

ANÁLISES FOLIARES DO RABANETE SOB ADUBAÇÃO DE FUNDAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO NITROGÊNADA EM AMBIENTE PROTEGIDO

Patrícia Ferreira da Silva¹, Rigoberto Moreira de Matos¹, Aryadne Ellen Vilar de Alencar¹, Gideilton José Dantas Júnior¹ e José Dantas Neto¹

¹Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Campus I. Avenida Aprígio Veloso, 882, CEP: 58.429-140, Bairro Universitário, Campina Grande, PB. E-mail: patrycyafs@yahoo.com.br, rigobertomoreira@gmail.com, aryadne_ellen@hotmail.com, gidedantas@gmail.com, zedantas1955@gmail.com

RESUMO: A fertirrigação assim como a adubação orgânica apresenta-se como alternativa capaz de reduzir as quantidades de fertilizantes minerais a serem aplicados. Objetivou-se, avaliar o efeito da adubação de fundação e fertirrigação nitrogenada sob análises foliares do rabanete em ambiente protegido. Os dois fatores consistiram de cinco doses de fertirrigação nitrogenada (0; 0,7; 1,4; 2,1 e 2,8 g vaso⁻¹) e três tipos de adubação de fundação (húmus 2:2 (A2); NPK (A1) e testemunha (A0)), em esquema fatorial 5 x 3 com quatro repetições. A fonte de nitrogênio utilizada a uréia, dividida em três aplicações: a primeira aos 8, a segunda aos 15 e a terceira aos 22 DAT. Aos 15 e 35 avaliou-se: área foliar, área foliar específica, índice de área foliar, razão de área foliar, razão de massa foliar, peso específico foliar e duração da área foliar. A adubação com húmus de minhoca evidenciou maior rendimento nas variáveis estudadas aos 15 e 35 DAT. A dose de 2,8 g de nitrogênio vaso⁻¹ favoreceu positivamente a RMF aos 15 dias e a AF, IAF e DAF aos 35 DAT. Não se observou efeito da interação entre os fatores estudados sobre as variáveis analisadas do rabanete em nenhuma das épocas estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: área foliar, húmus de minhoca, ureia.

ANALYSIS OF LEAF RADISH UNDER FOUNDATION AND FERTILIZER NITROGEN FERTIGATION IN GREENHOUSE

ABSTRACT: The fertigation as well as organic fertilizer is presented as an alternative capable of reducing the quantities of mineral fertilizers to be applied. The objective of evaluating the effect of the foundation of fertilization and nitrogen fertigation in foliar analysis under the radish in greenhouse. The two factors consists of five doses of nitrogen fertigation (0, 0.7, 1.4, 2.1 and 2.8 g pot⁻¹) and three types of foundation fertilization (humus 2:2 (A2), NPK (A1) and control (A0)) in a factorial 5 x 3 with four replications. The source of nitrogen used urea, divided into three applications: the first at 8, the second at 15 and the third at 22 DAT. At 15 and 35 it was evaluated: leaf area, specific leaf area, leaf area index, leaf area ratio, leaf weight ratio, leaf specific weight and leaf area duration. Fertilization with earthworm compost showed higher yield in the variables analyzed at 15 and 35 DAT. The dose of 2.8 g pot⁻¹ nitrogen positively favored the RMF 15 days, the AF, IAF and DAF to 35 DAT. There was no effect of the interaction between the factors studied on the variables of the radish in any of the studied periods.

KEY WORDS: leaf area, earthworm humus, urea.

INTRODUÇÃO

O rabanete *Raphanus sativus L.*, pertencente à família Brassicaceae, possui raiz com coloração avermelhada, polpa branca e formato globular, sendo sua raiz tuberosa a parte comercial da planta (Filgueira, 2008). Uma das vantagens do cultivo desta hortaliça consiste na possibilidade da obtenção de renda durante o tempo transcorrido entre duas outras culturas de ciclo mais longo, pois além de ser relativamente rústica, apresenta ciclo curto entre 30 e 35 dias, proporcionando rápido retorno financeiro (Cardoso e Hiraki, 2001).

Os nutrientes minerais desempenham papel fundamental no rendimento das hortaliças em especial o rabanete (Oliveira et al., 2006). O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças, seu fornecimento via adubação, funciona como complementação à capacidade de suprimento dos solos, a partir da mineralização de matéria orgânica, geralmente baixos em relação às necessidades das plantas (Filgueira, 2008; Malavolta, 1990).

Andrade Júnior et al. (2006) ressaltam que a aplicação de fertilizantes via água de irrigação favorece a redução ou eliminação de perdas de nutrientes por lixiviação, escoamento superficial, a possibilidade de parcelamento das adubações, aumentando a eficiência na utilização dos adubos pelas plantas, reduzindo os custos de mão-de-obra, pois os nutrientes são fornecidos no momento e em quantidades adequadas para as plantas.

A fertirrigação em rabanete permite manter a disponibilidade de água e de nutrientes próximas dos valores considerados ótimos ao crescimento e à produtividade da cultura, devendo-se evitar variações bruscas do potencial matricial do substrato, especialmente em períodos de forte demanda evaporativa (Andriollo et al., 2011).

Para avaliar os efeitos de sistemas de manejo e das doses adequadas de nutrientes minerais aplicados sobre as plantas, a análise de crescimento é fundamental, pois descreve as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento (Benincasa, 2003).

Segundo Dantas Júnior et al. (2014) relatam a demanda por informações que possam fornecer subsídios e apoio aos produtores de rabanete no que concerne à sua adubação tradicional e a possibilidade de substituição dos fertilizantes minerais em solos de boa fertilidade e a identificação do melhor manejo de adubação para a cultura.

Assim objetivou-se, avaliar o efeito da adubação de fundação e fertirrigação nitrogenada sob análises foliares do rabanete em ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente à Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, no período de abril a maio de 2014 e o material de solo utilizado foi classificado como sendo de textura média franco - arenoso, a análise das características físicas e química do solo utilizado no experimento na profundidade de 0,0 - 0,2 m encontra-se na Tabela 1, conforme metodologia da (Embrapa, 2013).

Tabela 1 - Características físicas e químicas do solo utilizado no experimento.

pH	M.O	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H
	(%)	mg/100g	----- mmol _c dm ⁻³ -----					
5,9	0,65	1,43	0,14	0,07	1,9	0,66	0,2	1,88
	Densidade		Areia		Silte		Argila	
	(g cm ⁻³)		-----		(%)-----			
	1,39		74,7		16,11		9,19	

Os tratamentos foram compostos pela combinação de dois fatores: cinco doses de adubação nitrogenada aplicados via fertirrigação (0; 50; 100; 150 e 200 mg dm⁻³ de solo) e três tipos de adubação de fundação (húmus de minhoca 2:2 (A2); NPK (A1); solo sem adubação de fundação (A0)). A fonte de nitrogênio utilizada foi ureia correspondendo a 0,0; 0,7; 1,4; 2,1 e 2,8 g vaso⁻¹, divididas em três aplicações: a primeira aos oito dias após o transplântio (DAT), a segunda aos 15 DAT e a terceira aos 22 DAT.

O delineamento estatístico adotado foi em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, de modo que os fatores estudados foram arranjados em esquema fatorial 5 x 3. Os 15 tratamentos propostos foram dispostos em 60 parcelas, ou seja, 60 vasos de 12 L espaçados 0,5 m entre plantas e 1,0 m entre linhas. Cada unidade experimental foi composta por um vaso com orifícios na parte inferior, contendo uma camada de 1 cm de brita nº 1, recoberta com manta geotêxtil para facilitar a drenagem; os vasos foram completados com cerca de 20 cm³ de solo.

A cultivar de rabanete utilizado foi a cultivar Crimson Gigante, uma das, mas cultivadas no nordeste brasileiro por pequenos olericultores. As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno expandidas de 128 células, preenchidas com substrato comercial. O transplântio foi realizado utilizando-se duas mudas por vaso, o que ocorreu por volta dos oito dias após a semeadura.

O sistema de irrigação utilizado foi gotejamento com emissores do tipo autocompensante com vazão nominal de 2,3 L h⁻¹ acoplados às linhas de irrigação (tubos de polietileno com 16 mm de diâmetro), com registros instalados no início de cada linha os quais permitem aplicar volume de água por tratamento e um hidrômetro no início do cabeçal de controle para registro da quantidade de água aplicada por linha lateral, condição esta que se perfaz indispensável para o controle do manejo de irrigação e fertirrigação. O bombeamento feito com moto bomba centrífugo da marca Maqtron, modelo IBD 35. Para evitar a entrada de partículas em suspensão no sistema, com tamanho superior ao diâmetro dos emissores, foi utilizado um filtro de tela de 1", com capacidade para 5 m³ h⁻¹ de vazão.

A irrigação foi por gotejamento e o manejo de irrigação se deu por turno de rega fixo de dois dias, mantendo a umidade próxima a capacidade de campo durante todo o ciclo da cultura.

Avaliou-se aos 15 e 35 dias após o transplântio o efeito dos tratamentos sobre as características foliares, determinou-se a área foliar (AF), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF), peso específico foliar (PEF) e duração da área foliar (DAF) conforme (Benincasa, 2003).

Na aferição das medidas de área foi utilizada régua milimétrica. As partes da planta foram separadas e adicionadas em embalagens de papel Kraft devidamente identificadas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C, até atingir peso constante, por 96 horas. Para obtenção das biomassas secas utilizou-se balança analítica com precisão de (0,01 g).

A área foliar (AF) foi obtida através da Equação 1, multiplicando o comprimento e a largura da folha pelo fator de correção.

$$AF = C . L . f \quad (1)$$

Em que: AF - Área foliar, em cm²;

C - Comprimento da folha, em cm;

L - Largura da folha, em cm; e

f - Fator de correção para o rabanete (0,57), adimensional.

A área foliar específica (AFE) relaciona a superfície com a massa seca da própria folha, determinada conforme a Equação 2.

$$AFE = \frac{AF}{MSF} \quad (2)$$

Em que: AFE - Área foliar específica, em cm² g⁻¹;

AF - Área foliar, em cm²; e

MSF - Massa seca das folhas, em g^{-1} .

Através da relação área foliar sobre a superfície do solo ocupada pela planta, obteve-se o índice de área foliar (IAF), representando a área foliar total por unidade de área, Equação 3.

$$IAF = \frac{AF}{S} \quad (3)$$

Em que: IAF - Índice de área foliar, em cm^2 ;

AF - Área foliar, em cm^2 ; e

S - Superfície do solo ocupada pela planta, em cm^2 .

A razão de área foliar (RAF) também conhecido como quociente de área foliar obtida conforme a Equação 4, através da razão entre a área foliar sobre a massa seca total da planta.

$$RAF = \frac{AF}{MST} \quad (4)$$

Em que: RAF - Razão de área foliar, em $cm^2 g^{-1}$;

AF - Área foliar, em cm^2 ; e

MST - Massa seca total da planta, em g^{-1} .

A razão entre a massa seca retida nas folhas e a massa seca total acumulada na planta, expressa a componente fisiológica razão de massa foliar (RMF), Equação 5.

$$RMF = \frac{MSF}{MST} \quad (5)$$

Em que: RMF - Razão de massa foliar, em $g g^{-1}$;

MSF - Massa seca das folhas, em g^{-1} ; e

MST - Massa seca total da planta, em g^{-1} .

A relação entre a massa seca das folhas e área foliar total expressa o peso específico foliar (PEF) obtido conforme a equação 6.

$$PEF = \frac{MSF}{AFT} \quad (6)$$

Em que: PEF - peso específico foliar, em $g cm^{-2}$;

MSF - Massa seca das folhas, em g^{-1} ; e

AFT - Área foliar total, em cm^2 .

O desenvolvimento das plantas é influenciado pelo tempo em que é mantida fotossinteticamente ativa a superfície foliar, definida como duração da área foliar, Equação 7.

$$DAF = ((L_1 + L_2) \cdot (T_1 - T_2))^{0,5} \quad (7)$$

Em que: DAF - Duração da área foliar, em $\text{cm}^2 \text{ dia}^{-1}$;

L - Área foliar, em cm^2 ;

T - Tempo, em dia; e

1 e 2 - Amostras sucessivas.

As variáveis foram analisadas estatisticamente pelo teste F desdobrando-se as análises sempre que a interação foi significativa. Os fatores quantitativos relativos às doses de nitrogênio foram analisados estatisticamente por meio de regressão polinomial (linear e quadrática) e as dose de adubação de fundação com teste de Tukey a 5%, com auxílio do programa computacional Sisvar (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para área foliar (AF), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF), peso específico foliar (PEF) e duração da área foliar (DAF) para o cultivo de rabanete em função da fertirrigação e adubação de fundação aos 15 dias após o transplântio encontram-se na Tabela 2. Observa-se que a área foliar, área foliar específica, índice de área foliar e razão de área foliar foram influenciados de forma significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

A razão de massa foliar foi influenciada tanto pelo fator adubação de fundação quanto pela fertirrigação nitrogenada ao nível de ($p > 0,01$; $p > 0,05$), respectivamente. Já o peso específico foliar e a duração de área foliar foram influenciados apenas pelo fator isolado adubação de fundação Tabela 2.

Pereira et al. (2011) também observaram resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo, avaliando o crescimento de rabanete (*Raphanus sativus L.*) em resposta a adubação orgânica e biofertilizantes em ambiente protegido.

Tabela 2 - Síntese da análise de variância para área foliar (AF), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF), peso específico foliar (PEF) e duração da área foliar (DAF) para o cultivo de rabanete em função da fertirrigação e adubação de fundação aos 15 dias após o transplântio

Fontes de variação	GL	----- Valores de Quadrados Médios -----						
		AF	AFE	IAF	RAF	RMF	PEF	DAF
Adubação (A)	2	391,36**	343,48**	2,36**	222,59**	0,04**	0,00035**	6447,53**
Fertirrigação (F)	4	66,89 ^{ns}	27,28 ^{ns}	0,05 ^{ns}	33,71 ^{ns}	0,01*	0,00004 ^{ns}	148,12 ^{ns}
Reg. Linear	1	336020,62 ^{ns}	447617,45 ^{ns}	0,95 ^{ns}	401088,09 ^{ns}	0,05**	0,000001 ^{ns}	7050097,36 ^{ns}
Reg. Quadrática	1	142,63 ^{ns}	28945,08 ^{ns}	0,02 ^{ns}	9088,72 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,000000 ^{ns}	184259,80 ^{ns}
Interação (A) x (F)	8	59,84 ^{ns}	19,78 ^{ns}	0,006 ^{ns}	7,95 ^{ns}	0,002 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	17,38 ^{ns}
Bloco	3	16,51	53,92	0,22	8,64	0,03	0,00005	618,02
Resíduo	42	34,66	58,72	0,04	19,90	0,007	0,00004	120,96
CV (%)	-	27,41	22,07	18,17	18,57	16,91	18,11	18,18
Média Geral	-	21,47	34,71	1,16	24,02	0,49	0,038	60,50

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

A área foliar e a área foliar específica diferiram estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade aos 15 dias após o transplântio em função da adubação de fundação Figura 1A e 1B. As maiores médias para ambas as variáveis foram observadas na adubação de fundação com húmus de minhoca (A2), seguida da adubação com NPK e o solo sem adubação. Constata-se ainda a existência de elevada correlação de Pearson $r = 0,98$ entre as variáveis analisadas.

Pereira et al. (2011) constataram aos 30 dias após o transplântio para o tratamento com húmus de minhoca média 450 cm² de área foliar, resultado este bem inferior ao observado na presente pesquisa que obteve média superior a 700 cm² com apenas 15 dias após o transplântio.

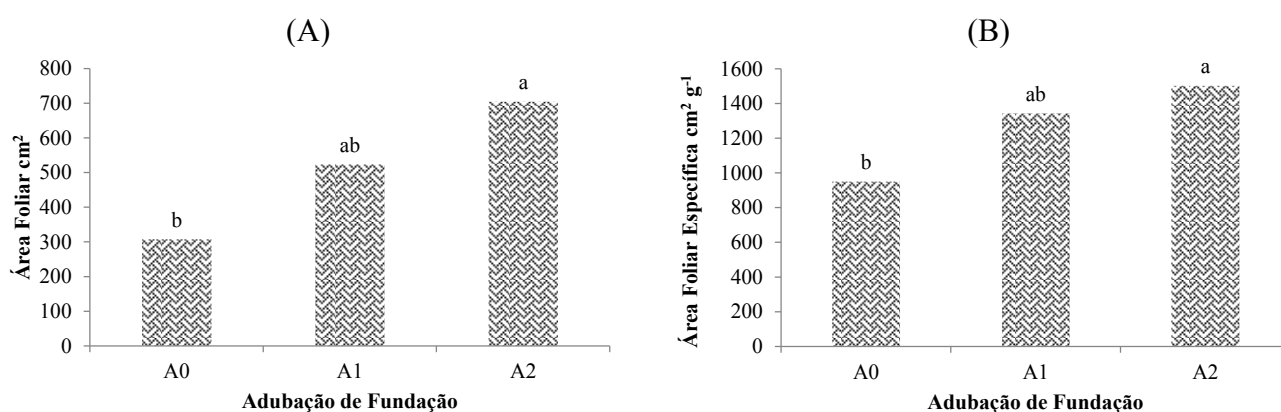


Figura 1 - Médias relativas à área foliar (A) e área foliar específica (B) em função da adubação de fundação aos 15 dias após o transplântio.

Aos 17 dias após a semeadura Costa et al. (2006) verificaram que quando se aplicou 15 toneladas de húmus de minhoca a área foliar específica foi de 320 cm² g⁻¹ de matéria seca, resultados este inferior aos obtido no presente estudo. Fato que pode esta relacionada com as

condições climáticas, como quedas de temperatura, dias nublado e ocorrência de precipitações, ocasionando poucas horas de brilho solar diário durante as avaliações.

Silva et al. (2012) estudando o índice de clorofila na cultura da rúcula submetida a diferentes salinidades na solução nutritiva também observaram correlação forte e positiva para área foliar e área foliar específica aos 20 dias após a semeadura.

A adubação de fundação diferiu estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% para as variáveis índice de área foliar e razão de área foliar, sendo as maiores médias observadas para o tratamento com húmus de minhoca (A2) e correlação positiva entre as variáveis de $r = 98\%$, Figura 2A e 2B.

Faria et al. (2013) observaram em seu estudo sobre resposta morfológica do rabanete à aplicação de diferentes doses de silício na linha de semeadura, que o índice de área foliar não diferiu para nenhum dos tratamentos aplicados, sendo que aos 13 dias após a semeadura a média foi de $1,083 \text{ cm}^2$, discordando dos dados obtidos no presente estudo.

Já Costa et al. (2006) observaram média de 260 g g^{-1} de razão de área foliar aos 13 dias após a semeadura quando e aplicaram 15 toneladas de húmus de minhoca e 240 g g^{-1} com 15 toneladas de esterco bovino. Estes valores bem inferiores aos encontrados no presente estudo podem esta relacionada às condições ambientais as quais os experimentos foram conduzidos.

Segundo Benincasa (2003), a razão da área foliar declina à medida que a planta cresce, pois, com o crescimento ocorre o aumento da interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores, promovendo auto-sombreamento nas plantas, induzindo o aumento da área foliar sem o correspondente aumento da massa seca da parte aérea.

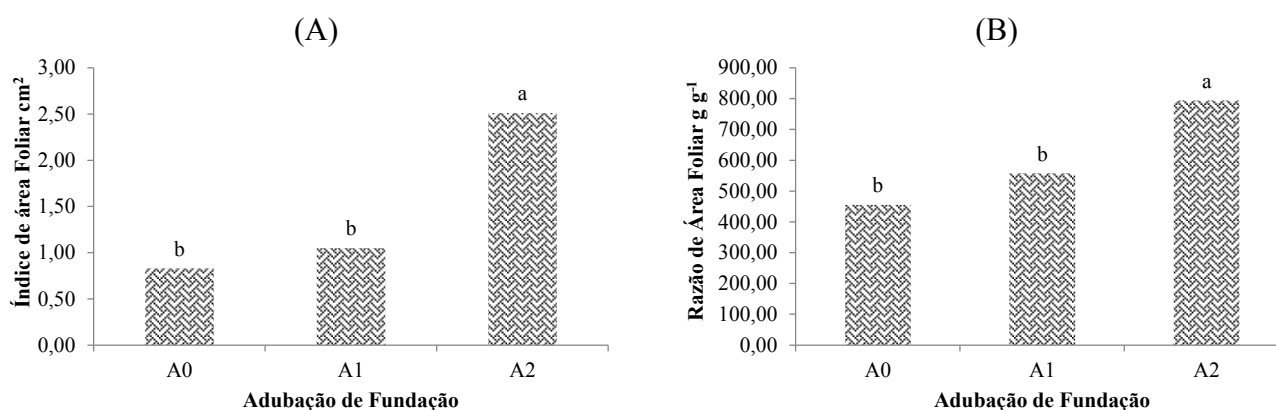


Figura 2 - Médias relativas ao índice de área foliar (A) e razão de área foliar (B) em função da adubação de fundação aos 15 dias após o transplantio.

As médias relativas à razão de massa foliar em função da adubação de fundação aos 15 dias após o transplantio encontram-se na Figura 3A. Verifica-se que o tratamento com húmus

de minhoca foi superior aos demais, correspondendo a $0,53 \text{ g g}^{-1}$. Resultados que estão de acordo com os observados por Pereira et al. (2011), que relataram média de $0,50 \text{ g g}^{-1}$ no tratamento com húmus de minhoca.

O modelo matemático que melhor se ajustou a razão de massa de massa foliar em função da fertirrigação nitrogenada foi a linear, Figura 3B. À medida que se aumentou a dose de nitrogênio em g vaso^{-1} elevou-se a razão de massa foliar, sendo o incremento unitário na razão de massa foliar de $0,67 \text{ g}$.

Pedó et al. (2014) verificaram em relação à razão de massa foliar, que os valores máximos ocorreram aos 13 dias após a semeadura em todas as doses de nitrogênio empregadas, entretanto, quando as plantas submetidas às doses de nitrogênio 0 e 30 kg ha^{-1} apresentaram RMF superior àquelas submetidas à dose 15 kg ha^{-1} .

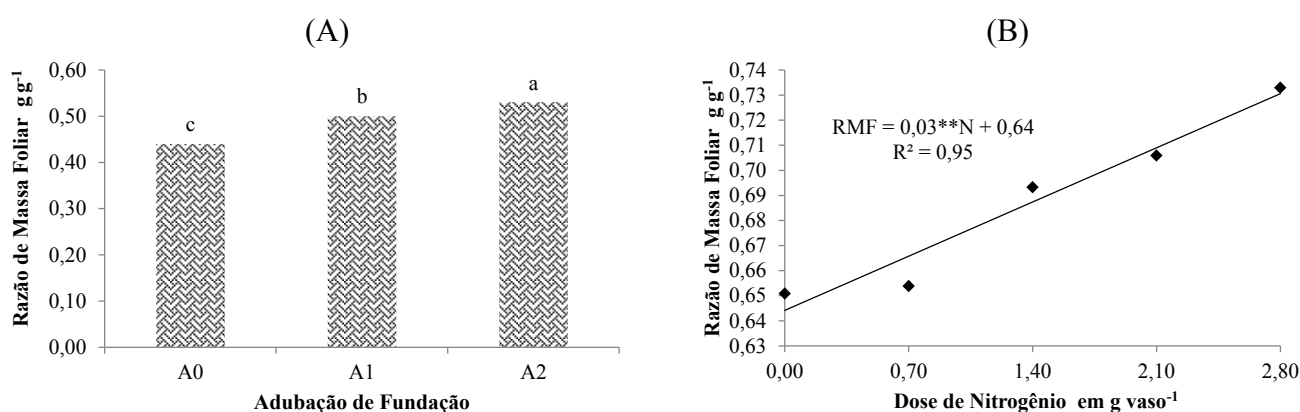


Figura 3 - Médias relativas à razão de massa foliar em função da adubação de fundação (A) e em função da fertirrigação nitrogenada (B) aos 15 dias após o transplântio.

As médias relativas ao peso específico foliar e duração de área foliar em função da adubação de fundação encontram-se na Figura 4A e 4B. Verifica-se que o tratamento com húmus de minhoca foi o que evidenciou as maiores médias, correspondendo a $0,018 \text{ g cm}^{-2}$ e $6857,07 \text{ cm}^2 \text{ dia}^{-1}$, respectivamente. Este fato pode ser justificado pela quantidade de nitrogênio presente no tratamento com húmus de minhoca, que influencia diretamente ambas as variáveis aos 15 dias após o transplântio.

Guerrero et al. (2011) obtiveram média de $0,005 \text{ g cm}^{-2}$ de peso específico foliar estudando o efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solos, média superior as obtidas no presente estudo.

A duração da área foliar (DAF) é indicadora da persistência da superfície assimilatória de uma planta, podendo ser calculada antes e após o florescimento. No entanto, a maioria das espécies apresenta maior DAF após o florescimento (Sousa e Lima, 2012).

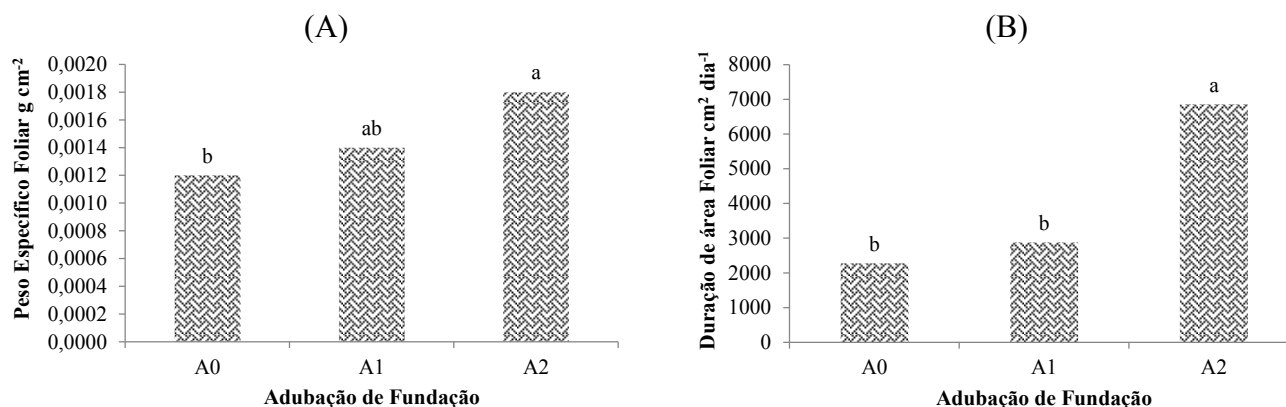


Figura 4 - Médias relativas ao peso específico foliar (A) e duração da área foliar (B) em função da adubação de fundação aos 15 dias após o transplântio.

O resumo da análise de variância para área foliar (AF), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF), peso específico foliar (PEF) e duração da área foliar (DAF) para o cultivo de rabanete em função da fertirrigação e adubação de fundação aos 35 dias após o transplântio encontram-se na Tabela 3.

Verifica-se que a área foliar aos 35 dias após o transplântio foi influenciado de forma significativa ao nível de 1% tanto para adubação de fundação quanto para fertirrigação nitrogenada. Pedó et al. (2011) também verificaram diferença significativa para área foliar estudando a mesma cultivar do presente estudo.

A área foliar específica foi influenciada de forma significativa pelo teste F, apenas para a adubação de fundação. Resultado semelhante ao relatados por Pereira et al. (2011), em estudo sobre a resposta do rabanete a adubação orgânica e biofertilizantes em ambiente protegido.

O índice de área foliar foi influenciado de forma significativa ao nível de 1% de probabilidade para os fatores adubação de fundação e fertirrigação nitrogenada aos 35 dias após o transplântio. Pedó et al. (2014) em estudo sobre a análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada também constataram diferenças significativas da adubação nitrogenada no IAF.

A adubação de fundação influenciou a razão de área foliar de forma significativa ao nível de 1%, para o cultivo de rabanete aos 35 dias após o transplântio. Costa et al. (2006) também relataram diferença para o RAF em função de diferentes fontes e doses de adubos orgânicos.

A razão de massa foliar não foi influenciada por nenhum dos tratamentos aplicados aos 35 dias após o plantio. Discordando dos resultados obtidos por Pedó et al. (2013); Costa et al. (2006); Faria et al. (2013) e Pedó et al. (2011).

O peso específico foliar foi influenciado pela adubação de fundação e a duração de área foliar foi influenciada ao nível de 1% tanto para adubação de fundação quanto para a fertirrigação nitrogenada. Guerrero et al. (2011) não verificaram diferença significativa para o PEF de rúcula em função dos tratamentos aplicados.

Tabela 3 - Síntese da análise de variância para área foliar (AF), área foliar específica (AFE), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), razão de massa foliar (RMF), peso específico foliar (PEF) e duração da área foliar (DAF) para o cultivo de rabanete em função da fertirrigação e adubação de fundação aos 35 dias após o transplântio

Fontes de variação	GL	----- Valores de Quadrados Médios -----						
		AF	AFE	IAF	RAF	RMF	PEF	DAF
Adubação (A)	2	12026,381**	758,69**	2159,62**	815615,54**	0,009 ^{ns}	0,03**	1,87**
Fertirrigação (F)	4	655,919**	4,58 ^{ns}	32,63**	1876,63 ^{ns}	0,001 ^{ns}	3,52 ^{ns}	2761,72**
Reg. Linear	1	15026650,752*	59781,86 ^{ns}	118,66**	4992,17 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,01 ^{ns}	10063,05**
Reg. Quadrática	1	17139141,983*	2576,38 ^{ns}	10,53 ^{ns}	1378,46 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,01 ^{ns}	89187,78 ^{ns}
Interação (A) x (F)	8	218,186 ^{ns}	12,04 ^{ns}	6,79 ^{ns}	3073,12 ^{ns}	0,001 ^{ns}	2,56 ^{ns}	5410,95 ^{ns}
Bloco	3	419,492	111,13	17,29	76319,4	0,033	2,48	1878,06
Resíduo	42	129,728	30	5,25	11636,36	0,009	0,09	3232,77
CV (%)	-	17,38	16,24	11,55	23,4	23,66	28,28	14,36
Média Geral	-	65,55	33,75	13,06	464,92	0,4	0,001	3958,34

^{ns} - Não significativo em nível de 0,05 de probabilidade, pelo teste F; *, ** Significativo em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

As médias relativas ao fator adubação de fundação para a área foliar aos 35 dias após o transplântio encontram-se na Figura 5A. Verifica-se que o tratamento com húmus de minhoca (A2) foi o que evidenciou maior média 7430,9 cm², seguida pelo tratamento com NPK (A1) e posteriormente solo sem adubação (A0). Silva et al. (2006) relatam em seu estudo a área foliar em plantas de rabanete, com as diferentes doses de húmus e de esterco curtido, apresentou padrão de comportamento similar crescente dos nove aos 27 dias após a semeadura, porém a média da área foliar foi bem inferior a observada no presente estudo.

O modelo matemático que melhor se ajustou a área foliar em função da fertirrigação nitrogenada aos 35 dias após o transplântio foi o quadrático, Figura 5B. Constata-se que o máximo rendimento para a área foliar foi evidenciado na dose de 1,93 g de nitrogênio vaso⁻¹, correspondendo a 7299 cm². Resultados similares de área foliar foram obtidos ao avaliar o crescimento de cultivares de cenoura (Teófilo et al., 2009).

O aumento na dose de N que refletiu positivamente na AF pode ser explicado por ser o nutriente constituinte de várias enzimas e hormônios que atuam na divisão e multiplicação

celular (Malavolta, 2006). Contudo, se a parte aérea desenvolve-se excessivamente pode estabelecer competição entre plantas, especialmente por luz, causando diminuição da fotossíntese líquida e, conseqüentemente, com repercussão negativa sobre a produção, neste caso afetando o crescimento da raiz tuberosa.

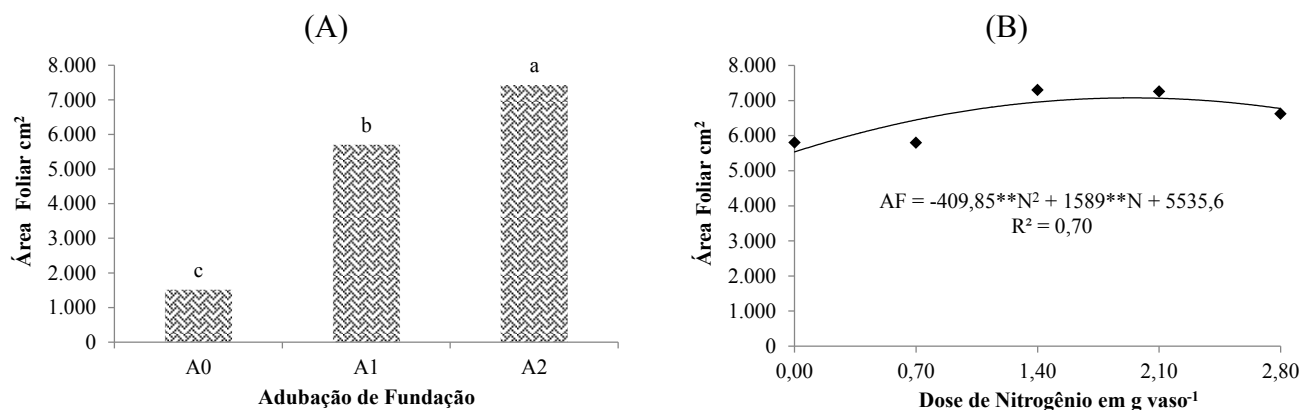


Figura 5 - Médias relativas à área foliar em função da adubação de fundação (A) e em função da fertilirrigação nitrogenada (B) aos 35 dias após o transplantio.

A área foliar específica foi influenciada de forma significativa pelo teste de Tukey ao nível de 1% de probabilidade para o fator adubação de fundação, Figura 6. Nota-se que o maior rendimento para área foliar específica foi obtida no tratamento com húmus de minhoca (A2), com uma média de $1605 \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$. Aos 31 dias após a semeadura Pedó et al. (2014) relatam que a área foliar específica decresce mesmo aplicando 30 kg ha^{-1} de nitrogênio, fato que pode ser justificado por doses elevadas de adubo proporcionarem limbos foliares menores, porém, mais espessos o que eventualmente reduz de forma significativa AFE.

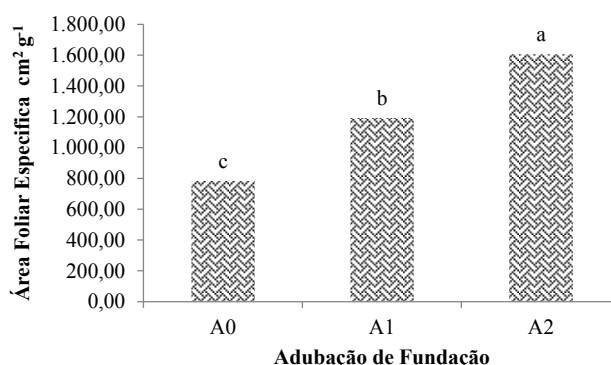


Figura 6 - Médias relativas à área foliar específica em função da adubação de fundação aos 35 dias após o transplantio.

O fator isolado adubação de fundação influenciou de forma significativa ao nível de 1% pelo teste de Tukey o índice de área foliar do rabanete aos 35 dias após o transplantio, Figura 7A. O tratamento com húmus de minhoca (A2) foi o que evidenciou maior rendimento do

IAF, correspondendo a 23,22 cm². Pisco e Arena (2006) encontraram resultados condizentes quanto ao índice de área foliar para o rabanete ao estudarem o potencial do uso na agricultura de produtos orgânicos gerados pelo tratamento de águas e por Teófilo et al. (2009) ao avaliarem e quantificarem o crescimento de três cultivares de cenoura.

A equação que melhor se ajustou ao índice de área foliar foi a linear para o fator isolado fertirrigação nitrogenada aos 35 dias após o transplântio encontra-se na Figura 7B. O maior IAF do rabanete foi constatado na dose de 2,6 g de nitrogênio vaso⁻¹. De maneira geral o IAF é importante, pois, com o aumento da área foliar promove-se melhor aproveitamento da energia solar relacionada com a geração de fotoassimilados, podendo gerar aumentos de produção (Gomes et al., 2012).

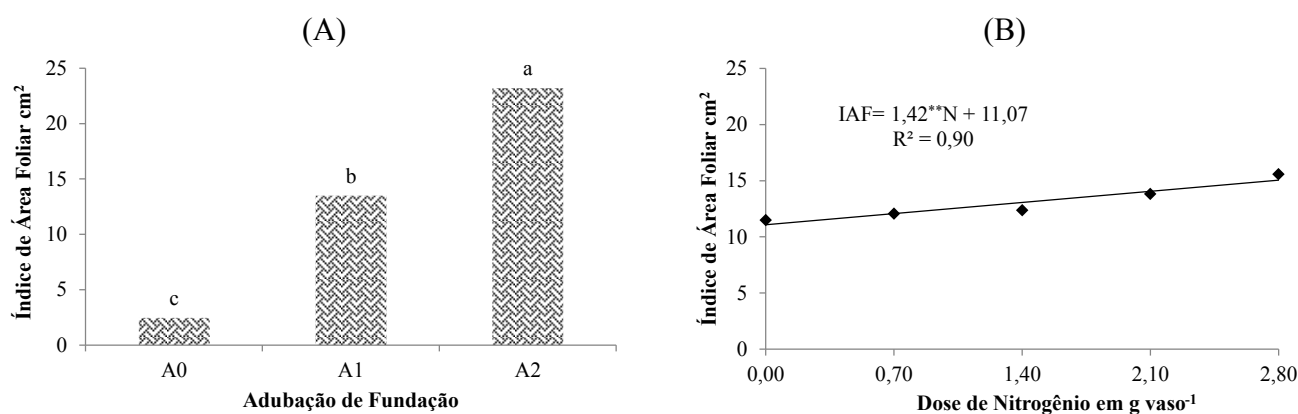


Figura 7 - Médias relativas ao índice de área foliar em função da adubação de fundação (A) e em função da fertirrigação nitrogenada (B) aos 35 dias após o transplântio.

A razão de área foliar e o peso específico foliar aos 35 dias após o transplântio foram influenciados de forma significativa ao nível de 1% pelo teste de Tukey, Figura 8A e 8B. Nota-se que tanto na RAF quanto na PEF o maior rendimento foi obtido no tratamento onde se aplicou húmus de minhoca (A2). Fato que pode ser justificado uma vez que o tratamento com húmus de minhoca deixa o solo mais aerado facilitando assim o desenvolvimento da cultura do rabanete.

Resultados estes que discordam dos encontrados por Pereira et al. (2011), onde observaram que o melhor desempenho do rabanete foi obtido com o tratamento onde se utilizou esterco bovino e solo + Agrobio 8%, respectivamente para RAF e PEF.

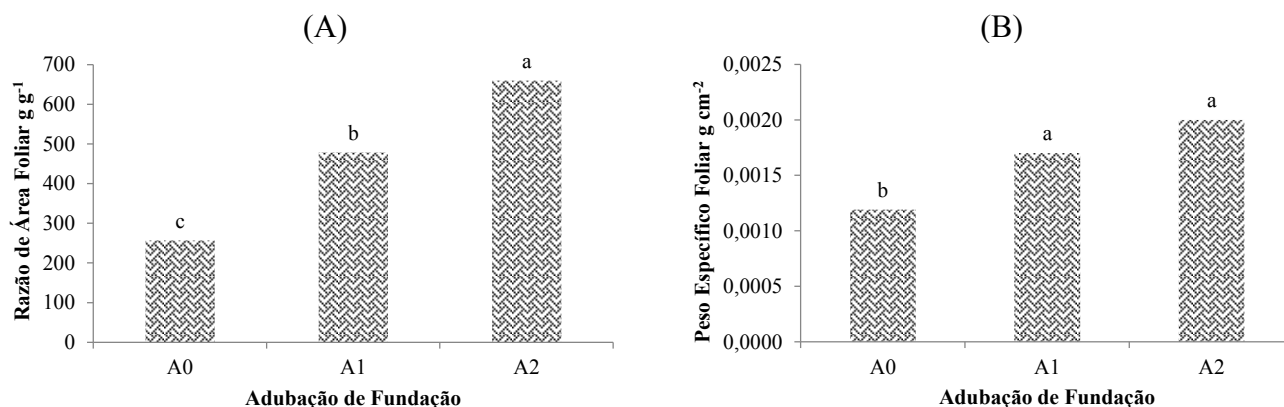


Figura 8 - Médias relativas à razão de área foliar (A) e peso específico foliar (B) em função da adubação de fundação aos 35 dias após o transplântio.

A duração da área foliar foi influenciada tanto pelo fator adubação de fundação quanto pela fertirrigação nitrogenada aos 35 dias após o transplântio, Figura 9A e 9B. O máximo rendimento foi obtido no tratamento com húmus de minhoca (A2) e na dose de 2,8 g vaso⁻¹ de nitrogênio. O comportamento observado para a DAF refletiu, de forma clara, os resultados obtidos para o IAF, mostrando uma relação efetiva entre essas variáveis. Resultado condizentes com os relatados por Mendes et al. (2005).

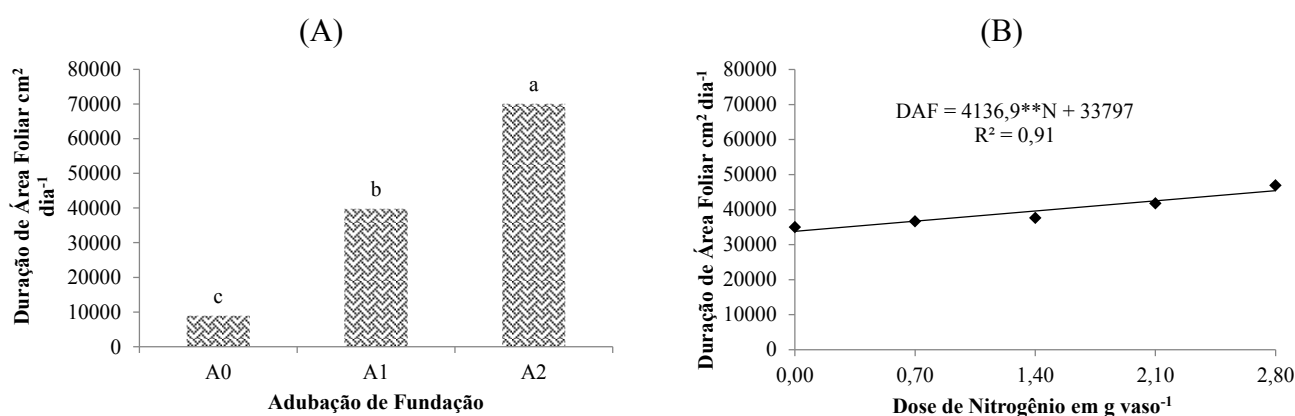


Figura 9 - Médias relativas à duração da área foliar em função da adubação de fundação (A) e em função da fertirrigação nitrogenada (B) aos 35 dias após o transplântio.

CONCLUSÕES

A adubação com húmus de minhoca foi a que evidenciou maior rendimento nas variáveis estudadas aos 15 e 35 dias após o transplântio.

A dose de 2,8 g de nitrogênio vaso⁻¹ favoreceu positivamente a RMF aos 15 dias e a AF, IAF e DAF aos 35 dias após o transplântio.

Não se observou efeito da interação entre adubação de fundação e fertirrigação nitrogenada nas variáveis AF, AFE, IAF, RAF, RMF, PEF e DAF do rabanete em nenhuma das épocas estudadas.

A RMF não foi influenciada por nenhum dos fatores estudados aos 35 dias após o transplântio.

REFERÊNCIAS

ANDRADE JÚNIOR, A. S.; DIAS, N. S.; FIGUEIREDO JÚNIOR, L. G. M.; RIBEIRO, V. Q.; SAMPAIO, D. B. Produção e qualidade de frutos de melancia à aplicação de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.4, p.836-841, 2006.

ANDRIOLO, J. L.; ERPEN, L.; CARDOSO, F. L.; COCCO, C.; CASAGRANDE, G. S.; JÄNISCH, D. I. Nitrogen levels in the cultivation of strawberries in soilless culture. **Horticultura Brasileira**, v.29, n. 4, 516-519, 2011.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

CARDOSO, A. I. I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p.328-331, 2001.

COSTA, C. C.; OLIVEIRA, C. D.; SILVA, C. J.; TIMOSSI, P. C.; LEITE, I. C. Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p.118-122, 2006.

DANTAS JÚNIOR, G. J.; SILVA, P. F.; MATOS, R. M.; BORGES, V. E.; DANTAS NETO, J. Produção comercial de rabanete fertirrigado com nitrogênio em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Educação Agrícola Superior – ABEAS**, v.29, n.2, p.99-104, 2014.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013, 353p.

FARIA, L. M. V.; GOMES, M. B.; SILVA, T. R. Resposta morfológica do rabanete à aplicação de diferentes doses de silício na linha de semeadura. **Revista Eletrônica Interdisciplinar da Univar**, v. 2, n. 10, p. 121-128, 2013.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, v. 6, n. 2, p. 36- 41, 2008.

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

GOMES, R. F.; SILVA, J. P.; SILVA, V. F. A.; GUSMAO, S. A. L.; SOUZA, G. T. Diferentes fontes de adubações foliares em chicória da Amazônia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n.3, p. 73-78, 2012.

GUERRERO, A. C., BORGES, L. S., FERNANDES, D. M. Efeito da aplicação foliar de silício em rúcula cultivada em dois tipos de solos. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 4, p. 591-596. 2011.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Editora Ceres, 2006. 631p.

MALAVOLTA, E. Pesquisa com nitrogênio no Brasil - passado, presente e perspectivas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE NITROGÊNIO EM PLANTAS. 1. 1990. Itaguaí, **Anais...** Itaguaí, SBFV, 1990. p. 89-177.

MENDES, R. M. S.; TAVORA, F. J. A. F.; PINHO, J. L. N.; PITOMBEIRA, J. B. Alterações na relação fonte-dreno em feijão-de-corda submetido a diferentes densidades de plantas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n.1, p. 82 - 90, 2005.

OLIVEIRA, A. P.; MOURA, M. F.; NOGUEIRA, D. H.; CHAGAS, N. G.; BRAZ, M. S. S.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N plicadas no solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n.03, p.279-282, 2006.

PEDÓ, T.; AUMONDE, T. Z.; MARTINAZZO, E. G.; VILLELA, F. A.; LOPES, N. F.; MAUCH, C.R. Análise de crescimento de plantas de rabanete submetidas a doses de adubação nitrogenada. **Bioscience Journal**, v. 30, n.1, p. 1-7, 2014.

PEDÓ, T.; LOPES, N. F.; AUMONDE, T. Z.; MORAES, D. M. Partição de assimilados e atributos morfológicos em três cultivares de rabanete. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 5, n. 2, p. 23-28, 2011.

PEDÓ, T.; MARTINAZZO, E. G.; AUMONDE, T. Z.; CAPPELLARI, M. R.; SOUZA, V. L.; SOUZA, E. A.; VILLELA, F. A.; LOPES, N. F.; MAUCH, C. R. Adubação nitrogenada e sua relação à biometria e partição de assimilados em plantas de rabanete cultivar “Comprido de Ponta Branca”. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 7, n. 3, p. 31-36, 2013.

PEREIRA, K.S.; SANTOS, C. H. B.; NASCIMENTO, W. A.; ARMOND, C.; SILVA, F.; CASA, J. Crescimento de rabanete (*Raphanus sativus L.*) em resposta a adubação orgânica e biofertilizantes em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 29, edição especial, p. S4414-S4420, 2011.

PISCO, R. R.; ARENAS, M. I. P. Evaluacion del potencial de los biosólidos rocedentes del tratamiento de aguas residuales para uso agrícola y su efecto sobre el cultivo de rabano rojo

(*Raphanus sativus L.*). **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v. 59, n. 2, p. 3543-3556, 2006.

SILVA, C. J.; COSTA, C. C.; DUDA, C.; TIMOSSO, P. C.; LEITE, I. C. Crescimento e produção de rabanete cultivado com diferentes doses de húmus de minhoca e esterco bovino. **Revista Ceres**, v. 53, n. 305, p. 25-30, 2006.

SILVA, R. T.; OLIVEIRA, F. A.; SOUZA NETO, M. L.; SOUZA, A. A. T.; OLIVEIRA, M. K. T.; MEDEIROS, R. C. A.; PAIVA, E. P. Índice de clorofila na cultura da rúcula submetida diferentes salinidades na solução nutritiva. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 3, p. 90, 2012.

SOUSA, M. A.; LIMA, M. D. B. Índice de área foliar e produtividade do feijoeiro sob estresse hídrico e profundidade de incorporação do adubo. **Global Science and Technology**, v. 5, n. 2, p. 45-55, 2012.

TEÓFILO, T. M. S.; FREITAS, F. C. L.; NEGREIROS, M. Z.; LOPES, W. A. R.; VIEIRA, S. S. Crescimento de cultivares de cenoura nas condições de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 168-174, 2009.