

ANÁLISE DE CRESCIMENTO DE PLANTAS DE RABANETE SUBMETIDAS A DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA

GROWTH ANALYSIS OF RADISH PLANTS SUBJECTED TO DOSES OF NITROGEN

Tiago PEDÓ¹; Tiago Zanatta AUMONDE²; Emanuela Garbin MARTINAZZO³; Francisco Amaral VILLELA²; Nei Fernandes LOPES⁴; Carlos Rogério MAUCH⁵

1. Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Doutorando em C&T de Sementes, Bolsista CAPES. Universidade Federal de Pelotas - UFPel, Departamento de Fitotecnia, Pelotas, RS, Brasil. tiago.pedo@gmail.com; 2. Professor, Doutor FAEM - Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes – UFPel, Pelotas, RS, Brasil; 3. Professora, Doutora, Bolsista de Pós-Doutorado PNPd/CAPES, IB - Departamento de Botânica – UFPel, Pelotas, RS, Brasil; 4. Professor, Doutor, aposentado, IB/Departamento de Botânica – UFPel, Pelotas, RS, Brasil; 5. Professor Doutor, FAEM - Departamento de Fitotecnia– UFPel, Pelotas, RS, Brasil

RESUMO: O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS, com o objetivo avaliar comparativamente o crescimento de plantas de rabanete Comprido de Ponta Branca submetido a diferentes doses de nitrogênio (0,15 e 30 kg ha⁻¹ de N). As plantas foram coletadas a intervalos regulares de três dias a partir dos 13 dias após a semeadura até o final do ciclo da cultura. Determinaram-se a massa seca total, taxa de produção de matéria seca, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida, índice de área foliar, taxa de crescimento relativo de área foliar, razões de área foliar e massa foliar e a área foliar específica. O tratamento de 15 kg ha⁻¹ de N proporcionou melhores características de crescimento e maior acúmulo de matéria seca quando comparada aos demais tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: *Raphanus sativus* L. Área foliar. Matéria seca. Taxa assimilatória líquida.

INTRODUÇÃO

O rabanete é uma importante cultura para diversificação dos cultivos em propriedades de pequeno porte, onde tem a finalidade de aumentar a gama de produtos comercializados (HOFFLAND et al., 1996). Uma das vantagens de se cultivar esta espécie consiste na possibilidade de obter renda durante o tempo transcorrido entre duas outras culturas de ciclo mais longo, pois além de ser relativamente rústica, apresenta ciclo curto de cerca de 30 dias, proporcionando rápido retorno financeiro (CARDOSO; HIRAKI, 2001).

Os nutrientes minerais podem afetar os níveis de alguns compostos orgânicos nas plantas, o que é devido à influência que exercem sobre os processos bioquímicos ou fisiológicos, como a atividade fotossintética e a taxa de translocação de fotoassimilados (FERREIRA et al., 2006). O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelas hortaliças (FILGUEIRA, 2000) e desempenha papel fundamental no crescimento e no rendimento dos produtos colhidos (OLIVEIRA et al., 2006).

O nitrogênio é absorvido preferencialmente na forma de nitrato ou amônio, é considerado elemento essencial para as plantas por ser requerido em grandes quantidades e fazer parte da constituição de aminoácidos, proteínas e enzimas (ANDRIOLO, 2000). Deste modo, exerce influencia no

crescimento de espécies vegetais, na produção de substâncias de reserva e na maturação de órgãos (MARENCO; LOPES, 2009).

A falta de nitrogênio disponível no solo ocasiona deficiência na planta, afetando negativamente o crescimento. Por outro lado, a aplicação desse mineral em doses elevadas proporciona o crescimento excessivo da parte aérea vegetal em detrimento da translocação e alocação de assimilados nas raízes, reduzindo a produtividade comercial (AQUINO et al., 2006; GRANGEIRO et al., 2007).

Para avaliar os efeitos de sistemas de manejo 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 (URCHEI; RODRIGUES; STONE, 2000). Representa a referência inicial na análise de produção das espécies vegetais, requerendo informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados (BENINCASA, 1988). Esta técnica é de baixo custo, precisa e baseada em dados primários de matéria seca e área foliar e resulta na quantidade de biomassa acumulada nos diferentes órgãos durante o desenvolvimento (GUIMARÃES; ECHER; MINAMI, 2002).

O conhecimento sobre os fatores relacionados ao crescimento e desenvolvimento das plantas permite o planejamento adequado para cada cultura, maximizando a utilização da área de produção com vistas à maior produtividade. Embora, o rabanete seja importante economicamente em pequenas áreas por permitir a diversificação da produção, pesquisas envolvendo crescimento e relacionadas a diferentes doses ou fontes de nitrogênio ao longo da sua ontogenia são escassas. Assim, estudos envolvendo análise de crescimento das plantas submetidas a doses de nitrogênio, por possibilitarem o conhecimento de variáveis fisiológicas do vegetal, permitem o aprimoramento de técnicas de produção e o manejo mais adequado das plantas (CARDOSO; HIRAKI, 2001).

Diante do exposto, este trabalho objetivou avaliar comparativamente o crescimento de plantas de rabanete submetidas a diferentes doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação modelo Arco “Pampeana”, disposta no sentido norte-sul e revestida com filme de polietileno de baixa densidade, situada na latitude 31°52' S, longitude 52°21' W e altitude 13 m e as análises efetuadas em laboratório de Fisiologia Vegetal na Universidade Federal de Pelotas. O clima dessa região é temperado com chuvas bem distribuídas e verão quente, sendo do tipo Cfa pela classificação de Köppen.

A cultivar de rabanete (*Raphanus sativus*) Comprido de Ponta Branca[®] foi semeada em vasos de polietileno preto com volume de 10 L, contendo como substrato planosolo e com espaçamento de 0,15 x 0,05 m. A correção do solo foi efetuada de acordo com análise prévia e seguindo recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (2004). A irrigação foi efetuada por meio de regador manual conforme a necessidade hídrica das plantas, buscando manter a umidade próxima a capacidade de campo.

Os tratamentos foram compostos de três doses de nitrogênio na forma de uréia (0; 15 e 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio). A época da adubação foi efetuada aos nove dias após a semeadura (DAS) em aplicação única (CARDOSO; HIRAKI, 2001; FILGUEIRA, 2000). Coletas sucessivas foram realizadas a partir dos 13 DAS, a intervalos regulares de três dias após a semeadura, durante toda ontogenia das plantas. Em cada coleta, as plantas foram separadas em órgãos (parte aérea e

raiz), sendo as raízes retiradas com substrato e lavadas sobre peneira, e levados para estufa de ventilação forçada a temperatura de 70 ± 2 °C até massa constante. A área foliar (A_f) foi determinada com o medidor de área marca Licor, modelo LI-3000 e índice de área foliar (L) calculado pela fórmula $L = A_f/S_t$, sendo S_t a superfície do vaso.

Os dados de matéria seca total acumulada (W_t) foram ajustados pela equação logística simples, $W_t = W_m/(1+Ae^{-Bt})$, sendo W_m a estimativa assintótica do crescimento máximo, “A” e “B” constantes de ajustamento, “e” a base natural de logaritmo neperiano e “t” o tempo em dias após a semeadura (RICHARDS, 1969). Os dados de área foliar foram ajustados por meio de polinômios ortogonais (RICHARDS, 1969). Os valores instantâneos da taxa de produção de matéria seca (C_t) foram obtidos por meio de derivadas das equações ajustadas da matéria seca total (W_t) em relação ao tempo (RADFORD, 1967). Para determinação dos valores instantâneos da taxa de crescimento relativo (R_w) e taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) foram empregados as fórmulas $R_w = 1/W_t \cdot dw/dt$ e $R_a = 1/A_f \cdot dA_f/dt$. Os valores instantâneos da taxa assimilatória líquida (E_a), a razão de área foliar (F_a), razão de massa foliar (F_w) e área foliar específica (S_a) foram estimados por meio das equações: $E_a = 1/A_f \cdot dw/dt$; $F_a = A_f/W_t$; $F_w = W_f/W_t$ e $S_a = A_f/W_f$, conforme Radford (1967). Os dados foram assim analisados pelo fato da análise de crescimento não atender as pressuposições básicas da análise de variância (DIAS; BARROS, 2009). Desta forma, por ser modelo não aditivo e constituir-se de dados quantitativos, a maneira mais adequada de tratar os dados de crescimento ao longo da ontogenia vegetal verifica-se por meio de gráficos e a discussão deve ter como base a tendência das curvas de crescimento (RADFORFD, 1967; BARREIRO et al., 2006).

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso e seis repetições, totalizando sete épocas de coletas ao longo da ontogenia das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as plantas, indiferentemente à dose de nitrogênio empregada, a produção de matéria seca total (W_t) foi obtida com elevado coeficiente de determinação ($R^2 \geq 0,98$), sendo o crescimento lento até 19 dias após a semeadura (DAS), o que é frequente neste período e pode ser explicado pela baixa absorção de água e de nutrientes, diminuta área foliar, reduzidas taxas de respiração e taxa assimilatória líquida (MONTEITH, 1969). Por outro lado, em todas as

doses empregadas, houve aumento similar e acentuado de W_t até os 28 DAS. A partir de então, plantas submetidas à adubação de 30 kg nitrogênio aumentaram a produção de matéria seca total e foram superiores aos demais no final da ontogenia das plantas de rabanete quando atingiram $167,9 \text{ g m}^{-2}$ e as doses de 0 e 15 kg de nitrogênio alcançaram $130,5 \text{ g m}^{-2}$ e $137,1 \text{ g m}^{-2}$, respectivamente. De forma similar, o mesmo ocorre em beterraba ao estudar o acúmulo e exportação de nutrientes pela cultura em condições de altas temperaturas e luminosidade (GRANGEIRO et al., 2007).

As taxas de produção de matéria seca (C_t) foram lentas até 16 DAS e corroboram com o baixo crescimento no referido período, que a partir dos 16 DAS aumentou acentuadamente até o final da ontogenia, alcançando os máximos C_t aos 31 DAS na dose de 15 kg ha^{-1} de nitrogênio ($14,8 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) (Figura 1b). Entretanto, para as doses de nitrogênio 0 e 30 kg ha^{-1} os valores máximos foram atingidos aos 27 ($9,6 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$) e aos 29 DAS ($16,1 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$), indicando que o aumento da dose de nitrogênio modificou de maneira temporal, positiva e quantitativa a obtenção das máximas C_t . Por outro lado, a reduzida taxa de produção de matéria seca inicial é relacionada ao reduzido índice de área foliar (Figura 2a) e a diminuta taxa de crescimento relativo de área foliar (Figura 2b) durante o período

inicial de crescimento (AUMONDE et al., 2011). Resultados similares foram obtidos quando plantas de cenoura foram submetidas à adubação com 15 kg ha^{-1} de nitrogênio, havendo taxa de produção de matéria seca crescente em todo o ciclo de cultivo (TEÓFILO et al., 2009). Quanto às doses 0 e 30 kg ha^{-1} de nitrogênio, resultados similares em rabanete foram obtidos por Silva et al. (2006) ao estudarem o crescimento e a produção de rabanete submetidos a doses de húmus.

As taxas de crescimento relativo (R_w) foram maiores no início da ontogenia das plantas, indicando maior incremento de matéria seca em relação àquela pré-existente, nesse período da ontogenia das plantas de rabanete (Figura 1c). Houve maior eficiência no incremento de matéria seca nas doses 0 kg ha^{-1} ($0,21 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$) e 30 kg ha^{-1} de nitrogênio ($0,25 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$) que foram superiores à dose 15 kg ha^{-1} de nitrogênio ($0,17 \text{ g g}^{-1} \text{ d}^{-1}$). Entretanto, indiferentemente à dose empregada, R_w decresceu sistematicamente a partir dos 16 DAS ao final da ontogenia, o que é resultado em parte, do incremento gradativo de tecidos não assimilatórios (AUMONDE et al., 2011). Resultados condizentes foram obtidos por Teófilo et al. (2009) ao avaliarem e quantificarem o crescimento de três cultivares de cenoura sob condições de campo.

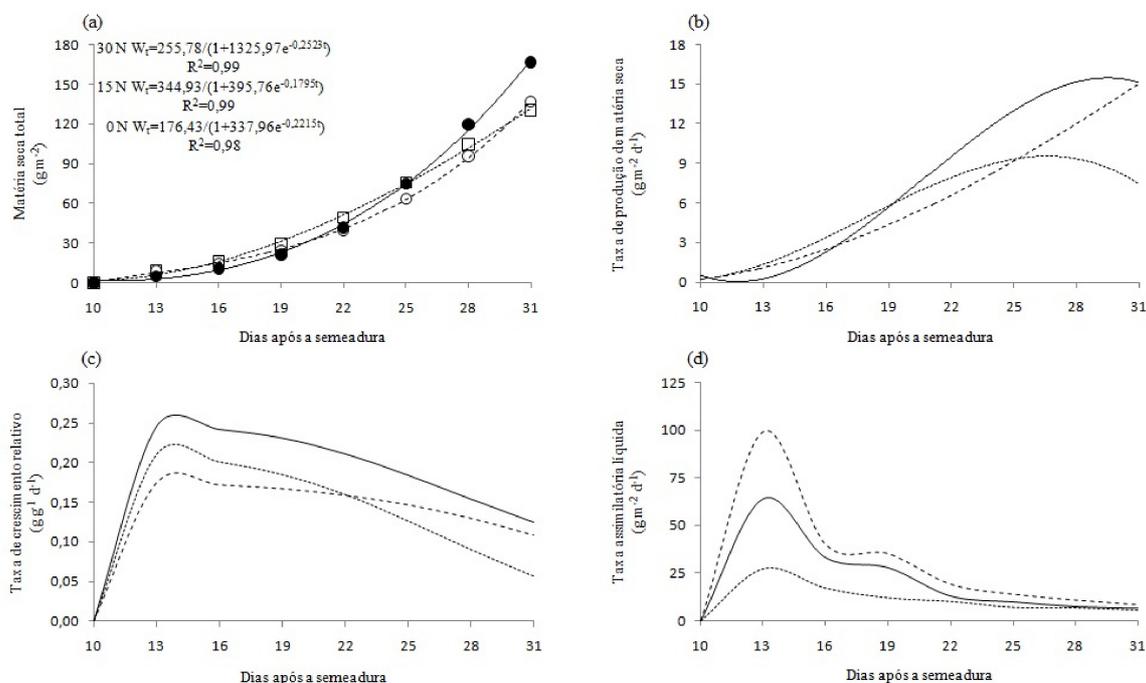


Figura 1. Produção de matéria seca total (a), taxa de produção de matéria seca (b), taxa de crescimento relativo (c) e taxa assimilatória líquida (d) em função da ontogenia do rabanete submetido a três doses de nitrogênio, sendo: 0 N (-----), 15 N (---) e 30 N (—).

A taxa assimilatória líquida (E_a) foi máxima no início do ciclo (13 DAS) em todas as doses empregadas quando as plantas atingiram $27,3 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (0 kg ha^{-1} de nitrogênio), $99,4 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (15 kg ha^{-1} de nitrogênio) e $63,9 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ (30 kg ha^{-1} de nitrogênio) (Figura 1d), o que é explicado nesse período pela presença de folhas jovens e de elevada capacidade fotossintética, além do auto-sombreamento ser reduzido (GONDIM et al., 2008). Além disso, é possível afirmar que a dose 15 kg ha^{-1} de nitrogênio melhorou quantitativamente a eficiência na conversão líquida de assimilados. Houve, a partir de então, declínio em E_a até o final da ontogenia em plantas nas três doses empregadas. Assim, o declínio na taxa assimilatória líquida poderia ser esperado, especialmente nas doses 0 e 30 kg ha^{-1} de N, pois E_a depende da taxa fotossintética, dimensão foliar, duração do período vegetativo, distribuição das folhas no dossel, ângulo foliar e distribuição de assimilados (AUMONDE et al., 2011). Corroborando aos E_a obtidos neste

trabalho, ao analisar as respostas das plantas de rabanete a adubação nitrogenada. Conceição, Lopes, Fortes (2005) obtiveram tendências semelhantes ao analisarem o crescimento de duas cultivares de batata-doce sob condições de campo.

O índice de área foliar (L) foi obtido com elevado coeficiente de determinação ($R^2 = 0,99$), foi crescente até os 31 DAS em plantas submetidas à dose 15 kg ha^{-1} de nitrogênio e até os 28 DAS em plantas submetidas às doses de 0 e 30 kg ha^{-1} de nitrogênio (Figura 2a), indicando que plantas submetidas a dose 15 kg ha^{-1} apresentaram maior área de solo ocupada por folhas quando comparadas àquelas dos demais tratamentos. Resultados condizentes quanto ao índice de área foliar foram obtidos para o rabanete por Pisco e Arena (2006) ao estudarem o potencial de 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 cenoura.

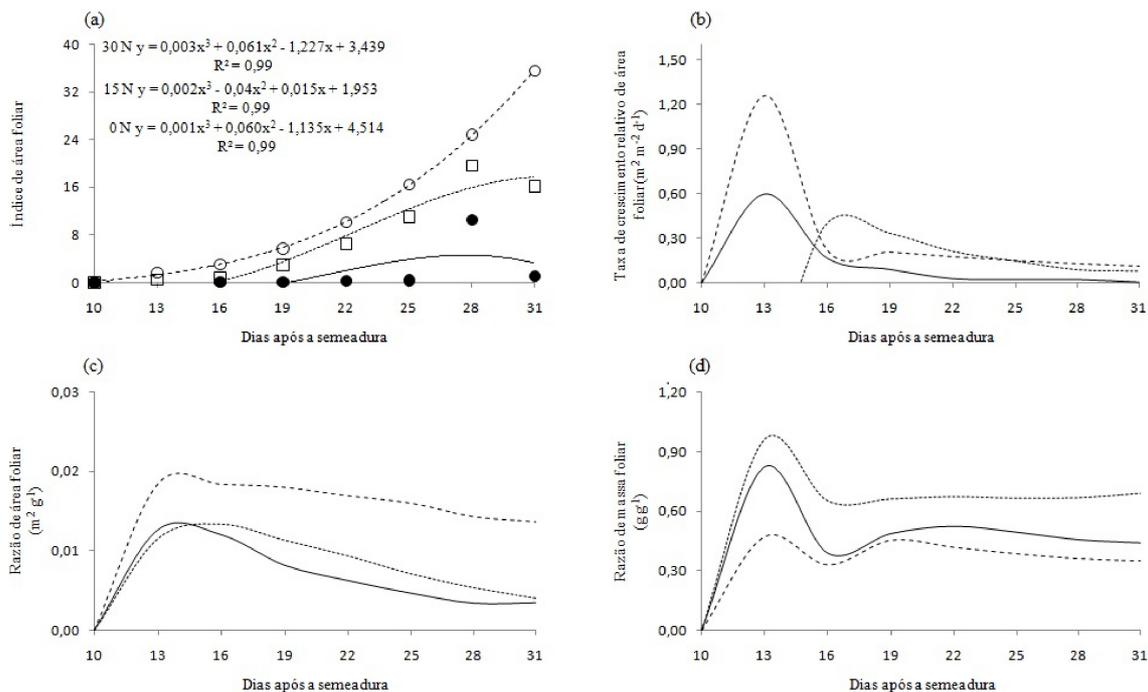


Figura 2. Índice de área foliar (a), taxa de crescimento relativo de área foliar (b), razão de área foliar (c) e razão de massa foliar (d) em função da ontogenia do rabanete submetido a três doses de nitrogênio, sendo 0 N (-----), 15 N (---) e 30 N (—).

A taxa de crescimento relativo de área foliar (R_a) em plantas submetidas às doses de 15 e 30 kg ha^{-1} de nitrogênio atingiram o máximo de $1,3$ e $0,6 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ aos 13 DAS, diminuindo de maneira acentuada até o final do ciclo de cultivo (31 DAS), respectivamente. Para plantas submetidas à dose de 0 kg ha^{-1} de nitrogênio, o valor máximo de R_a foi de

$0,4 \text{ m}^2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ aos 16 DAS (Figura 2b), indicando que a dose 15 kg ha^{-1} de nitrogênio proporcionou às plantas de rabanete maior investimento de assimilados na expansão foliar no período inicial, favorecendo a obtenção da maior taxa assimilatória líquida em relação aos demais tratamentos. Conceição, Lopes, Fortes (2005) obteve resultados

similares ao analisar o crescimento de duas cultivares de batata-doce submetida sob condições de campo.

No que concerne a razão da área foliar (F_a), os máximos foram atingidos aos 16 DAS em plantas submetidas à dose 0 kg ha⁻¹ de nitrogênio, enquanto, naquelas submetidas às doses de 15 e 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio as máximas F_a atingidas aos 13 DAS, sendo superiores a da dose 0 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 2c). É possível inferir que a adubação nitrogenada modificou de maneira temporal positiva a obtenção da maior área foliar útil à fotossíntese, especialmente em plantas submetidas à dose de 30 kg ha⁻¹ de nitrogênio. As curvas de F_a declinaram ao longo da ontogenia das plantas, devido a quantidade de folhas velhas sobrepujar a formação de novas folhas e ao aumento do auto-sombreamento (AUMONDE et al., 2011), que é evidenciado pelo aumento do índice de área foliar (Figura 2a).

Em relação à razão de massa foliar (F_w), os valores máximos ocorreram no início da ontogenia (13 DAS) em plantas de todas as doses empregadas, quando plantas submetidas às doses de nitrogênio 0 e 30 kg ha⁻¹ apresentaram F_w superior àquelas submetidas à dose 15 kg ha⁻¹ (Figura 2d). Assim,

houve indicativo que as folhas se constituíram em dreno metabólico preferencial no início da ontogenia, o que é devido ao maior investimento em folhas com vistas ao aumento da área foliar útil à fotossíntese com vistas a aumentar a produção de assimilados destinados ao crescimento e ao desenvolvimento vegetal (LOPES; MAESTRI, 1973). Conforme esperado, houve tendência à redução na razão de massa foliar ao longo do ciclo, o que é devido à passagem do dreno metabólico preferencial das folhas para a raiz, que neste caso, é dreno forte e de elevada capacidade mobilizadora de assimilados (CONCEIÇÃO; LOPES; FORTES, 2005).

A área foliar específica (S_a) atingiu o máximo no início da ontogenia (16 DAS) quando plantas submetidas à dose de nitrogênio de 0 kg ha⁻¹ atingiram menor S_a seguidas por plantas submetidas a 30 e 15 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 3). Desse modo, plantas submetidas às doses de nitrogênio de 0 e 30 kg ha⁻¹ proporcionaram limbos foliares menores, porém, mais espessos quando comparados dose de nitrogênio de 15 kg ha⁻¹, o que indica que a dose intermediária de nitrogênio foi mais eficaz na expansão do aparato foliar.

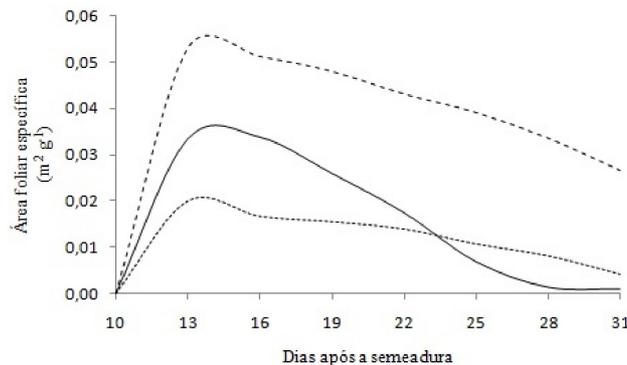


Figura 3. Área foliar específica em função da ontogenia do rabanete submetido a três doses de nitrogênio, sendo 0 N (-----), 15 N (---) e 30 N (—).

Ao longo da ontogenia, S_a declinou até o final do ciclo de cultivo (31 DAS), similarmente aos resultados obtidos por Costa et al. (2006) ao avaliarem o crescimento, a produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos

CONCLUSÕES

Plantas submetidas à dose de nitrogênio 30 kg ha⁻¹ atingiram maiores W_t e R_w quando comparadas à plantas submetidas às demais doses.

A dose de nitrogênio 15 kg ha⁻¹ acarretou maiores L , R_a , E_a , indicando maior eficiência no processo fotossintético do rabanete nesta dose.

As fertilizações nitrogenadas proporcionaram menores razões de massa foliar, indicando que menor quantidade de matéria seca foi alocada nas folhas e maior quantidade translocada e alocada nas raízes.

A dose 15 kg ha⁻¹ proporcionou melhores características de crescimento às plantas de rabanete.

ABSTRACT: The experiment was conducted in a greenhouse at Universidade Federal de Pelotas, Campus Capão do Leão, RS. In order to evaluate comparatively the growth of radish plants Comprido de Ponta Branca under different nitrogen levels (0, 15 e 30 kg ha⁻¹ de N). Plants were collected at regular intervals of three days, from 13 days after sowing until the end of the crop cycle. The total dry matter production, dry matter production rate, relative growth rate, net assimilation rate, leaf area index, relative growth rate of leaf area, leaf area ratio, leaf mass and specific leaf area were determined. The treatment of 15 kg ha⁻¹ de N provided better growth characteristics and higher dry matter accumulation when compared to other treatments.

KEYWORDS: *Raphanus sativus* L., Leaf area. Dry matter. Net assimilation.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, L. A.; PUIATTI, M.; PEREIRA, P. R. G.; PEREIRA, F. H. F.; LADEIRA, I. R.; CASTRO, M. R. S. Produtividade, qualidade e estado nutricional da beterraba de mesa em função de doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 199-203, 2006.
- AUMONDE, T. Z.; LOPES, N. F.; MORAES, D. M.; PEIL, R. M. N.; PEDÓ, T. Análise de Crescimento do híbrido de mini melancia Smile enxertada e não enxertada. **Interciência**, Caracas, v. 36, n. 9, p. 677-681, 2011.
- ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 26-33, 2000. Suplemento.
- BARREIRO, A. P.; ZUCARELI, V.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. Análise de crescimento de plantas de manjeriço tratadas com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas, v.65, n.4, p.563-567, 2006.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia. 41p. 1988.
- 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**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 328-331, 2001.
- CONCEIÇÃO, M. K.; LOPES, N. F.; FORTES, G. R. L. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivares abóbora e da costa. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 3, p. 273-278, 2005.
- 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**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 118-122, 2006.
- DIAS, L. A. S.; BARROS, W. S. **Biometria Experimental**. 1. ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2009. 408p.
- FERREIRA, M. M. M.; FERREIRA, G. B.; FONTES, P. C. R.; DANTAS, J. P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 141-145, 2006.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2000, p. 402.
- GONDIM, A. R. O.; PUIATTI, M.; VENTRELLA, M. C.; CECON, P. R. Plasticidade anatômica da folha de taro cultivado sob diferentes condições de sombreamento. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 4, p. 1037-1045, 2008.

- GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z.; SOUZA, B. S.; AZEVÊDO, P. E.; OLIVEIRA, S. L.; MEDEIROS, M. A. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, p. 267-273, 2007.
- GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas beterraba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 505-509, 2002.
- HOFFLAND, E.; NIEMANN, G. J.; VAN PELT, J. A.; PUREVEENR, J. B. M.; EIJKEL, G. B.; BOON, J. J.; LAMBERS, H. Relative growth rate correlates negatively with pathogen resistance in radish: the role of plant chemistry. **Blackwell Science Ltd, Plant, Cell and Environment**, v. 19, p. 1281-1290, 1996.
- LOPES, N. F.; MAESTRI, M. Análise de crescimento e conversão de energia solar em milho (*Zea mays* L.) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 20, n. 109, p. 189-201, 1973.
- MARENCO, R. A.; LOPES, N. F. **Fisiologia vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**. Viçosa: UFV, 3. ed, 2009, p. 468.
- MONTEITH, J. L. Light interception and radiative exchange in crop stands. **In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.T.; VAN BAVEL, C.H.M. (Eds.). Physiological aspects of crop yield**. 1. ed. Madison, 1969. 89-111p.
- 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 aplicadas no solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, p.279282, 2006.
- PISCO, R. R.; ARENAS, M. I. P. Evaluacion del potencial de los biosólidos procedentes 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**, Medellín, v. 59, n. 2, p. 3543-3556, 2006.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, v. 7, n. 3, p.171-175, 1967.
- RICHARDS, F. J. The quantitative analysis of growth. **In: STEWARD, F. C. (ed) Plant Physiology**. A treatise. New York: Academic press, 1969, p. 3-76.
- ROLAS. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. 10ª. Ed. Porto Alegre, 2004, p. 400.
- SILVA, C. J.; COSTA, C. C.; DUDA, C.; TIMOSSI, P. C.; LEITE, I. C. Crescimento e produção de rabanete cultivado com diferentes doses de húmus de minhoca e esterco bovino. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 305, p. 25-30, 2006.
- 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**, Mossoró, v. 22, n. 1, p. 168-174, 2009.
- URCHEI, M. A.; RODRIGUES, J. D.; STONE, L. F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 497-506, 2000.