

Resumo

A radiação solar é a principal fonte de energia para a fotossíntese, enquanto que a temperatura influencia o metabolismo das plantas alterando a velocidade das reações químicas e atividade das enzimas. O presente trabalho avaliou a influência da redução de radiação solar e do aumento da temperatura no crescimento de plantas de rabanete de duas cultivares em Guarapuava (PR). Foram avaliadas: altura de planta, número de folhas formadas, área foliar, e massa de matéria seca total. Em relação à planta testemunha, plantas do cultivar Cometa submetidas ao tratamento com altas temperaturas e restrição de luz solar apresentaram maior altura e maior número de folhas no início do crescimento, e maior área foliar quando submetidas a altas temperaturas, enquanto que plantas do cultivar Gigante submetidas a temperaturas elevadas formaram uma maior massa de matéria seca total no final do crescimento. Conclui-se que nas condições deste estudo, baixa radiação solar ou temperatura elevada provocam mudanças na morfologia das plantas de rabanete, dependendo do cultivar.

Palavras-chave: Área foliar; fotossíntese; radiação solar; *Raphanus sativus* L

Efeito da restrição de luz solar e aumento da temperatura no crescimento de plantas de rabanete

Ires Cristina Ribeiro Oliari¹, Renan Caldas Umburanas¹, Vlandiney Eschemback¹, Jackson Kawakami²

Resumen

La radiación solar es la principal fuente de energía para la fotosíntesis, mientras que la temperatura influye en el metabolismo de las plantas cambiando la velocidad de las reacciones químicas y la actividad enzimática. Este estudio evaluó la influencia de la reducción de la radiación solar y el aumento de la temperatura en el crecimiento de las plantas de dos cultivares de rábano en Guarapuava (PR). Se evaluó: altura de planta, número de hojas formadas, el área foliar y masa seca total. En relación con las plantas control, las plantas de la cultivar cometa sometidos a tratamiento con altas temperaturas y restricción de la luz solar tuvieron mayor altura y mayor número de hojas en el comienzo del crecimiento y una mayor área foliar cuando se someten a altas temperaturas, mientras que las plantas del cultivar gigante en altas temperaturas forman una mayor cantidad de materia seca total al final del crecimiento. Se concluye que en las condiciones de este estudio, la baja radiación solar o alta temperatura causan cambios en la morfología de las plantas de rábano, dependiendo del cultivar.

Palabras clave: área foliar; fotosíntesis; radiación solar; *Raphanus sativus* L

Introdução

Plantas de rabanete (*Raphanus sativus*) são de ciclo anual e pertencem à família *Brassicaceae*, são de pequeno porte, geralmente não ultrapassando 30 cm de altura (FILGUEIRA, 2008). Desenvolvem-se bem em condições de clima ameno a frio, e adaptam-se melhor ao plantio no outono-inverno, a solos bem drenados, com boa fertilidade e que apresentem boa disponibilidade de água durante todo o ciclo da cultura (FILGUEIRA, 2008).

Apesar de ser uma cultura de pequena importância em termos de área plantada, possui boa viabilidade financeira, pois pode ser usado como cultura intercalar entre outras de ciclo mais longo, uma vez que, além de ser relativamente rústica, apresenta ciclo muito curto possibilitando um rápido retorno financeiro (MINAMI et al., 1998).

Entre os fatores que afetam a produção das plantas de rabanete, as variáveis climáticas são de grande importância. A luz solar é a principal

Recebido em: 19 fev. 2010. Aceito para publicação em: 28 mai. 2010.

¹ Graduandos do curso de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste/Departamento de Agronomia/Guarapuava, PR-Brasil. Trajano Reis, 1025, Alto da XV. CEP 85065170. e-mail: irescristina21@hotmail.com.

² Professor, Ph.D. Universidade Estadual do Centro-Oeste/Departamento de Agronomia/Guarapuava, PR-Brasil.

Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia v3 n3 Set.- Dez. 2010

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

fonte de energia para as plantas, sendo utilizada na síntese de ligações químicas altamente energéticas, e compostos de carbono reduzido (LAWLOR, 2001). Sabe-se que a luz solar é um fator fundamental ao crescimento e desenvolvimento vegetal, seja através de processos fotomorfogênicos ou fotossintéticos (LARCHER, 2000). De acordo com AMUNTS e NELSON (2008), os vegetais têm a capacidade de se desenvolverem bem em uma ampla faixa de luz solar, variando de $1 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para certas algas do Ártico até cerca de $2000 \mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para outras plantas.

Além da luz solar, a temperatura influencia o metabolismo das plantas alterando a velocidade das reações químicas e a atividade das enzimas que participam deste processo. Sob elevadas temperaturas a velocidade das reações é tão alta que a disponibilidade de substrato e o transporte de energia não a acompanham. Segundo LARCHE (2000) na fotossíntese a fixação e redução do dióxido de carbono (CO_2) ocorre lentamente em baixas temperaturas, aumentando com o aquecimento até um valor ótimo e, em temperaturas acima da ótima, a carboxilação da Ribulose Bifosfato (RuBP) diminui consideravelmente. Isso ocorre, pois, com o aumento da temperatura, a razão $\text{O}_2:\text{CO}_2$ é alterada. A solubilidade do CO_2 diminui se comparada ao O_2 , desse modo a fotorrespiração é favorecida, diminuindo o rendimento fotossintético (KERBAUY, 2004). Além disso, altas temperaturas provocam um desbalanço na admissão e expulsão de CO_2 pelas plantas (ATKIN et al., 2007).

A região de temperatura ótima para as plantas expressarem todo seu potencial é aquela em que atinge mais de 90% da capacidade fotossintética. Altas temperaturas propiciam aumento na fotorrespiração e na respiração mitocondrial, o que acaba por diminuir o rendimento fotossintético. Todavia, esse efeito pode ser diminuído caso a planta possua uma faixa de temperatura ótima ampla, favorecendo o rendimento fotossintético, já que variações da temperatura não comprometeriam a fisiologia da planta de forma significativa. A rapidez com que a temperatura máxima limita o processo fotossintético depende da sensibilidade ao calor e da intensidade de aumento da respiração em função da temperatura (LARCHER, 2000). A temperatura tem grande

influência na capacidade da enzima Ribulose 1,5 Bifosfato Carboxilase (Rubisco) em desenvolver sua função de fixação de carbono (ANDERSSON e BACKLUND, 2008).

Apesar de se constatar a produção de rabanetes pelos agricultores da região de Guarapuava (PR), há escassa informação sobre os efeitos da luz solar e da temperatura no crescimento desta espécie. Assim, para aumentar as informações técnicas sobre a cultura do rabanete, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da luz solar e temperatura no crescimento de plantas de rabanete cultivado em estufa na cidade de Guarapuava (PR).

Material e Métodos

O experimento foi realizado no campo experimental do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava (PR), conduzido sob cultivo protegido, em estufa do tipo capela com dimensões de 23 m x 7 m. A semeadura foi realizada no dia 23 de abril de 2009, colocando-se 3 sementes dos cultivares Cometa e Gigante em cada vaso com capacidade para aproximadamente 500 mL, preenchidos com areia lavada como substrato. Semanalmente foi acrescentada aos vasos cerca de 100 mL de solução nutritiva completa (MACHILIS e TORREY, 1956). Quatro dias após a semeadura (DAS) foi feito o desbaste, deixando-se apenas a plântula mais vigorosa em cada vaso e se iniciou o tratamento colocando-se as plantas em diferentes ambientes.

Formaram-se três tratamentos diferentes: temperatura, iluminância e testemunha, todas conduzidas sob cultivo protegido. As plantas testemunhas foram colocadas em estufa, sem restrição de luz solar. No tratamento com restrição de luz solar (iluminância), as plantas foram colocadas dentro de uma armação de madeira revestida com tela de sombreamento negro (50% de redução), com dimensões de 80 cm de largura e comprimento por 75 cm de altura, dentro da mesma estufa das plantas testemunha. No tratamento com temperatura elevada (temperatura), as plantas foram colocadas dentro de outra estufa, também de formato capela, porém com menor circulação de ar e, portanto com temperaturas mais elevadas. A temperatura

no tratamento iluminância e a iluminância no tratamento temperatura foram similares àquelas do tratamento testemunha.

Semanalmente registraram-se as temperaturas máxima e mínima para cada ambiente através da leitura em termômetro digital e as intensidades de luz solar por meio da utilização de um luxímetro digital portátil (LD-200, Instrutherm).

Os dados de altura e número de folhas foram coletados em três períodos do ciclo de desenvolvimento da cultura: aos 14, 21 e 28 DAS. Aos 28 DAS, as plantas foram colhidas para se calcular a área foliar e a massa de matéria seca da parte aérea e da raiz. A área foliar foi obtida com fotos digitais de todas as folhas da planta que posteriormente foram manipuladas com o programa ImageJ (ABRAMOFF et al., 2004). A massa de matéria seca total, calculada com a soma da massa seca da parte aérea e subterrânea, foi determinada após secagem em estufa de aeração forçada (70 °C) até atingir massa constante.

A parcela experimental se constituiu em um vaso e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($\alpha=0,05$). Compararam-se os tratamentos em cada data de avaliação.

Resultados e Discussão

As plantas sob restrição de luz (iluminância)

receberam em média 45,6% menos luz solar comparadas às plantas testemunha, e as plantas do tratamento sob temperatura elevada foram submetidas a temperaturas, em média, 7 °C superiores às plantas testemunha durante o período de crescimento (Figura 1), sendo possível concluir que os tratamentos proporcionaram ambientes com diferente quantidade de luz solar e temperatura.

Comparando-se as médias de altura das plantas de rabanete, verificou-se diferença entre os tratamentos no cultivar Cometa nas três avaliações, onde plantas submetidas à maior temperatura ou com menor iluminância cresceram mais que as plantas do tratamento testemunha (Figura 2a). Entretanto, o mesmo comportamento não foi observado para o cultivar Gigante (Figura 2b), de modo que se pressupõem que a restrição de iluminância ou a maior temperatura podem afetar a altura das cultivares de modo diferente. Apesar do rabanete se desenvolver bem em temperaturas amenas, a faixa ótima para o bom crescimento dessa planta é de 7 a 32 °C. Provavelmente a maior temperatura pode ter propiciado aumento da atividade fotossintética, uma vez que as temperaturas durante o experimento não ultrapassaram a faixa considerada ótima para a cultura (Figura 1). Em experimento realizado por BARROS e LEMONS FILHO (2007) com plantas de *Dalbergia nigra*, estas tiveram rendimento fotossintético reduzido quando expostas a temperaturas extremas, ou seja, fora da faixa ótima.

No que se refere ao número de folhas,

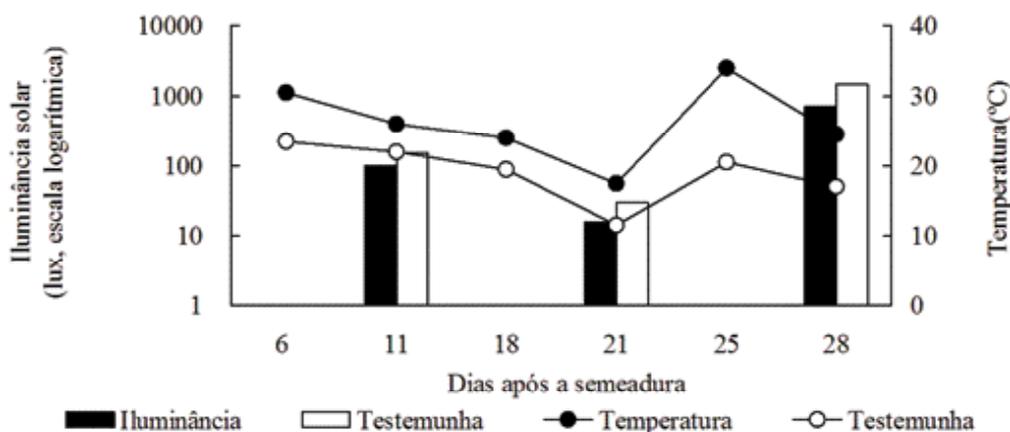
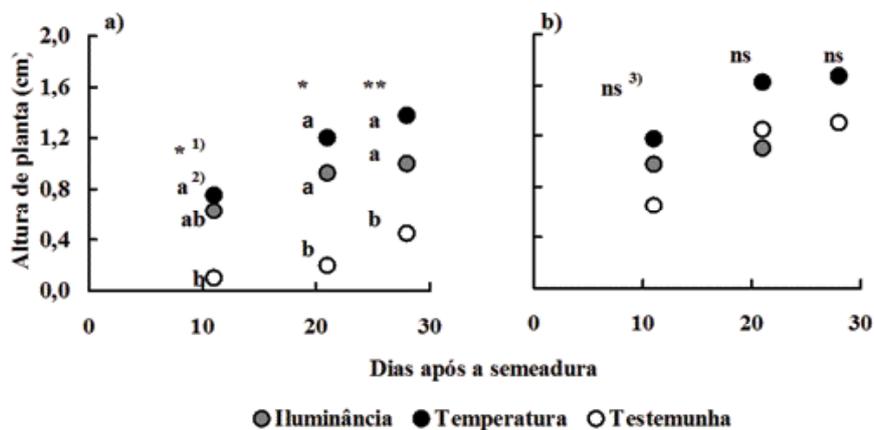


Figura 1. Variação da luz solar (a) e da temperatura (b) no decorrer do desenvolvimento de plantas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) cultivadas sob cultivo protegido em Guarapuava (PR), 2009.



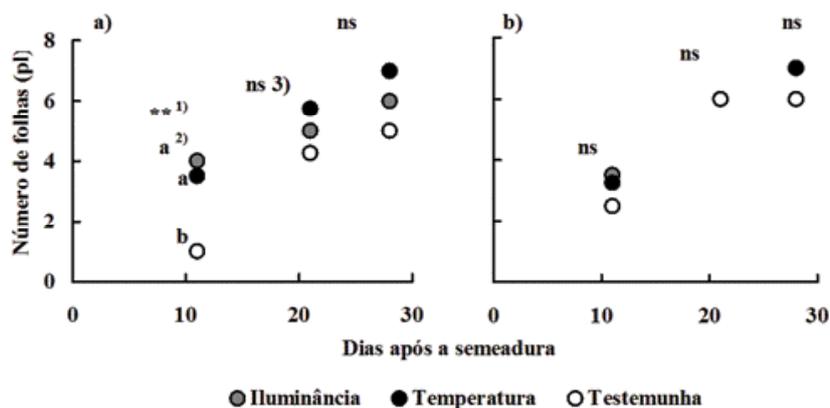
1) ns, * e **: Diferença estatística não significativa e significativas a 5 e 1%, respectivamente. Os tratamentos foram analisados separadamente em cada data de avaliação.

2) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Figura 2. Efeito da restrição de luz solar (iluminância) e altas temperaturas (temperatura) sobre a altura de plantas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) dos cultivares Cometa (a) e Gigante (b), conduzidas sob cultivo protegido em Guarapuava-PR, 2009.

constatou-se diferença somente na primeira avaliação para o cultivar Cometa, onde as plantas dos tratamentos temperatura e iluminância obtiveram um maior número de folhas comparadas às plantas testemunha (Figura 3a). Resultado semelhante foi obtido por SOUZA et al. (1999), que observaram

que o número de folhas de rabanete não foi afetado pela redução da intensidade luminosa. Esse resultado demonstra que o número de folhas de plantas de rabanete é uma característica pouco afetada pelos tratamentos propostos no trabalho. Isso pode ser, de certa forma, uma vantagem ao produtor, uma



1) ns, e **: Diferença estatística não significativa e significativas a 1%, respectivamente. Os tratamentos foram analisados separadamente em cada data de avaliação.

2) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$) na mesma data de avaliação.

Figura 3. Efeito da restrição de luz solar (iluminância) e altas temperaturas (temperatura) sobre o número de folhas de plantas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) dos cultivares Cometa (a) e Gigante (b), conduzidas sob cultivo protegido em Guarapuava (PR), 2009.

vez que o aumento de temperatura ou uma menor iluminância não afeta de modo intenso o número de folhas de plantas de rabanete.

Na avaliação da massa de matéria seca total (massa seca aérea + subterrânea) das plantas não se constatou diferença entre os tratamentos para o cultivar Cometa (Figura 4a). Entretanto, no cultivar Gigante observou-se diferença estatística significativa, onde as plantas submetidas ao tratamento temperatura formaram uma maior massa de matéria seca total (Figura 4b). Apesar de não se constatar diferença estatística significativa na massa seca total para o cultivar Cometa, observa-se que as médias dos tratamentos tiveram um comportamento semelhante ao observado no cultivar Gigante.

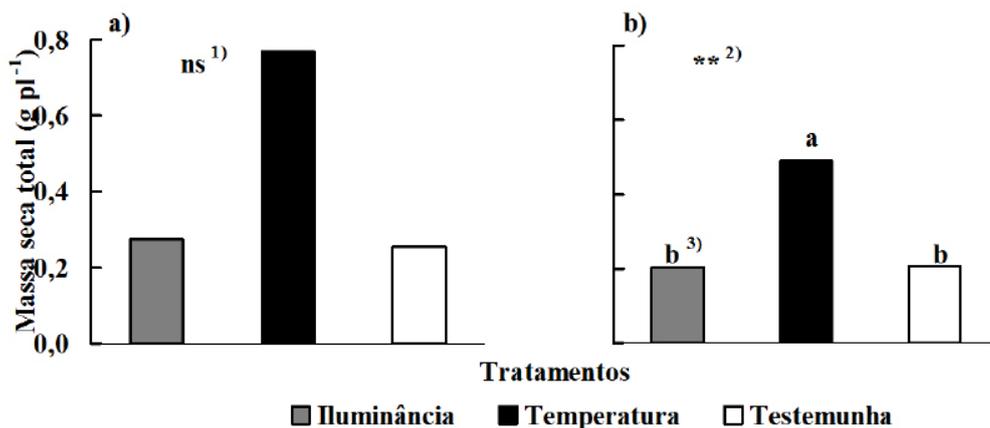
Este resultado corrobora com os resultados obtidos por PEREIRA (2002) que observou maior produção de massa de matéria seca em plantas de rabanete cultivadas em túneis baixos comparados a plantas cultivadas sem cobertura plástica e sob menor temperatura. Entretanto, os resultados do estudo onde para ambos os cultivares não se observou diferença entre as plantas testemunhas e iluminância (Figura 4a e 4b) contradizem o resultado observado por SCHMITT et al. (1986) que observaram um menor crescimento de plantas submetidas a uma menor quantidade de luz solar. Esta discrepância

entre os resultados deve-se provavelmente à diferença de restrição de iluminância empregada em cada trabalho.

Constatou-se diferença entre os dados de área foliar das plantas do cultivar Cometa, onde aquelas sob tratamento temperatura diferiram da testemunha, apresentando maior área foliar (Figura 5a). Resultado semelhante foi obtido por CRACKER et al. (1982) que observaram que a luz influenciou no desenvolvimento de órgãos foliares e de armazenamento de rabanete. Por outro lado, MARCELIS et al. (1997) observaram uma produção de área foliar média de 140 cm² pl⁻¹ e constataram que plantas de rabanete submetidas a 40% de redução de luz solar formaram uma menor área foliar quando comparadas à testemunha sem redução de luz solar. Em plantas do cultivar Gigante não se verificou diferença estatística na área foliar entre os tratamentos (Figura 5b). Este resultado contradiz àqueles obtidos por CRACKER et al. (1982) que trabalhando com plantas de rabanete concluíram que a entrada diária de energia solar foi o principal fator que afetou o crescimento foliar.

Conclusões

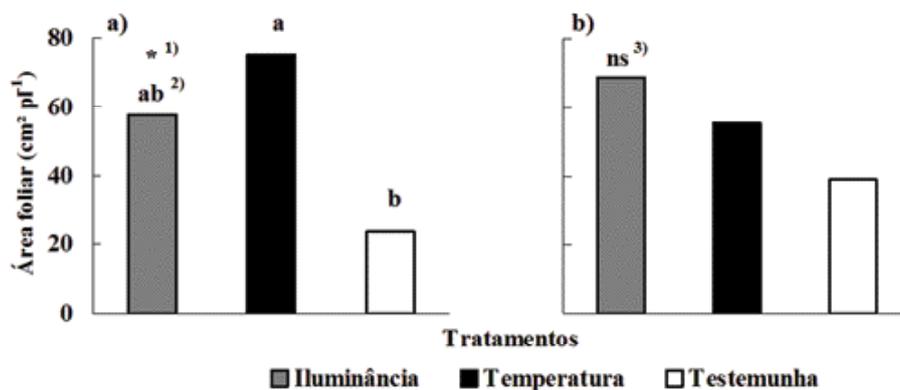
Conclui-se que nas condições do estudo a



1) ns e **: Diferença estatística não significativa e significativas a 1%, respectivamente.

2) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Figura 4. Efeito da restrição de luz solar (iluminância) e altas temperaturas (temperatura) na massa seca total de plantas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) dos cultivares Cometa (a) e Gigante (b), conduzidas sob cultivo protegido em Guarapuava (PR), 2009.



1) ns e *: Diferença estatística não significativa e significativas a 5%, respectivamente.

2) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$).

Figura 5. Efeito da restrição de luz solar (iluminância) e altas temperaturas (temperatura) na área foliar de plantas de rabanete (*Raphanus sativus* L.) dos cultivares Cometa (a) e Gigante (b), conduzidas sob cultivo protegido em Guarapuava-PR, 2009.

restrição da radiação solar torna plantas de rabanete mais baixas e com maior número de folhas no início de seu desenvolvimento e, quando submetidas à temperatura mais elevada, dentro da faixa ótima, apresentam maior altura, maior peso de massa seca total e maior área foliar, dependendo do cultivar.

Referências

Apresentadas no final da [versão em inglês](#).