* L., organic matter, photosynthesis, dry mass, yield.

1. INTRODUÇÃO

A beterraba de mesa ou hortícola (*Beta vulgaris* L. var. *crassa*) destaca-se, dentre as hortaliças, por sua composição nutricional, sobretudo em açúcares, e pelas formas de consumo da raiz tuberosa e folhas (Puiatti & Finger, 2007).

No Brasil, o cultivo de beterraba intensificou-se grandemente com a imigração européia e asiática, sendo cultivadas exclusivamente variedades para mesa. Nos últimos dez anos pôde-se observar um aumento crescente na procura por esta hortaliça, tanto para utilização nas indústrias de conservas de alimentos infantis como para consumo *in natura* (Souza et al., 2003).

A beterraba é uma cultura bastante exigente em termos nutricionais, requerendo um programa de adubação equilibrado capaz de repor os nutrientes extraídos pela cultura, evitando assim o esgotamento do solo (Souza et al., 2003). As doses de matéria orgânica recomendadas para a cultura da beterraba situam-se, geralmente, entre 30 e 40 t ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco ou composto orgânico e de 8 a 10 t ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco de aves (Puiatti & Finger, 2007). Contudo, estas doses podem variar de acordo com a qualidade dos materiais empregados, com as características do solo e com o tempo de manejo orgânico. 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 (Santos, 2005).

Atenção especial deve ser dispensada à qualidade do material orgânico empregado nas adubações. Santos et al. (2001) verificou que o esterco bovino apresentou maior teor de N e relação C/N e menores teores de P, K e matéria orgânica quando comparado ao esterco caprino. Por apresentar baixa relação C/N o esterco caprino apresenta fermentação mais rápida do que o esterco bovino, podendo ser utilizado com sucesso na agricultura após um menor período de decomposição (Tibau, 1993).

Outro fato frequentemente relatado na produção de olerícolas refere-se ao efeito residual do material orgânico aplicado nos cultivos (Vidigal et al., 1995; Santos et al., 2001). O efeito residual relaciona-se com a elevação dos teores de nutrientes no solo, principalmente em sistemas de manejo intensivo como os olerícolas (Santos, 2005). Tem-se verificado alta produtividade em

cenoura 'Brasília' (89,15 t ha⁻¹) e alface 'Rider' (49,87 t ha⁻¹) plantadas em sucessão, sem adubação, após o cultivo de alho adubado com doses de até 90 t ha⁻¹ de cama de aviário (Resende et al., 2003). Esse marcante e conhecido efeito residual chama a atenção sobre a perspectiva da adubação orgânica ser tratada por ciclos de cultivos e não por cultura, merecendo mais estudos quanto ao tempo de incorporação de material orgânico ao solo.

Os objetivos do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes e épocas de incorporação de esterco ao solo no cultivo da beterraba de mesa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A beterraba de mesa (*Beta vulgaris* L. var. *crassa*) é uma planta dicotiledônea, pertencente a família Chenopodiaceae. Nessa família além das beterrabas de mesa, açucareira e forrageira, tem-se como hortaliças a acelga e o espinafre. Acredita-se que a beterraba de mesa tenha sido originada da hibridação de *B. vulgaris* var. *marítima* com *Beta patula* (Puiatti & Finger, 2007).

A associação da adubação orgânica com a mineral foi sempre igual ou superior à adubação exclusivamente orgânica ou mineral e sempre superior à ausência de adubação. Os adubos orgânicos aplicados ao solo sempre proporcionam respostas positivas na produção das culturas olerícolas, chegando a igualarem ou até mesmo a superarem os efeitos dos fertilizantes químicos. Entretanto, dependendo de sua composição química, taxa de mineralização e teor de nitrogênio, que por sua vez sofrem influências das condições climáticas, os adubos orgânicos em doses elevadas e sem tratamento prévio tornam-se prejudiciais às culturas (Kiehl, 1999).

A manutenção dos teores de matéria orgânica no solo em quantidades satisfatória é de suma importância para o crescimento e desenvolvimento das plantas e melhoria no rendimento e qualidade dos produtos colhidos. As fontes de matéria orgânica como o esterco e biofertilizantes são menos agressivas ao ambiente e possibilita o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos industrializados, bem como a sustentabilidade da propriedade por muitos anos (Deleito et al., 2000).

A matéria orgânica é considerada uma das principais fontes de energia e nutrientes ao sistema, capaz de manter a produtividade dos solos (Marques et

al., 2010). Entre outros benefícios da matéria orgânica, destacam-se a melhoria das condições físicas do solo, a maior ciclagem de nutrientes, aumento da CTC do solo e infiltração de água, diminui as perdas por erosão, melhora o solo para o preparo e fornecem nutrientes para as plantas (Paes et al., 1996).

Os esterco de animais são os mais importantes adubos orgânicos, pela sua composição, disponibilidade relativa e benefícios da aplicação (Marques, 2006). Os esterco foram muito utilizados no passado, mas com o advento dos adubos químicos o interesse pelos fertilizantes orgânicos diminuiu. Atualmente, em virtude do alto custo de fertilizantes químicos, a preocupação com a degradação ambiental e a produção de alimentos de melhor qualidade e menor preço de mercado renovou o interesse pelo uso dos esterco, ou seja, pela agricultura sustentável visando a melhoria das propriedades físicas e químicas do solo (Brummer, 1998) e a redução das quantidades de adubos químicos que são aplicados (Ricci et al., 1994).

A quantidade e a qualidade do adubo orgânico são fatores que influenciam diretamente a produtividade dos cultivos. Marques et al. (2010) obtiveram maior produção de beterraba na dose de 80 t ha⁻¹ de esterco bovino, demonstrando que a aplicação de adubação orgânica ao solos tropicais é de suma importância para o sucesso no cultivo de olerícolas. Santos et al. (2001) em feijão-vagem verificaram que o esterco de galinha produziu 26,3 t ha⁻¹ na dose de 13,0 t ha⁻¹, o esterco bovino produziu 30,3 t ha⁻¹ na dose de 24,0 t ha⁻¹ e o esterco caprino 23,0 t ha⁻¹ na dose de 16,6 t ha⁻¹. Oliveira et al. (2001) verificaram que o esterco bovino proporcionou maior produção de repolho, formação de cabeças mais uniformes, compactas e de boa aceitação comercial.

A velocidade de aproveitamento dos nutrientes fornecidos por um adubo orgânico depende da facilidade com que esse material pode ser decomposto, de suas características químicas e do pH do meio onde este se encontra. Essa diferença no tempo de decomposição dos esterco resulta em diferentes períodos de liberação de nutrientes no solo. A matéria orgânica adicionada ao solo não disponibiliza, de imediato, as quantidades totais dos nutrientes para as plantas (Larcher, 2000). Desse modo, a aplicação contínua de fertilizantes orgânicos tende a favorecer o acúmulo gradual dos nutrientes no solo, propiciando um efeito residual para os cultivos subsequentes. Resende et al.

(2003) verificaram alta produtividade em cenoura 'Brasília' (89,15 t ha⁻¹) e alface 'Rider' (49,87 t ha⁻¹) plantadas em sucessão, sem adubação, após o cultivo de alho adubado com doses de até 90 t ha⁻¹ de cama de aviário. Santos et al. (2001) observaram que a adubação com composto orgânico 80 a 110 dias antes do plantio da alface proporcionou aumento na produção da alface devido ao efeito residual do composto. Nyakatawa et al. (2001) observaram que o efeito do esterco de aves aplicado no algodão dois anos antes foi capaz de suprir parte do N requerido pelo milho em sucessão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Campus Pombal – Pombal/PB, pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (CCTA – UFCG), no período de 12/12/2009 a 15/04/2010. Utilizou-se a cultivar de beterraba “Early Wonder”, pertencente ao grupo Wonder. O cultivo foi realizado em vasos com capacidade de 8 L preenchido com solo peneirado (peneira nº 2). O solo utilizado foi classificado como Neossolo flúvico, textura areia franca (areia grossa = 817; silte = 133 e argila = 50 g kg⁻¹), cujos resultados médios das análises químicas, antes da instalação do experimento, foram: pH em H₂O = 7,2; P = 245 mg dm⁻³; K = 0,14; Na = 0,12; Ca = 2,8; Mg = 1,1; Al = 0,0; H + Al = 0,8; SB = 4,2 e CTC = 5,0 cmol_c dm⁻³; MO = 1,00 g kg⁻¹. As características climáticas registradas durante a condução do experimento encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Média dos dados climáticos coletados durante a condução do experimento. Pombal, UFCG, 2010.

Variáveis climáticas		Média diária
Temperatura do ar (°C)	Mínima	34,5°C
	Máxima	45,1°C
Umidade relativa do ar (%)	Mínima	20%
	Máxima	42%
RFA ¹ (μmol m ⁻² s ⁻¹)		870

¹RFA – Radiação fotossinteticamente ativa.

A temperatura mínima e máxima e a umidade relativa do ar foram medidas diariamente, durante toda a condução do experimento, utilizando termohigrometro digital modelo HT-208 (ICEL-Manaus). A RFA foi medida ao longo do dia, em duas diferentes épocas durante a condução do experimento, utilizando IRGA – LCPro⁺ (Analytical Development, Kings Lynn, UK).

Os tratamentos foram constituídos por duas fontes de esterco (bovino e caprino), quatro épocas de incorporação dos esterco (0, 15, 30 e 60 dias antes do plantio - DAP) e uma testemunha adicional. Os esterco foram previamente curtidos durante 30 dias e a dose aplicada correspondeu a 80 t ha⁻¹. A medida que as fontes de esterco foram incorporadas ao solo o mesmo foi permanentemente irrigado até o plantio para promover sua mineralização. Os resultados das análises químicas da água utilizada na irrigação foram: pH = 7,8; K = 0,22; Na = 0,71; Ca = 0,6; Mg = 1,2; SO₄⁻² = 0,0; CO₃⁻² = 0,0; HCO₃⁻ = 2,36; Cl⁻ = 1,8 mmol_c L⁻¹; Ras = 0,75; NaCl = 113 e CaCO₃ = 99,2 mg L⁻¹. Como testemunha adicional utilizou-se zero de esterco e adubação mineral com macro e micronutrientes comuns a todos os tratamentos.

O delineamento experimental utilizado foi o blocos casualizados, no esquema fatorial 2 x 4 + 1, com quatro repetições. A unidade experimental foi composta por um vaso contendo duas plantas. As plantas foram dispostas no espaçamento de 0,4 x 0,2 m.

A sementeira foi realizada em 10/02/2010 diretamente no solo, a uma profundidade aproximada de 1,0 cm, colocando-se oito sementes por vaso. A emergência, acima de 80% das plantas, foi observada cinco dias após da sementeira. Dez dias após a emergência realizou-se o desbaste deixando-se apenas duas plantas por vaso. Durante os 28 primeiros dias após o plantio os vasos foram irrigados apenas com água normal e após este período os mesmos foram fertirrigados com as fontes e quantidades de nutrientes apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Quantidade de macro e micronutriente aplicados durante a condução do experimento. Pombal, UFCG, 2010.

Fertilizantes	Fórmula	Quantidade (g vaso⁻¹)
Fosfato de potássio	KH ₂ PO ₄	0,82
Nitrato de potássio	KNO ₃	3,02
Nitrato de cálcio	Ca(NO ₃) 4H ₂ O	7,07
Sulfato de magnésio	MgSO ₄ 7H ₂ O	2,95
Ácido bórico	H ₃ BO ₃	0,019
Sulfato de manganês	MnSO ₄ 4H ₂ O	0,011
Sulfato de zinco	ZnSO ₄ 7H ₂ O	0,0013
Sulfato de cobre	CuSO ₄ 5H ₂ O	0,0045
Sulfato de ferro	FeSO ₄	0,084
Molibdato de amônio	(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ 4H ₂ O	0,0077

*Hoa Gland & Arnon (1950) a 25% da força total

A quantidade de água aplicada por vaso variou no transcorrer do experimento de 0,3 a 0,7 L, com um total durante o ciclo de 22,5 L por vaso. Não houve necessidade de controle fitossanitário.

3.1. Características avaliadas

3.1.1. Trocas gasosas

As avaliações foram realizadas aos 58 dias após o plantio (DAP) da beterraba nos vasos. Nesta ocasião foram determinadas a fotossíntese líquida (A), a condutância estomática (g_s), a transpiração (E) e a concentração intercelular de CO₂ (C_i), medidos com analisador de gás no infravermelho (IRGA) LCpro⁺ (Analytical Development, Kings Lynn, UK) com fonte de luz constante de 1.200 μmol de fótons m⁻² s⁻¹.

3.1.2. Crescimento e acúmulo de massa seca das plantas

As avaliações foram realizadas aos 64 dias após o plantio (DAP) nas duas plantas da unidade experimental coletada cortando-as rente ao solo.

Nessas plantas foram avaliadas: a área foliar e o número de folhas por planta e a massa seca de folha, de caule e total. A área foliar foi obtida pela coleta de 8 discos foliares de área conhecida (1,4 cm²) e posterior determinação de sua massa seca. Na seqüência determinou-se a massa seca das folhas por planta e, por regra de três simples, determinou-se a área foliar de acordo com a fórmula abaixo:

$$AFP = (MSF \times AFD) / MSD$$

Onde:

AFP = Área foliar (cm² por planta)

MSF = Massa seca de folha (g)

AFD = Área foliar do disco (cm²)

MSD = Massa seca do disco (g)

A massa seca total foi determinada pela soma da massa seca das folhas e raiz obtidas após secagem em estufa, com circulação de ar forçada a 70°C, por 96 horas. Os valores foram expressos em g por planta.

3.1.3. Produção

Para avaliação da produção foram colhidas duas plantas por vaso aos 64 DAP. Os valores foram expressos em g por planta.

3.2. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, sendo realizado o ajuste de equações em relação ao tempo de incorporação dos esterco e teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias entre os tratamentos fatoriais versus testemunha adicional e entre fontes de esterco.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Efeito dos esterco *versus* tempo de incorporação sobre as trocas gasosas

Houve efeito significativo para tratamentos fatoriais *versus* testemunha adicional somente para fotossíntese líquida (Tabela 3). Verificou-se efeito significativo para a interação entre fontes de esterco e tempo de incorporação para fotossíntese líquida e transpiração (Figura 1) e efeito significativo individual para tempo de incorporação dos esterco em relação a condutância estomática e a concentração intercelular de CO₂ (Figura 2). Não houve efeito significativo para a condutância estomática e concentração intercelular de CO₂ em relação às fontes de esterco (Tabela 4).

Os maiores valores de fotossíntese líquida foram verificados nos tratamentos fatoriais em relação a testemunha adicional (Tabela 3). Esses resultados demonstram que a combinação entre a adubação orgânica e mineral favorece o acréscimo na atividade fisiológica em plantas de beterraba quando comparado ao tratamento testemunha onde se utilizou apenas adubação mineral. Isso ocorre possivelmente devido o esterco proporcionar, além de melhorias na fertilidade do solo, favorece também melhorias nas características físicas e biológicas do solo. Sendo assim, esses resultados reforçam a importância da adubação orgânica em cultivos agrícolas, principalmente, em espécies olerícolas.

Tabela 3. Fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s) e concentração intercelular de CO₂ (C_i) em plantas de beterraba cultivadas com e sem a aplicação de esterco bovino ou caprino. UFCG, Pombal, 2010.

	A	E	g _s	C _i
Tratamentos	($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	(mg L^{-1})
Fatorial	18,79 a	3,54 a	0,52 a	251,50 a
Testemunha	17,70 b	3,51 a	0,48 a	236,53 a
CV(%)	7,85	8,73	20,22	8,05

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores de fotossíntese líquida foram de 17,50 e 22,54 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nos tempos de incorporação de 0 e 60 dias após o plantio (DAP) quando se utilizou esterco bovino e de 20,08 e 21,76 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nos tempos de incorporação de 0 e 60 dias após o plantio (DAP) quando se utilizou esterco caprino, respectivamente (Figura 1A e B). Esses resultados demonstram que o tempo de incorporação do esterco bovino ou caprino é importante no incremento da fotossíntese líquida na beterraba. A superioridade na fotossíntese líquida no tempo de incorporação 0 em relação aos tempos 15 e 30 DAP deveu-se ao fato do esterco ter permanecido sob condições ótimas de temperatura e umidade as quais favoreceram a velocidade de decomposição e mineralização do esterco mesmo não tendo sido aplicado no solo.

Considerando-se as fontes de esterco dentro de cada tempo de incorporação verificou-se maior valor de fotossíntese para esterco caprino em relação ao esterco bovino somente no tempo de incorporação de 15 DAP (Figura 1C).

A transpiração não apresentou variações significativas independentemente do tempo de incorporação e da fonte de esterco utilizada (Figura 1D a F).

Os maiores valores de condutância estomática foram de 0,47 e 0,55 $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ nos tempos de incorporação de 0 e 60 DAP independentemente da fonte de esterco utilizada (Figura 2A). Esses resultados demonstram que o tempo de incorporação do esterco bovino ou caprino é importante no incremento da abertura estomática em plantas de beterraba. A superioridade na condutância estomática no tempo de incorporação 0 em relação a 15 DAP deveu-se ao fato do esterco ter permanecido sob condições ótimas de temperatura e umidade as quais favoreceram a velocidade de decomposição e mineralização do esterco mesmo não tendo sido aplicado no solo.

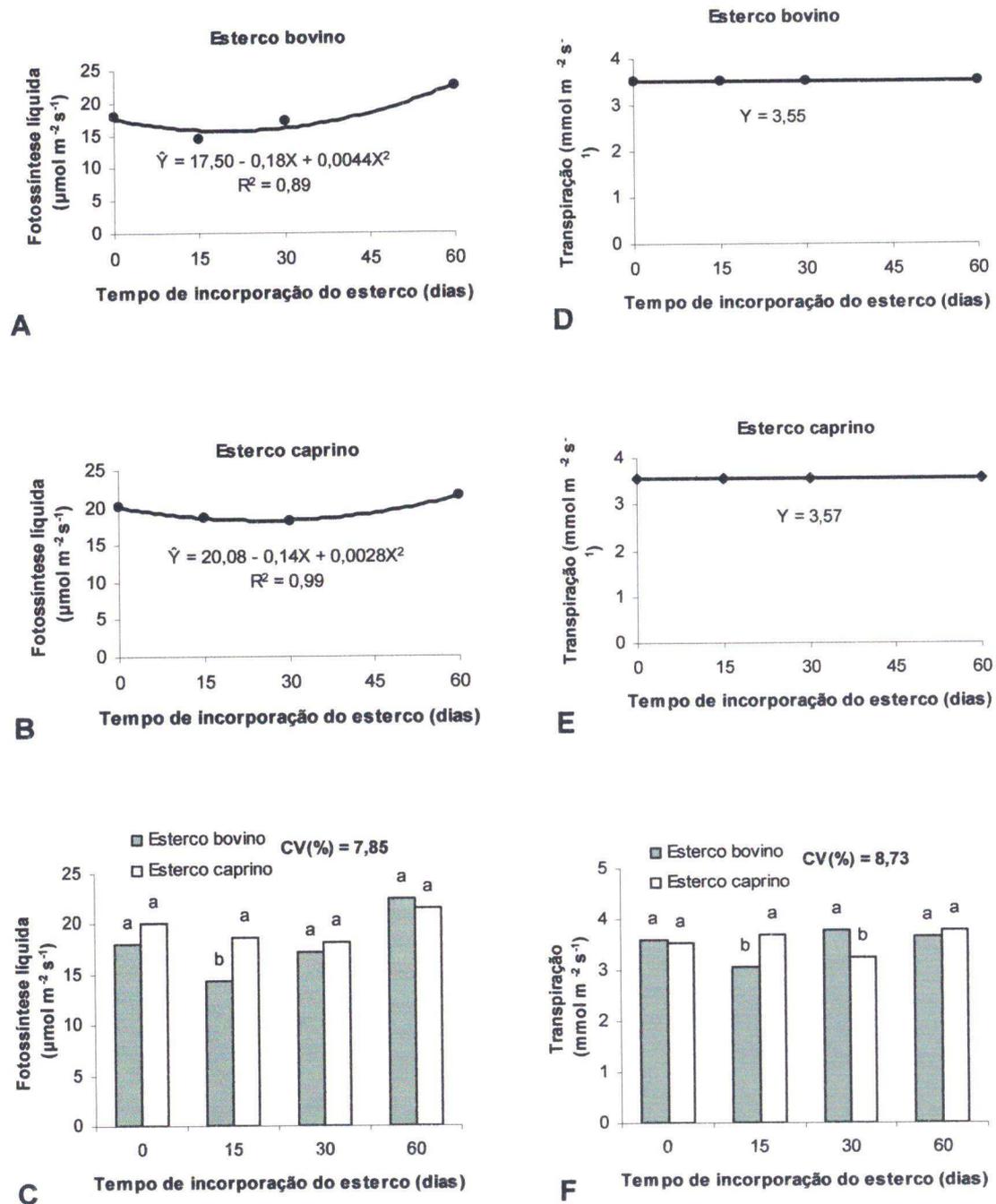
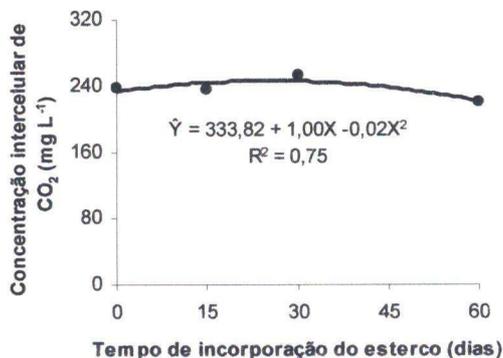
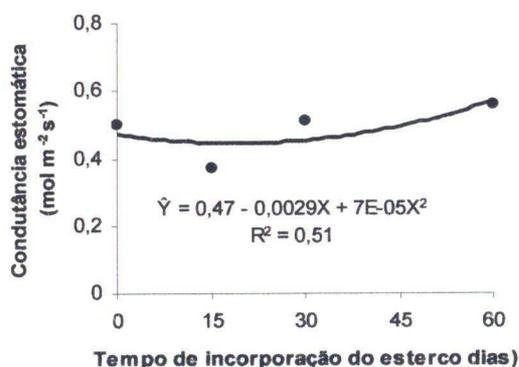


Figura 1. Fotossíntese líquida e transpiração em plantas de beterraba cultivadas sob diferentes fontes de esterco e tempos de incorporação antes do plantio. Pombal, UFCG, 2010.

O maior valor de concentração intercelular de CO_2 foi de $246,32 \text{ mg L}^{-1}$ no tempo de incorporação de 25 DAP independentemente da fonte de esterco utilizada (Figura 2B).



A

B

Figura 2. Condutância estomática e concentração intercelular de CO₂ em plantas de beterraba submetidas a diferentes tempos de incorporação dos estercos antes do plantio. Pombal, UFCG, 2010.

A condutância estomática e a concentração intercelular de CO₂ não apresentaram variações significativas independentemente da fonte de esterco utilizada (Tabela 4).

Tabela 4. Condutância estomática (g_s) e concentração intercelular de CO₂ (C_i) em plantas de beterraba cultivadas com aplicação de esterco bovino e caprino. UFCG, Pombal, 2010.

Estercos	g_s (mol m ⁻² s ⁻¹)	C_i (mg L ⁻¹)
Bovino	0,49 a	239,19 a
Caprino	0,47 a	233,88 a
CV(%)	20,22	8,05

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A fotossíntese líquida, a transpiração, a condutância estomática e a concentração intercelular de CO₂ são parâmetros correlacionado e que servem para diagnosticar alterações fisiológicas nas plantas quando submetidas a condições adversas como a baixa e a elevada quantidade de nutrientes. De acordo com Taiz & Zeiger (2004) o suprimento inadequado dos elementos essenciais às plantas causam distúrbios nos processos metabólicos o que

resulta em funcionamento anormal das plantas. Fontes & Guimarães (1999) afirmam que é pouco provável a obtenção de produtividade máxima de qualquer hortaliça sem a adição de matéria orgânica, principalmente em solos com baixo ou médio teor de matéria orgânica.

4.2. Efeito dos esterco *versus* tempo de incorporação sobre o crescimento, acúmulo de massa seca e produção

Houve efeito significativo para tratamentos fatoriais *versus* testemunha adicional para área foliar, número de folhas, massa seca, de folha, raiz e total produtividade por planta (Tabela 5). Não houve interação significativa entre fontes de esterco e tempo de incorporação para nenhuma das características avaliadas em relação ao crescimento, acúmulo de massa seca e produção em beterraba. No entanto, verificou-se efeito significativo individual para fontes de esterco com relação a massa seca de raiz, total e produção por planta (Tabela 6). Para tempo de incorporação dos esterco não se verificou efeito significativo para nenhuma das características de crescimento, acúmulo de massa seca e produção. No entanto, realizou-se análise de regressão e ajuste de equações lineares para área foliar, número de folhas, massa seca total, folha e raiz e produção por planta em relação ao tempo de incorporação independentemente da fonte de esterco utilizada (Figura 3).

Os maiores valores de área foliar, número de folhas por planta, massa seca, de folha, caule total e produção por planta foram verificados nos tratamentos fatoriais em relação a testemunha adicional (Tabela 5). Esses resultados demonstram que a utilização da adubação orgânica combinada a adubação mineral proporcionou maior atividade fisiológica em plantas de beterraba e, conseqüentemente, no crescimento e acúmulo de massa seca total do que quando se utilizou apenas adubação mineral. Isso ocorre possivelmente devido o esterco proporcionar, além de melhorias na fertilidade do solo, também favorece melhorias nas características físicas e biológicas do solo. Sendo assim, esses resultados reforçam a importância da adubação orgânica em cultivos agrícolas, principalmente, em espécies olerícolas.

Tabela 5. Área foliar (AF), número de folhas (NF), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca total (MST) e produção por planta em beterraba cultivada sem e com a aplicação de esterco bovino ou caprino. UFCG, Pombal, 2010.

Tratamentos	AF (cm ²)	NF	MSF (g)	MSR (g)	MST (g)	Produção (g)
Fatorial	2.020,65 a	10,28 a	8,49 a	6,91 a	15,40 a	56,65 a
Testemunha	1161,32 b	8,38 b	4,72 b	2,32 b	7,03 b	22,22 b
CV(%)	23,29	14,96	20,20	26,50	17,75	26,33

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os maiores valores massa seca e de raiz e total, produtividade por planta foram verificados na beterraba adubada com esterco caprino em relação ao esterco bovino. Para a área foliar, número de folhas e massa seca de folha por planta não se constatou efeito significativo (Tabela 6). Esses resultados demonstram que o esterco caprino proporcionou maior eficiência no crescimento e acúmulo de massa seca e produção da beterraba. O esterco caprino apresenta fermentação mais rápida do que o esterco bovino, podendo ser utilizado com sucesso na agricultura por apresentar um menor período de decomposição o que favorece a rápida liberação dos nutrientes às plantas (Tibau, 1993).

Marques et al. (2010) obtiveram produção de 88,05 g planta⁻¹ em beterraba cultivar "Early Wonder" com dose de 80 t ha⁻¹ de esterco bovino. Castro et al. (2004) obtiveram produtividades de 77 g planta⁻¹ na variedade "Early Wonder tall top"; 70,75 g planta⁻¹ na Rossete, 79,75 g planta⁻¹ na Avenger e 73,25 g planta⁻¹ na Early Wonder Stay Green com ou sem a aplicação de biofertilizante Agrobio.

Tabela 6. Área foliar (AF), número de folhas (NF), massa seca de folha (MSF), massa seca de caule (MSC), massa seca total (MST) e produtividade em beterraba cultivada com aplicação de esterco bovino e caprino. UFCG, Pombal, 2010.

Estercos	AF (cm ²)	NF	MSF (g)	MSR (g)	MST (g)	Produtividade (g planta ⁻¹)
Bovino	2017,24 a	9,75 a	8,05 a	5,51 b	13,56 b	45,43 b
Caprino	2024,05 a	10,81 a	8,93 a	8,31 a	17,24 a	67,86 a
CV(%)	23,29	14,96	20,20	26,50	17,75	26,33

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para área foliar, os maiores valores de área foliar foram de 1.976,30 e 2.291,9 cm² nos tempos de incorporação de 0 e 60 DAP independentemente da fonte de esterco utilizada (Figura 3A). Esses resultados demonstram que o tempo de incorporação do esterco bovino ou caprino é importante no incremento da área foliar na beterraba, possivelmente, por favorece o aumento da pressão de turgor e, conseqüentemente, a maior expansão do limbo foliar. A superioridade na área foliar no tempo de incorporação 0 em relação aos tempos 15 e 30 DAP deveu-se ao fato do esterco ter permanecido sob condições ótimas de temperatura e umidade as quais favoreceram a velocidade de decomposição e mineralização do esterco mesmo não tendo sido aplicado no solo.

Outro fator que contribuiu para o aumento na área foliar, independentemente da fonte de esterco, foi o número de folhas por planta (Figura 3B). Os maiores valores no número de folhas por planta foram de 10,48 e 11,08 nos tempos de incorporação de 0 e 60 DAP independentemente da fonte de esterco utilizada. O maior número de folhas e as maiores áreas foliares por planta foram observadas em épocas iguais de incorporação dos esterços o que reforça a importância dessa variável no incremento da área foliar em plantas adubadas com esterco bovino ou caprino.

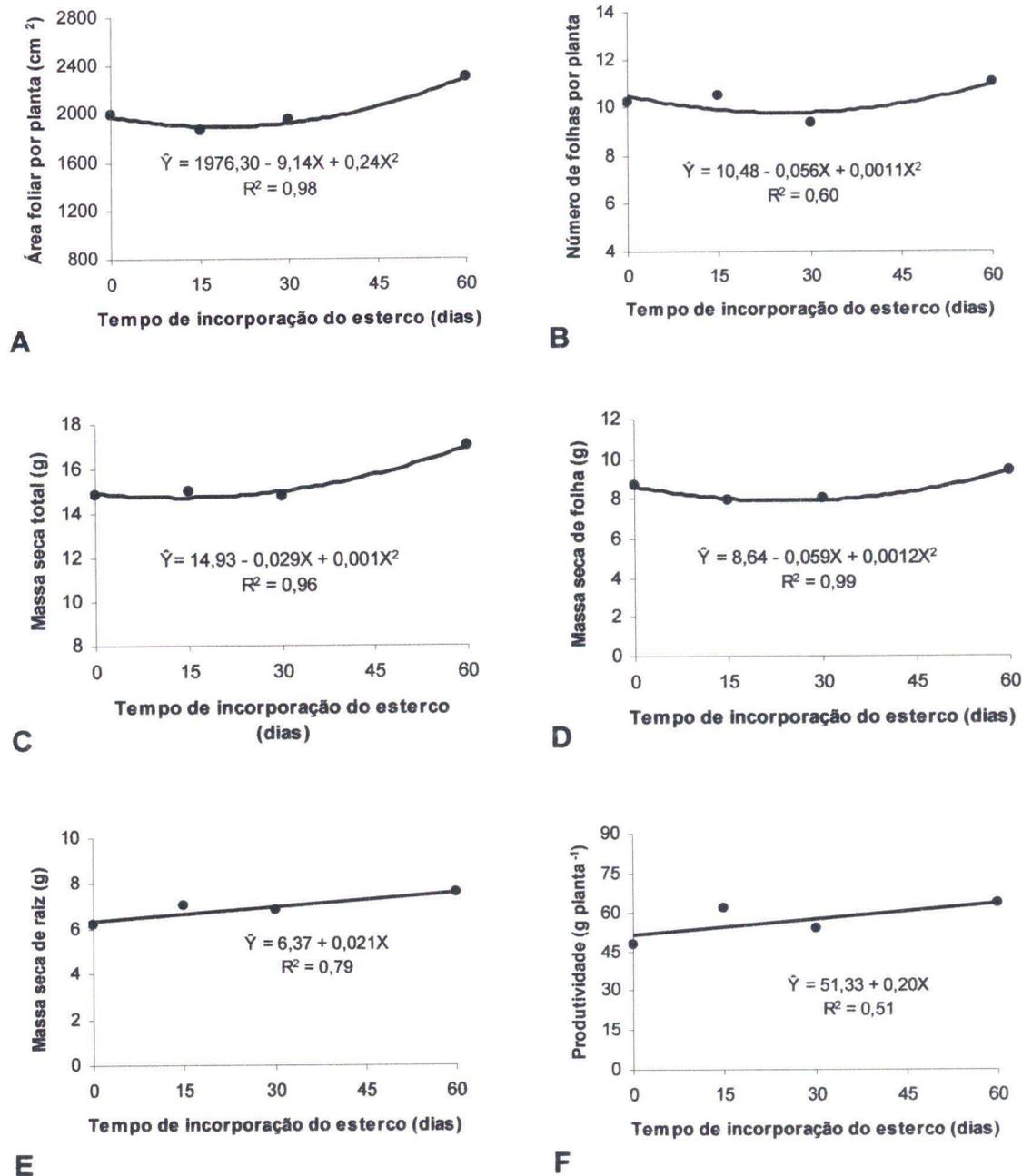


Figura 3. Área foliar, número de folha, massa seca total, de folha e raiz e produtividade em beterraba submetida a diferentes tempos de incorporação dos estercos antes do plantio. Pombal, UFCG, 2010.

Os maiores valores de massa seca total foram de 14,93 e 16,79 g por planta nos tempos de incorporação de 0 e 60 DAP independentemente da fonte de esterco utilizada (Figura 3C). A superioridade na massa seca total no tempo de incorporação 0 em relação aos tempos 15 e 30 DAP, deveu-se ao fato do esterco ter permanecido sob condições ótimas de temperatura e umidade as

quais favoreceram a velocidade de decomposição e mineralização do esterco mesmo não tendo sido aplicado no solo.

Um dos fatores que mais contribuiu para o aumento na massa seca total foi a massa seca de folha. Os maiores valores de massa seca de folha por planta foram de 8,64 e 9,42 nos tempos de incorporação de 0 e 60 DAP independentemente da fonte de esterco utilizada (Figura D). O maior acúmulo de massa seca total e de folha observados em épocas iguais de incorporação dos estercos o que reforça a importância dessa variável no incremento da massa seca total em plantas de beterraba adubadas com esterco bovino ou caprino.

O maior valor de massa seca de raiz tuberosa foi de 7,63 g por planta no tempo de incorporação de 60 DAP, independentemente da fonte de esterco utilizada (Figura 3E). O incremento na massa seca de raiz tuberosa proporcionada pelo tempo de incorporação de 60 DAP em relação ao tempo 0 DAP foi de 16,51%. Esses resultados demonstram que a aplicação antecipada do esterco ao solo no cultivo da beterraba contribui para o maior aporte de fotoassimilados e, conseqüentemente, seu maior acúmulo na raiz tuberosa.

O maior valor de produção foi de 63,33 g por planta no tempo de incorporação dos estercos de 60 DAP independentemente da fonte de esterco utilizada (Figura 3F). O incremento na produtividade de raiz tuberosa por planta proporcionada pelo tempo de incorporação de 60 DAP em relação ao tempo 0 DAP foi de 19,71%. Esses resultados demonstram que a antecipação da aplicação do esterco ao solo no cultivo da beterraba contribui para o maior aporte de fotoassimilados e conseqüentemente seu maior acúmulo na raiz tuberosa proporcionando, assim, maior produtividade dessa cultura.

As produtividades verificadas falam próximas as observadas por Aquino et al. (2006) que obtiveram produção máxima de 65 g planta⁻¹ em beterraba híbrida 'Early Wonder 2000' quando utilizou-se somente adubação mineral com doses crescentes de N.

5. CONCLUSÕES

Os valores de fotossíntese líquida, área foliar, número de folhas por planta, massa seca total, de folha e raiz e produção por planta na beterraba foram maiores nos tratamentos aplicados em relação a testemunha adicional sem aplicação de esterco;

Aos maiores valores de massa seca total, de raiz e produção foram verificadas na beterraba adubada com esterco caprino;

Houve maior fotossíntese líquida, condutância estomática, área foliar, massa seca de total e de folha com a incorporação dos esterco aos 0 e 60 dias antes do plantio maior massa seca de raiz e produção por planta ocorreu com a incorporação dos esterco ao solo aos 60 dias antes do plantio.

A aplicação do esterco caprino e a antecipação no tempo de incorporação proporcionaram melhor desempenho no crescimento, acúmulo de massa seca e produção da beterraba.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AQUINO, Leonardo A de et al. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p. 199-203, 2006.
- BRUMMER, E. C.; Diversity stability and sustainable American agriculture, **Agronomy Journal**, v. 90, n. 1, p. 1-2, 1998.
- CASTRO, C. M. de; ARAÚJO, A. P.; RIBEIRO, R. L. D. e ALMEIDA, D. L. de. 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**, v. 24, n.2, p. 81-87, 2004.
- DELEITO, C. S. R.; CARMO, G. F. do; ABBOUND, A.C. de S; FERNANDES, M. do C. de A. Sucessão Microbiana Durante o Processo de Fabricação do Biofertilizante Agrobio. In: FERTIBIO 2000, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo e da Sociedade Brasileira de Microbiologia. CD – ROM.
- FONTES, P. C. R.; GUIMARÃES, T. G. Manejo dos fertilizantes nas culturas de hortaliças cultivadas em solo, em ambiente protegido. Informe Agropecuário, v. 20, n. 200/201, p. 36-44, 1999.
- KIEHL, E. J. **Fertilizantes organominerais**. Agronômica Ceres, Piracicaba, 189 p. 1999.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos. Rima, Artes e Textos, 531 p. 2000.
- MARQUES, L. F. **Produção e qualidade de beterraba em função de diferentes dosagens de esterco bovino**. 2006. 37f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2006.
- MARQUES, L. F.; MEDEIROS, D. C. de; COUTINHO, O. de L.; MARQUES, L. F.; MEDEIROS, C. de B.; VALE, L. S. do. Produção e qualidade da beterraba em função da adubação com esterco bovino. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 5, n.1, p. 24-31, 2010.
- NYAKATAWA, E.Z.; REDDY, K.C.; BROWN, G.F. Residual effect of poultry litter applied to cotton in conservation tillage systems on succeeding rye and corn. **Field Crops Research**, v. 71, n. 3, p. 159-171, 2001.

OLIVEIRA, A. P.; FERREIRA, D. S.; COSTA, C. C.; SILVA, A. F.; ALVES, E. U. Uso de esterco bovino húmus de minhoca na produção de repolho híbrido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 70-73, 2001.

PAES, J. M. V.; ANDREOLA, F.; BRITO, C. H. e LOUDES, E.G. Decomposição da palha de café em três tipos de solo e sua influência sobre a CTC e o pH. **Revista Ceres**, 1996, v.43, n. 2, p. 337- 342, 1996.

PUIATTI, M.; FINGER, F. L. Beterraba (*Beta vulgaris* L. var. *crassa* (Alef.) J. Helm, ex *Beta vulgaris* L. var. *condiva*). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (Eds.) 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, p. 155-160. 2007.

RESENDE, F. V.; VIDAL, M. C.; SAMINEZ, T. C. O. Comportamento de cenoura e alface cultivadas em sucessão com adubação residual da cultura do alho em sistema orgânico de produção. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n.2 1007, CD-ROM. 2003.

RICCI, M. dos S. F.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A. & RUIZ, H. A. Produção de alface adubadas com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 56-58, 1994.

SANTOS, G. M.; OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A. L.; ALVES, E. U.; COSTA, C. C. Características e rendimento de vagem do feijão-vagem em função de fontes e doses de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 1, p. 30-35, 2001.

SANTOS, R. H. S. Olericultura orgânica. In: FONTES, P. C. R. (Ed.) Olericultura: teoria e prática. Viçosa, p.249-276, UFV, 2005,

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1395-1398, 2001.

SHOCK CC; SEDDIGH M; SAUNDERS LD; STIEBER TD; MILLER J. Sugarbeet nitrogen uptake and performance following heavily fertilized onion. **Agronomy Journal**, v. 92, n. 1, p. 10-15, 2000.

SOUZA, R. J. de.; FONTANETTI, A.; FIORINI, C. V. A.; ALMEIDA, K. de. **Cultura da beterraba**: cultivo convencional e orgânico. Lavras: UFLA, 2003, 37p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Trad. Eliane Romanato Santarém et al. (3 ed.), Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TIBAU, A. O. Matéria orgânica e fertilidade do solo. São Paulo: Editora Nobel, 1983. 220 p.

TRANI P. E; CANTARELLA H; TIVELLI SW. Produtividade de beterraba em função de doses de sulfato de amônio em cobertura. **Horticultura Brasileira**, V. 23, n. 3, p. 726-730, 2005.

UGRINOVIC K. Effect of nitrogen fertilization on quality and yield of red beet (*Beta vulgaris* var. *conditiva* Alef.). **Acta Horticulturae**, v. 506, p. 99-104, 1999.

VIDIGAL, S. M.; RIBEIRO, A. C.; CASALI, V. W. D.; FONTES, L. E. F. Resposta da alface (*Lactuca sativa* L.) ao efeito residual da adubação orgânica. I. Ensaio de campo. **Revista Ceres**, v. 42, n. 239, p. 80-88, 1995.

APÊNDICE

Apêndice 1. Fotossíntese líquida (A), transpiração (E), condutância estomática (g_s) e concentração intercelular de CO_2 (C_i) em plantas de beterraba submetidas Pombal, UFCG, 2009.

FV	GL	A	E	g_s	C_i
Bloco	3	1,87	1,30	0,012	172,03
Tratamentos	8	23,23	0,23	0,023	761,67
E	1	9,25 *	0,011 ^{ns}	0,0015 ^{ns}	225,78 ^{ns}
TIE	3	44,02 *	0,16 ^{ns}	0,050 *	1303,87 *
E x TIE	3	13,41 *	0,45 *	0,0087 ^{ns}	386,45 ^{ns}
Fatorial x TEST	1	4,27 ^{ns}	0,0035 ^{ns}	0,0055 ^{ns}	796,67 ^{ns}
Resíduo	24	2,15	0,095	0,0097	367,42
CV (%)		7,85	8,73	20,22	8,05

E = esterco; TIE = tempo de incorporação do esterco; Fatorial = tratamentos do fatorial; TEST = testemunha adicional

^{ns} e *, não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.

Apêndice 2. Área foliar (AF), número de folhas (NF), massa seca total (MST), massa seca de folha (MSC), massa seca de raiz (MSR) e produtividade (PROD) em plantas de beterraba. Pombal, UFCG, 2009.

FV	GL	AF	NF	MSF	MST	MSR	PROD
Bloco	3	90216	2,36	1,15	9,27	4,19	164,48
Tratamentos	8	560101	4,88	9,36	49,77	18,70	1236,88
E	1	370,99 ^{ns}	9,03 ^{ns}	6,16 ^{ns}	108,06 *	62,63 *	4026,43 *
TIE	3	281121 ^{ns}	4,26 ^{ns}	3,65 ^{ns}	8,91 ^{ns}	2,85 ^{ns}	419,11 ^{ns}
E x TIE	3	337162 ^{ns}	1,43 ^{ns}	2,37 ^{ns}	4,78 ^{ns}	1,13 ^{ns}	132,75 ^{ns}
Fatorial x TEST	1	2625589 *	12,92 *	50,67 *	249,02 *	75,03 *	4213,00 *
Resíduo	24	200970	2,27	2,66	6,59	2,87	193,45
CV (%)		23,29	14,96	20,20	17,75	26,50	26,33

E = esterco; TIE = tempo de incorporação do esterco; Fatorial = tratamentos do fatorial; TEST = testemunha adicional

^{ns} e *, não significativo e significativo a 5% de probabilidade, respectivamente.