

(DOI): 10.5777/PAeT.V5.N2.06

Este artigo é apresentado em Português e Inglês com "Resumen" em Espanhol.

Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.5, n.2, p. 73-86, 2012.

Artigo Científico

Resumo

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma planta herbácea de porte reduzido, da família das brassicáceas, apresentando ciclo rápido. O fotoperíodo e a intensidade de radiação, são dois dos principais fatores que influenciam no desenvolvimento vegetativo. O objetivo da pesquisa foi avaliar a interferência do fotoperíodo e da intensidade de radiação solar na cultura do rabanete. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, com três tratamentos, a testemunha ficou sobre a influência do fotoperíodo e radiações naturais, enquanto em um tratamento foi reduzido o fotoperíodo e em outro a radiação. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 8 repetições. A redução da radiação ou do fotoperíodo inibiu a tuberização das plantas, já sob condições normais, observou-se a tuberização das plantas, sendo assim a redução no fotoperíodo ou radiação, nos limites estudados, tornam inviável o cultivo de rabanete devido a não formação da parte comercializável.

Palavras-chave: Fotossíntese; *Raphanus sativus* L.; Ecofisiologia.

Influência do fotoperíodo e da intensidade de radiação solar no crescimento e produção de tubérculos de rabanete

Mauricio Zanovello Schuster¹Jackson Kawakami²Douglas Broetto³Leonardo Silvestri Szymczak⁴Kaio Roger de Oliveira Ramalho⁵

Influencia de la intensidad de radiación solar y fotoperiodo en el crecimiento y rendimiento de tubérculos de rábano

Resumen

El rábano (*Raphanus sativus* L.) es una planta herbácea de tamaño pequeño, de la familia de las brassicáceas, presentando ciclo de desarrollo rápido. El fotoperíodo y la intensidad de radiación son los dos factores principales que influyen en el desarrollo de las plantas. El objetivo de la investigación fue evaluar la interferencia de la intensidad de radiación solar y el fotoperíodo en la cultura de rábano. El trabajo se realizó en invernadero, donde se aplicó tres tratamientos, el testigo se encontraba bajo la influencia de la radiación y fotoperíodo natural, mientras que en uno tratamiento se redujo el fotoperíodo y en otro la intensidad de radiación. El diseño experimental fue completamente al azar con ocho repeticiones. La reducción de la radiación o fotoperíodo ha inhibido la tuberización de las plantas, ya en condiciones normales, se observó bueno índices de tuberización. Así, se verificó que dentro de los intervalos evaluados, reducciones en el fotoperíodo o en la radiación, inviabilizan la producción de rábano por inhibir la formación de la parte comercializable.

Palabras clave: Fotosíntesis; *Raphanus sativus* L.; ecofisiología.

Introdução

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma olerícula da família Brassicácea, caracterizada como uma cultura de ciclo curto e de pequeno porte (PEREIRA et al., 2002). Segundo AGUILA et al. (2007) a cultura do rabanete é de rápido retorno econômico e possui boa rusticidade, podendo ser cultivada e

manejada sem grandes necessidades de tecnologia.

A raiz tuberosa do rabanete é a parte que apresenta maior importância econômica, sendo comestível e importante fonte de nutrientes. De acordo com MELLO et al. (2011) a raiz do rabanete possui vitamina C, fósforo e fibras, ingredientes essenciais em uma alimentação saudável, e as folhas também podem ser aproveitadas e utilizadas para

Recebido em: 26/01/2012.

Aceito em: 20/07/2012.

1 Departamento de agronomia - DEAGRO. Universidade Estadual do Centro Oeste/UNICENTRO, Campus Cedeteg - Guarapuava-PR, mauriciozs@brturbo.com.br.

2 Professor, Ph.D. Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Agronomia. Guarapuava, PR. jkawa13@hotmail.com

3,4,5 Acadêmico de graduação em Agronomia. Universidade Estadual do Centro Oeste/UNICENTRO - Guarapuava-PR, broettodouglas@gmail.com; leonardo_sisz@hotmail.com; kaioanario@hotmail.com.

Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v.5, n.2 mai/ago. (2012)

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

alimentação no preparo de sopas e outros pratos. A produção nacional varia em torno de 5 mil toneladas por ano, cultivado e consumido principalmente nas regiões sul e sudeste do país (AZEVEDO, 2008).

Fatores ambientais e genéticos interferem no crescimento e desenvolvimento das plantas. O fotoperíodo e a radiação solar são aspectos importantes da interação das plantas com seu ambiente, controlando seu desenvolvimento, atuando diretamente na fotossíntese e fotomorfogênese (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Algumas espécies vegetais cultivadas necessitam de fotoperíodos indutivos para completarem seu ciclo, respondendo a comprimentos de dias longos, ou a dias curtos e, ainda há espécies fotoneutras, ou seja, aquelas em que o fotoperíodo não influencia em seu desenvolvimento. O rabanete em particular é uma planta de dias longos. Em plantas que respondem ao fotoperíodo, este pode interferir nos níveis hormonais endógenos que consequentemente modificam seu crescimento (SALISBURY e ROSS, 1991).

O desenvolvimento vegetal só ocorre se a radiação recebida é superior ao limite trófico. Para a maioria das hortaliças, esse nível é de aproximadamente $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, considerado como nível em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção. No entanto, o vegetal responde a condições de baixa luminosidade com a diminuição da taxa de fotossíntese, consequentemente afetando sua produção, biomassa e também transporte de fotoassimilados (SOUZA et al., 1999).

ALVARENGA et al. (2003) afirmam que a plasticidade adaptativa dos vegetais à radiação solar varia conforme o ajuste do aparato fotossintético, existindo assim a variabilidade entre diferentes espécies na conversão de energia em carboidratos, podendo ser altamente eficientes, promovendo assim maior crescimento do vegetal.

Devido à insuficiência de informações sobre o efeito do fotoperíodo e radiação solar no crescimento de plantas de rabanete, o objetivo da pesquisa foi avaliar a interferência do fotoperíodo e da radiação solar na cultura do rabanete.

Matérias e métodos

Conduziu-se o trabalho na Universidade Estadual do Centro Oeste do Paraná, no município de Guarapuava, em área experimental do campus

Cedeteg, em casa de vegetação com 40, 10 e 2,5 m de comprimento, largura e altura, respectivamente. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com oito repetições e três tratamentos. Os três tratamentos consistiram da testemunha, fotoperíodo e radiação solar reduzidos, sendo que as plantas da testemunha foram mantidas sob radiação e fotoperíodo naturais (em média, 11h).

No tratamento com reduzido fotoperíodo, as plantas foram submetidas a um fotoperíodo de 8 horas de luz diária, controlada pela utilização de uma estrutura opaca à radiação solar, que cobria as parcelas superior e lateralmente, impedindo a passagem de luminosidade, que era introduzida as 15h e 30min e retirada às 7h e 30min.

No tratamento com intensidade de radiação solar reduzida, as plantas foram submetidas a uma intensidade de radiação solar 75% menor que das plantas testemunhas, obtidas através da utilização de uma estrutura de madeira de mesma dimensão do tratamento anterior, mas coberto com tela sombrite.

O experimento foi instalado no dia 17 de março de 2010 utilizando-se vasos plásticos com volume de 5,6 litros, preenchido com solo do tipo Latossolo bruno distroférrico típico, textura muito argilosa (EMBRAPA, 2006), adubado com 40 g m^{-2} do formulado 4-14-8 (N-P-K), sendo semeadas 4 sementes da variedade "VIP Crimson" por vaso em uma profundidade de 0,02 m. No dia 24 de março de 2010 foi realizado o desbaste, deixando-se apenas a plântula emergida mais vigorosa e iniciando-se nesta data a restrição de fotoperíodo e radiação.

A intensidade de radiação solar foi quantificada duas vezes por semana com o auxílio de um luxímetro digital portátil, modelo LD-200 (Instrutherm), sendo medida fora e dentro da tela sombrite.

As plantas foram irrigadas por aspersores acionados automaticamente a cada 15min por temporizador que controlava a micro aspersão, visando manter a umidade do solo próximo ao limite superior de armazenamento, sendo fornecidas quantidades iguais de água para as plantas de todos os tratamentos. Durante o experimento foi realizada uma constante limpeza manual de plantas daninhas em todos os tratamentos.

Com 14 dias após a semeadura (DAS), foi realizada a primeira das 4 avaliações do crescimento das plantas medindo-se o número de folhas e altura da planta, realizadas em um intervalo de 7 dias até o final do ciclo de cultivo. Para a contagem do número

de folhas, determinou-se somente folhas com largura acima de 1 cm, e para a altura da planta, adotou-se a medida do colo da planta até a gema apical do caule.

A colheita foi realizada 42 DAS, coletando-se as plantas e os tubérculos produzidos e quantificando-se a área foliar remanescente através de fotos digitais. As imagens foram obtidas utilizando-se uma câmera digital modelo Fujifilm FinePix F420, 6 mega pixel, e posteriormente foram processadas através do software ImageJ versão 1.32j para estimar a área foliar conforme ABRAMOFF et al. (2004). As raízes, tubérculos e parte aérea formados foram pesados e colocados em estufa de aeração forçada (70° C) até atingirem massa constante para a determinação de suas massas de matérias secas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e realizado regressão com os dados de altura de planta e número de folhas. Quanto se constatou diferença estatística significativa, as médias de massa seca, área foliar e área foliar específica foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software SISVAR.

Resultado e discussão

A intensidade de radiação solar nas plantas da testemunha e com redução do fotoperíodo foi maior do que a observada no tratamento com restrição da radiação solar, sendo que a redução de radiação solar ao longo do crescimento das plantas foi em média de

75% (Figura 1). Isto se deve inteiramente a utilização do sombreite que impediu parcialmente a passagem da radiação solar, atestando a eficácia do tratamento. O fotoperíodo natural (Testemunha), devido à época do ano em que foi instalado o experimento, foi em média de 11 horas e o tratamento com redução do fotoperíodo foi de 8h, comprovando assim a redução do fotoperíodo em relação à testemunha.

Na avaliação de número de folhas (Figura 2) o tratamento com redução da radiação solar apresentou graficamente durante todo o ciclo menores valores de número de folhas, sendo que no início a testemunha teve o maior número de folhas e chegando ao final do ciclo o tratamento com redução do fotoperíodo apresentou plantas de rabanete com maior número de folhas.

SOUZA et al. (1999) observaram o desenvolvimento de rabanete em três níveis de sombreamento (0, 30 e 50%) e verificaram que o número de folhas não diferiu estatisticamente entre os tratamentos. Resultados estes que diferiram dos encontrados neste experimento, possivelmente devido ao fato de se ter adotado para a contagem de folhas somente folhas com largura acima de 0,01 m e a redução da radiação solar influenciou o desenvolvimento da planta, onde o aparecimento de novas folhas e o seu desenvolvimento ocorreu de forma mais lenta que na testemunha, e esse efeito permaneceu durante todo o ciclo da cultura (Figura 2), apresentando assim menor número de folhas.

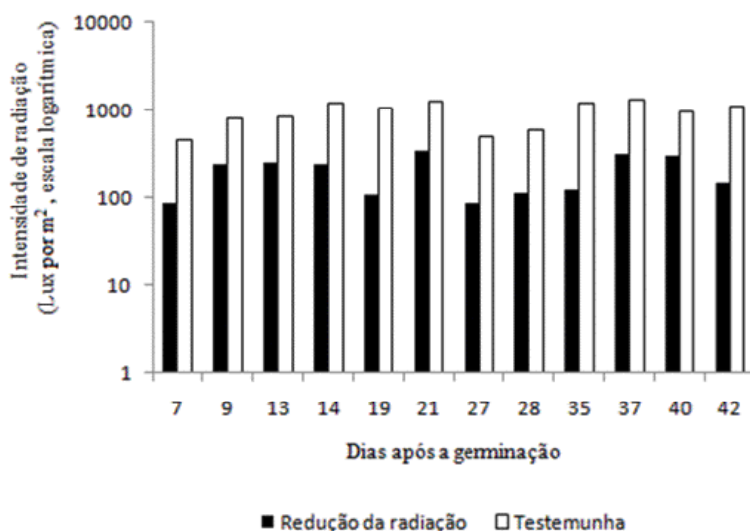


Figura 1. Valores da intensidade de luz solar ao longo do ciclo da cultura do rabanete cultivado em ambiente protegido em condições sob restrição de intensidade de radiação solar e de fotoperíodo e sob radiação solar e fotoperíodo natural (testemunha).

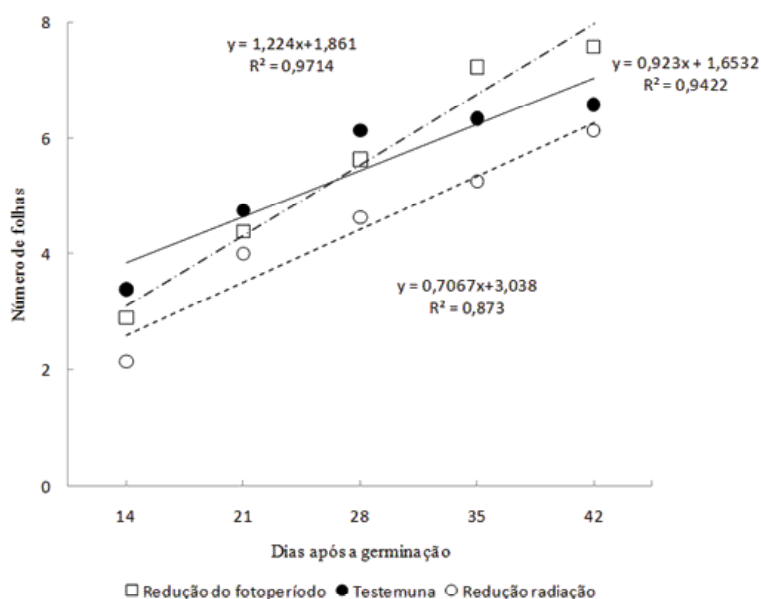


Figura 2. Número de folhas de plantas de rabanete cultivadas em ambiente protegido em condições sob restrição de intensidade de radiação solar e de fotoperíodo e sob radiação solar e fotoperíodo natural (testemunha).

Os tratamentos que apresentaram redução do fotoperíodo ou redução da intensidade de radiação solar mostraram graficamente um crescimento vegetal mais acentuado em relação à testemunha, apresentando maiores alturas ao longo de todo o ciclo (Figura 3).

Resultados semelhante foram constatados por CARVALHO et al. (2006) para a cultura de licuri (*Syagrus coronata*) onde houve um crescimento superior de 72% para o cultivo com sombreamento de 70%, quando comparado a pleno sol.

Segundo MORAIS NETO et al. (2000), alguns

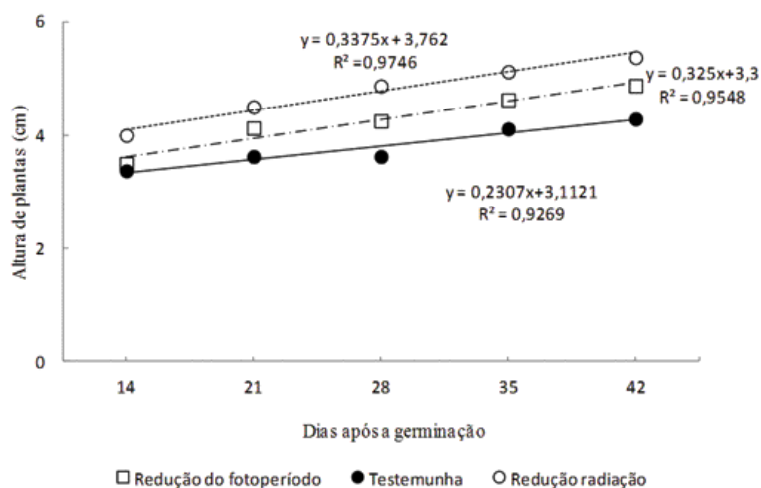


Figura 3. Altura de plantas de rabanete cultivadas em ambiente protegido em condições sob restrição de intensidade de radiação solar e de fotoperíodo e sob radiação solar e fotoperíodo natural (testemunha).

vegetais possuem um mecanismo de adaptação em ambientes com baixa luz solar, fazendo com que tenham seu crescimento acelerado, onde as plantas que sofrem sombreamento responderem ao sombreamento promovendo assim alongamento do caule procurando a luz. O menor comprimento do dia, ou seja, maior intensidade de vermelho-distante converte mais P730 em P660 induzindo em plantas de pleno sol (plantas que geralmente crescem em lugares de campo aberto) alocar maior parte de seus recursos para o seu alongamento caulinar (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Conforme observado na tabela 1, constatou-se diferença quanto à área foliar específica entre o tratamento com redução da intensidade de radiação e os demais tratamentos, sendo que as maiores médias foram apresentadas pela redução da radiação, tendo assim menor espessura foliar. Nota-se que as plantas cultivadas sob redução do fotoperíodo não diferiram das plantas testemunha quanto a área foliar específica, concordando com resultados encontrados por HOFLACHER e BAUER (1982) que não observaram aumento na espessura foliar com o aumento do fotoperíodo.

O comportamento observado em relação à área foliar específica (Tabela 1) é semelhante quando folhas são expostas a condições de plena luz e sombra, contudo aquelas expostas à plena luz tendem a aumentar a espessura foliar. Essas modificações podem ocorrer pela variação das divisões celulares, padrão de expansão celular e, conseqüentemente, modificações na espessura foliar (FAILS et al., 1982; VERBELEN e GREEF, 1979).

A redução na espessura da folha com a redução da radiação solar pode ter ocorrido devido à planta em condição de baixa luminosidade direcionar seu crescimento foliar para expandir a área de interceptação da luz. Este processo é governado principalmente pelas auxinas, hormônio vegetal responsável pelo alongamento celular e conseqüentemente aumento

na área foliar.

Na testemunha, com ocorrência de maior fotoperíodo e intensidade de radiação, houve um aumento na área foliar, dados que estão de acordo com ALVARENGA (1987) que constatou que a área foliar tende a ser maior em dias longos, independente da classe fotoperiódica. Em fotoperíodos longos a expansão da folha permite melhor interceptação da luz, e conseqüentemente, maior taxa de crescimento (GLOBIG et al., 1997).

Ainda considerando os dados apresentados na tabela 1, referentes à relação de massa de matéria seca de folha/raiz, observa-se que a diminuição do fotoperíodo/radiação interferiram de maneira significativa no aumento dessa relação, observando que nesses tratamentos há menor destinação de fotoassimilados para a produção de raiz do que na testemunha, obtendo assim menor massa de raízes.

Diante desses resultados evidencia-se que plantas de rabanete da variedade VIP Crimson cultivadas em ambiente com fotoperíodos menor que 8h ou baixa luminosidade terão, provavelmente, menor tolerância a estresse hídrico.

O acúmulo de massa de matéria seca total, de folha, raízes e tubérculo, diferiram estatisticamente entre a testemunha e os tratamentos, constatando-se um incremento destes valores com o aumento do fotoperíodo ou radiação (Tabela 2).

Em plantas crescidas em dias longos ALVARENGA (1987) constatou aumento na massa de matéria seca, mesmo quando o tratamento com luz suplementar forneceu pouca energia fotossinteticamente ativa. Em estudos de fotoperíodos de 16 e 20 horas para *Lactuca sativa* L., KITAYA et al. (1998) observaram um incremento de biomassa seca com o aumento do fotoperíodo devido ao maior tempo de fotossíntese. Resultados semelhantes foram obtidos xperimentos coma a cultura da batata por MACHÁCKOVÁ et al. (1998).

Tabela 1. Área foliar, área foliar específica e relação folha/raiz de plantas de rabanete, 42 dias após a semeadura, cultivadas sob restrição de intensidade de radiação solar e redução de fotoperíodo e sob radiação solar e fotoperíodo natural (testemunha).

Tratamento	Área foliar (cm ² planta ⁻¹)	Área foliar específica (cm ² g ⁻¹)	Relação folha/raiz
Testemunha	242,936 a ¹⁾	389,51 a	3,25 a
Redução do fotoperíodo	183,875 b	388,00 a	9,60 b
Redução da radiação	130,692 c	677,50 b	11,05 c
CV (%)	13,25	14,13	11,50

1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

As melhores condições de luminosidade favoreceram a fotossíntese e produção de fotoassimilados, como também compostos de reserva, que justificam a superioridade de produção de massa de matéria seca na testemunha em relação à restrição da radiação, conforme se verifica na figura 2.

CLEMENTE FILHA (1996) relata que o fotoperíodo tem grande interferência na adaptação ecológica das plantas, sendo que quanto maior o fotoperíodo, maior a possibilidade de atividade fotossintética e, com isso, o aumento na síntese dos produtos do metabolismo, favorecendo, assim, maior acúmulo de massa de matéria seca. Explicando assim a superioridade da testemunha em relação à redução do fotoperíodo.

Diferentemente das plantas da testemunha, plantas do tratamento com redução de fotoperíodo ou de radiação não produziram raiz tuberosa (Tabela 2). Segundo SALISBURY (1985) e KRONENBERG e KENDRICK (1986), o efeito para o enchimento dos órgãos de reserva, no caso o tubérculo, não é

o mesmo para a floração na maioria das espécies que necessitam de dias longos, em que apenas algumas horas de exposição à luz exigido pela espécie é suficiente para induzir a floração de forma irreversível.

No caso da tuberização, é necessário que as folhas sejam expostas a fotoperíodos indutivos para iniciar a fase de tuberização, e sejam mantidas nessa condição continuamente até a senescência de todas as folhas verdes para completa formação da raiz tuberosa. Neste estudo provavelmente a redução de radiação prejudicou a fotossíntese de tal modo que a planta não acumulou fotoassimilados suficiente para a formação do tubérculo.

Sendo assim, se pode inferir que em locais situados em latitudes que apresentam em certas estações do ano fotoperíodos menor que o testado no presente experimento (i.e. 8 horas), ou em locais altamente sombreados (i.e. 75%), o cultivo de rabanete da cultivar VIP Crimson se torna inviável devido a não ocorrer formação do tubérculo.

Tabela 2. Massa de matéria seca de folha, raiz, tubérculo e total de plantas de rabanete, 42 dias após a semeadura, cultivadas sob restrição de intensidade de radiação solar e redução de fotoperíodo e sob radiação solar e fotoperíodo natural (testemunha).

Tratamentos	Massa de matéria seca (g)			
	Folha	Raiz	Tubérculo	Total
Testemunha	0,631 a ¹⁾	0,190 a	0,475 a	1,295 a
Redução do fotoperíodo	0,477 b	0,048 b	0,000 b	0,521 b
Redução da radiação	0,193 c	0,018 c	0,000 b	0,212 c
CV (%)	7,05	23,65	14,45	9,52

1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Conclusão

Para o rabanete da variedade VIP Crimson fotoperíodo menor que 8 horas ou com 75% da

restrição da radiação causa efeito inibitório na formação de tubérculo e redução na matéria seca das folhas e raiz, inviabilizando o seu cultivo em ambiente com essas condições.

Referências

ABRAMOFF, M.D., MAGALHAES, P.J., RAM, S.J. Image Processing with ImageJ. **Biophotonics International**, v.11, n.7, p.36-42, 2004.

ALVARENGA, A.A. **Estudo de alguns aspectos do desenvolvimento do feijão jacatupé** (*Pachyrrhizus tuberosus* Lam. Spreng). Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) - Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, 1987. 174 f.

AZEVEDO, P.L. **Uso de dois espaçamentos entre gotejadores na mesma linha lateral e seus efeitos sobre a formação do bulbo molhado, produtividade e qualidade de rabanete** (*Raphanus sativus* L.). Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, Botucatu. 2008. 76f.

- AGUILA, J.S.; SASAKI, F.F.; HEIFFIG, L.S.; ORTEGA, E.M.M.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A. Alteração do metabolismo respiratório em rabanetes minimamente processados. **Ciência Rural**, v.37, n.2, p.565-568, 2007.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata*) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v.30, n.3, p.351-357, 2006.
- CLEMENTE FILHA, A.C. **Aspectos fisiológicos e fitoquímicos de *Bauhinia forficata* Link e *Plantago major* L.** Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Lavras, UFLA, 1996. 67f.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed, Brasília: Embrapa Produção de Informação. Rio de Janeiro, 2006, 306p.
- FAILS, B.S.; LEWIS, A.J.; BARDEN, J.A. Anatomy and morphology of sun and Shade-grow *Ficus benjamina*. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v.107, n.5, p.754-757, 1982.
- GLOBIG S., ROSEN I., JANES H.W. Continuous light effects on photosynthesis and carbon metabolism in tomato. **Acta Horticulturae**, v.418, n.19, p.141-152, 1997.
- HOFLACHER, H.; BAUER, H. light acclimation in leaves of the juvenile and adult life phases of ivy (*Hedera helix*). **Physiologia Plantarum**, v.56, n.9, p.177-182, 1982.
- KRONENBERG, G.H.M., KENDRICK, R.E. Phytochrome. The physiology of action. **In: KENDRICK, R. E.; KRONENBERG, G.H.M. (Eds) Photomorphogenesis in Plants**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p.99-114.
- KITAYA, Y.; SHIBUTA, T.; KOZAI T.; KUBOTA, C. Photosynthetic photon flux, photoperiod, and CO2 concentration affect growth and morphology of lettuce plug transplants. **HortScience**, v.33, n.6, p.988-991.1998.
- MACHÁCKOVÁ, I.; KONSTANTINOVA, T. N.; SERGEEVA, L.I.; LOZHNIKOVA, V.N.; GOLYANOVSKAYA, S.A.; DUDKO, N.D.; EDER, J.; AKSENOVA, N.P. Photoperiodic control of growth, development and phytohormone balance in *Solanum tuberosum*. **Physiologia Plantarum**, v.102, n.2, p.272-278. 1998.
- MELLO, M.F.; LUENGO, R.F.A.; MATOS, M.J.L.F.; TAVARES, S.A.; LANA, M.M. **Embrapa hortaliças**. Disponível em: < http://www.cnph.embrapa.br/paginas/dicas_ao_consumidor/rabanete.htm>. Acesso em: (15 out. 2011).
- MORAES NETO, S.P. GONÇALVES, J.L.M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J.C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica, em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, v.24, n.1, p. 35-45, 2000.
- PEREIRA, E.R. **Cultivo da rúcula e do rabanete sob túneis baixos cobertos com plástico com diferentes níveis de perfuração**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Piracicaba. 2002. 131f.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant Physiology**. 4.ed. Belmont: Wadsworth, 1991. 682p.
- SOUZA, J.R.P.; MEHL, H.O.; RODRIGUES, J.D.; PEDRAS, J.F. Sombreamento e o desenvolvimento e produção de rabanete. **Scientia Agrícola**, v.56, n.4. p.987-992. 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4.ed. - Porto Alegre: Artmed, 2009. 848p.
- VERBELEN, J.P.; GREEF, I.A. Leaf development of *Phaseolus vulgaris* L. in light and in darkness. **American Journal of Botany**, v.66, n.8, p.970-976, 1979.