

## COMPORTAMENTO FISIOLÓGICO DO RABANETE SOB ESTRESSE HÍDRICO.

**Vitor José Brum<sup>1</sup>, Izaías dos Santos Bregonci<sup>2</sup>, Rosembergue Bragança<sup>3</sup>, Moisés Zucoloto<sup>4</sup>, José Eduardo Macedo Pezzopane<sup>5</sup>, Edvaldo Fialho dos Reis<sup>6</sup>**

<sup>1-4</sup>CCA-UFES/PPGPV, Alto Universitário s/n - Alegre-ES

[vitor-ms@cca.ufes.br](mailto:vitor-ms@cca.ufes.br), [izaias-ms@cca.ufes.br](mailto:izaias-ms@cca.ufes.br), [rosembergue-ms@cca.ufes.br](mailto:rosembergue-ms@cca.ufes.br), [moiseszucoloto@hotmail.com](mailto:moiseszucoloto@hotmail.com)

<sup>5,6</sup>CCA-UFES/Engenharia Rural, Alto Universitário s/n - Alegre-ES

[jemp@cca.ufes.br](mailto:jemp@cca.ufes.br), [edreis@cca.ufes.br](mailto:edreis@cca.ufes.br)

**Resumo** - O ensaio foi conduzido em casa de vegetação, no CCA-UFES, em Alegre-ES nos meses de outubro e novembro de 2005 e, teve como objetivo avaliar o comportamento fisiológico de plantas de rabanete, submetido a estresse hídrico em diferentes fases fenológicas. Dividiu-se o ciclo de produção do rabanete em cinco fases fenológicas, em dias: fase I (0 a 7); fase II (7 a 14); fase III (14 a 21); fase IV (21 a 28) e fase V (28 a 35). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições. Os tratamentos na parcela foram estresse hídrico nas fases II; III e IV, respectivamente, denominados D7; D14 e D21 e, a testemunha D0 que foi irrigada durante todo o ciclo da cultura. Na subparcela foram feitas avaliações ao 7<sup>o</sup>; 14<sup>o</sup>; 21<sup>o</sup>; 28<sup>o</sup> e 35<sup>o</sup> dia. Cada vaso de polietileno, com três plantas, representou uma parcela. A partir dos dados: massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e área foliar, fez-se inferências sobre as características fisiológicas: taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida e razão de área foliar. O estresse hídrico influenciou negativamente a taxa de crescimento absoluto, relativo e razão de área foliar, sendo indiferente para a taxa de assimilação líquida.

**Palavras-chave:** *Raphanus sativus*; rabanete; estresse hídrico; fisiologia.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

O rabanete (*Raphanus sativus*) é uma olerícola de pequeno porte, da família brassicaceae e, sua parte comestível é a raiz carnuda, de formato globular, ovóide ou alongado (FILGUEIRA, 1982). É plantado em sulcos de 10 a 15 mm de profundidade, espaçamento entre fileiras variável de 15 a 25 cm combinados com distâncias de 8 a 10 cm na fileira, sendo que os maiores espaçamentos são usados para cultivares de parte aérea maior. O desbaste do excesso de plantas é feito quando estas atingem 5 cm de altura (FILGUEIRA, 1982; 2003).

A água útil do solo deve ser mantida próxima a 100 %, flutuações no teor hídrico do solo acarretam rachaduras nas raízes (FILGUEIRA, 1982; 2003). A irrigação no cultivo de olerícolas é uma prática obrigatória devido a má distribuição de chuvas no Brasil. Mas, os olericultores, de modo geral, não fazem manejo correto da aplicação de água, irrigando em excesso ou provocando déficit hídrico nas plantas. Estresse hídrico ao longo do ciclo da cultura pode alterar seu desenvolvimento, modificando a fisiologia, morfologia e, principalmente, afetando as relações bioquímicas (KRAMER, 1969 apud PEREIRA et al., 1999). Segundo Taiz e Zeiger (2004) o estresse em plantas pode ser medido em relação a produtividade agrícola, crescimento (acumulação

de biomassa) ou processo primário de assimilação (absorção de CO<sub>2</sub> e de minerais) que estão relacionados ao crescimento geral. A análise de crescimento ainda é o meio mais acessível e bastante preciso para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal (BENINCASA, 2003). O passo inicial para realização do manejo de irrigação é estabelecer as fases de desenvolvimento da cultura. Em geral, as hortaliças apresentam quatro fases distintas, segundo Marouelli; Silva e Silva (2001): i) Fase I (inicial) - do plantio até a emergência das plântulas; ii) Fase II (vegetativa) - do final da fase I até 80% do máximo desenvolvimento vegetativo; iii) Fase III (produção) - do início da formação do tubérculo (engrossamento) até máximo de desenvolvimento do tubérculo; iv) Fase IV (maturação) - do final da fase III até a colheita. A colheita do rabanete inicia-se aos 23 a 28 dias após o semeio direto, podendo estender-se por um período de 10 dias, dependendo da cultivar e clima durante o cultivo (FILGUEIRA, 1982). Existe pouca informação sobre a resposta fisiológica do rabanete sob estresse hídrico.

Buscou-se no presente trabalho avaliar o comportamento fisiológico de plantas de rabanete submetido a estresse hídrico.

## Materiais e Métodos

O ensaio que originou os dados para este estudo, foi conduzido em casa de vegetação com cobertura de lona plástica transparente de 150 micras, e sub cobertura de sombrite 30 % de sombra, laterais fechadas com clarite 30%, no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizado no município de Alegre, Estado do Espírito Santo, situado a uma altitude de 270 m e com coordenadas geográficas 20° 45' S e 41° 30' W.

Foram plantadas seis sementes de rabanete, cultivar VIP Crimson Seleção Especial, por vaso de polietileno de 4,5 L. O desbaste foi realizado no 7º dia após a semeadura, deixando três plantas por vaso. O substrato peneirado foi composto (v/v) por 50% de terra, 30% de esterco bovino curtido e 20% de areia lavada. As adubações de plantio e cobertura foram feitas de acordo com recomendação de Filgueira (2001), Dadalto e Fullin (2001).

O ciclo de produção do rabanete foi dividido em 5 fases fenológicas: fase I - de 0 a 7 dias; fase II de 7 a 14 dias; fase III - de 14 a 21 dias; fase IV - de 21 a 28 dias; fase V - de 28 a 35 dias da semeadura, adaptado de Marouelli; Silva e Silva (2001).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em parcela subdividida, com 4 repetições. Os tratamentos da parcela foram constituídos de estresse hídrico em 3 diferentes fases fenológicas da cultura: fase II, fase III e fase IV, respectivamente denominada de D7; D14 e D21 e a testemunha D0 recebeu irrigação durante todo o ciclo da cultura. Nas fases I e V todas as parcelas, de todos os tratamentos, foram mantidas com umidade próxima a 100% de água disponível. A subparcela foi formada de avaliações ao 7º; 14º; 21º; 28º e 35º dias após a semeadura.

Na testemunha e quando se suspendia o estresse hídrico dos tratamentos, o nível de umidade do solo era mantido próximo a 100% de água disponível.

As irrigações foram realizadas diariamente ao final da tarde, para os tratamentos que não estavam submetidos ao estresse hídrico. Avaliou-se as características de crescimento: massa seca da parte aérea, da raiz e área foliar, fazendo-se inferências sobre as características fisiológicas: taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida, razão de área foliar, de acordo com fórmulas citadas por Benincasa (2003).

Os dados observados foram submetidos à análise de variância através do programa SAEG 9.0.

## Resultados

A análise de variância mostrou significância para a interação entre o estresse hídrico e o tempo de avaliação para as características: massa seca da parte aérea, da raiz e área foliar (BRUM et. al, 2006) (no prelo), omitindo-se nesse trabalho as suas respectivas considerações.

Na Tabela 1 encontra-se os valores de massa seca total, resultante do somatório de massa seca da parte aérea com massa seca da raiz e área foliar, obtidos por Brum e outros (2006). Com esses valores inferiu-se sobre características fisiológicas: taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa de assimilação líquida e razão de área foliar, cujos resultados serão apresentados, para melhor compreensão e visualização, nos Gráficos 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1- Massa seca total (MST), área foliar (AFO), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo (TCR), taxa de assimilação líquida (TAL) e razão de área foliar (RAF) de plantas de rabanete sob estresse hídrico (EH) em função do tempo de avaliação (TAV), CCA-UFES, Alegre-ES, 2005.

EH	TAV (dias)	MST (g)	AFO (cm <sup>2</sup> )	TCA (g sem <sup>-1</sup> )	TCR (g g <sup>-1</sup> sem <sup>-1</sup> )	TAL (g cm <sup>-2</sup> sem <sup>-1</sup> )	RAF (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )
D0	7	0,0215	5,6925	0,0215	1,0217	0,0039	264,7674
	14	0,0856	58,0450	0,0641	1,3816	0,0028	678,0958
	21	0,3756	94,8900	0,2900	1,4788	0,0039	252,6358
	28	0,3995	75,0775	0,0239	0,0617	0,0003	187,9287
	35	2,2483	95,0492	1,8488	1,7277	0,0218	42,2760
D7	7	0,0215	5,6925	0,0215	1,0217	0,0039	264,7674
	14	0,0709	36,6925	0,0494	1,1932	0,0030	517,5247
	21	0,2508	59,7650	0,1799	1,2634	0,0038	238,2974
	28	0,2792	33,5425	0,0284	0,1073	0,0006	120,1379
	35	1,0761	62,2700	0,7969	1,3492	0,0172	57,8664
D14	7	0,0215	5,6925	0,0215	1,0217	0,0039	264,7674
	14	0,0856	58,0450	0,0641	1,3816	0,0028	678,0958
	21	0,2363	52,5300	0,1507	1,0154	0,0027	222,3022
	28	0,2636	42,0825	0,0273	0,1093	0,0006	159,6453
	35	1,3950	61,3725	1,1314	1,6662	0,0221	43,9946
D21	7	0,0215	5,6925	0,0215	1,0217	0,0039	264,7674
	14	0,0856	58,0450	0,0641	1,3816	0,0028	678,0958
	21	0,3756	94,8900	0,2900	1,4788	0,0039	252,6358
	28	0,3310	39,2400(0,0446)	(0,1264)	(0,0007)		118,5498
	35	1,5926	68,7200	1,2616	1,5710	0,0240	43,1496

sem = semana.

Números entre parênteses são negativos.

Observa-se na Figura 1 que a velocidade de crescimento até aos 14 dias é muito lenta, aumentando muito de 14 até 21 dias, sendo que os estresses nas fases II e III proporcionaram menor velocidade de crescimento para esse

período. De 21 a 28 dias todos os tratamentos reduziram sua velocidade de crescimento, com o estresse na fase III apresentando valor negativo. Mas, de 28 a 35 dias, quando é suspenso o estresse hídrico, a velocidade de crescimento cresce enormemente, com supremacia da testemunha.

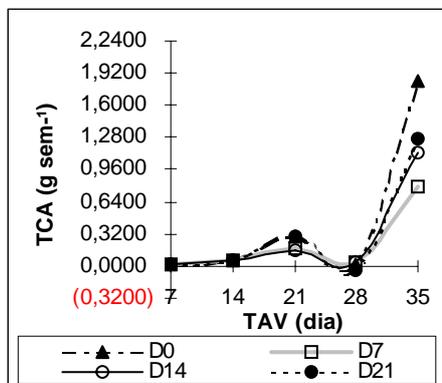


Figura 1 – Valores médios da taxa de crescimento absoluto (TCA) de plantas de rabanete nos tempos de avaliação (TAV), sob estresse hídrico nas fases fenológicas II (D7); III (D14) e IV (D21) e a testemunha (D0), sem estresse, CCA-UFES, Alegre-ES, 2005.

Observa-se na Figura 2 que o estresse aplicado em todas as fases fenológicas fez com que a taxa de crescimento relativo reduzisse. Também se verifica que no período de 21 a 28 dias a testemunha a sua taxa de crescimento reduzida. De 28 a 35 dias a TCR aumenta enormemente.

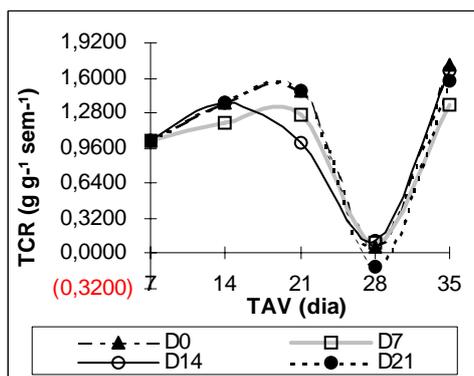


Figura 2 – Valores médios da taxa de crescimento relativo (TCR) de plantas de rabanete nos tempos de avaliação (TAV), sob estresse hídrico nas fases fenológicas II (D7); III (D14) e IV (D21) e a testemunha (D0), sem estresse, CCA-UFES, Alegre-ES, 2005.

Na Figura 3 é apresentada a taxa de assimilação líquida, mostrando que seu comportamento foi semelhante para todos os tratamentos, durante todo o ciclo da planta,

evidenciando ainda a redução maior aos 28 dias e, com o estresse aplicado na fase IV apresentando resultado negativo nesse período. De 28 a 35 dias é verificado um enorme crescimento dessa taxa para todos os tratamentos.

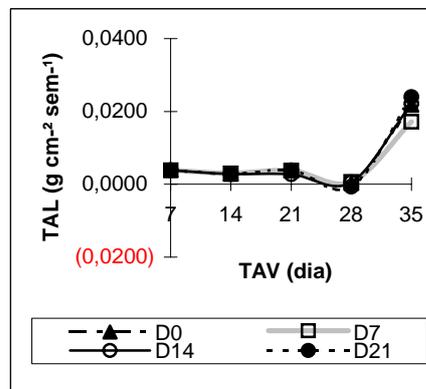


Figura 3 – Valores médios da taxa de assimilação líquida (TAL) de plantas de rabanete nos tempos de avaliação (TAV), sob estresse hídrico nas fases fenológicas II (D7); III (D14) e IV (D21) e a testemunha (D0), sem estresse, CCA-UFES, Alegre-ES, 2005.

Observa-se na figura 4 que a razão de área foliar é máxima aos 14 dias para todos os tratamentos, sendo que o estresse na fase II apresentou o menor valor. E, a partir desse ponto, há declínio para todos os tratamentos. Ficando evidenciado que a partir daí houve aumento da massa seca total.

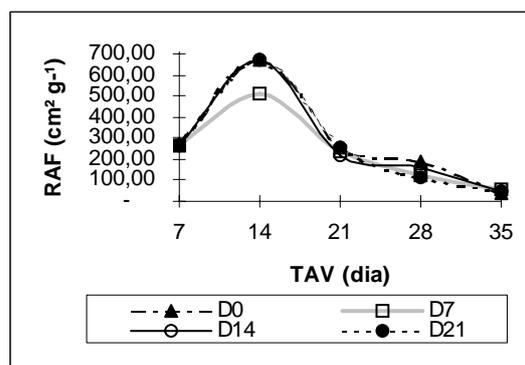


Figura 4 – Valores médios da razão de área foliar (RAF) de plantas de rabanete nos tempos de avaliação (TAV), sob estresse hídrico nas fases fenológicas II (D7); III (D14) e IV (D21) e a testemunha (D0), sem estresse, CCA-UFES, Alegre-ES, 2005.

## Discussão

O crescimento da planta como um todo é função do que é armazenado e do que é produzido em termos de material estrutural (BENINCASA, 2003).

Como a taxa de crescimento absoluto foi calculada pela diferença da massa seca total entre duas avaliações consecutivas e não individualizada para a parte aérea e raiz, só é possível inferir sobre o crescimento da planta como um todo. Assim, fica impossibilitado de se analisar previsíveis trocas de assimilados entre essas estruturas morfológicas, pois o balanço funcional entre elas é alterado sob estresse hídrico (TAIZ; ZEIGER, 2004). Convém ressaltar que a depender da magnitude dos sucessivos incrementos de biomassa ou perda de material estrutural (raiz e folha) no período considerado, a taxa de crescimento poderá aumentar, diminuir a ponto de se anular ou negativar. Desse modo, todos os tratamentos sob estresse apresentaram menor taxa de crescimento quando comparados com os que não estavam submetidos a estresse naquele período, sugerindo que o estresse hídrico limitava novos acréscimos de massa seca. No período de 21 a 28 dias, época recomendada para colheita desse cultivar, nenhum tratamento apresentou expressiva taxa de crescimento, chegando mesmo a valor negativo para o tratamento da fase IV. Mas, no período de 28 a 35 dias, quando todos os tratamentos estavam com disponibilidade de água próxima a 100%, houve um exacerbado crescimento para todos os tratamentos.

Todos os tratamentos mostraram oscilação da taxa de crescimento relativo ao longo das fases fenológicas estudadas, estando de acordo com Benincasa (2003), alicerçado na dependência dessa característica fisiológica com a razão de área foliar e a fotossíntese líquida. De 28 a 35 dias todos os tratamentos voltam a apresentar outro pico de crescimento, sugerindo que a planta se preparava para um novo ciclo, provavelmente, a reprodutiva.

A fotossíntese líquida ou taxa de assimilação líquida teve comportamento semelhante para todos os tratamentos, mostrando ser pouco responsiva ao estresse hídrico dado nas condições desse experimento, estando de acordo com citação de Taiz e Zeiger (2004), sobre estresse hídrico moderado. Também, segundo Larcher (2000) a estratégia de sobrevivência de plantas em ambientes estressantes não é a maximização da produtividade, mas um equilíbrio entre rendimento e sobrevivência.

A razão de área foliar expressa unidade de superfície da folha que está sendo usada para produzir um grama de massa seca (BENINCASA; 2003), como esperado, a razão de área foliar aumentou até um máximo aos 14 dias, com menor valor nesse período para o estresse na fase II, traduzido por redução na sua área foliar, já que a massa seca total foi praticamente a mesma para todos os tratamentos. A partir desse ponto ela é declinante, mostrando que a massa seca foi

aumentando, com comportamento semelhante para todos os tratamentos.

## Conclusão

Nas condições desse ensaio o estresse hídrico influenciou negativamente a taxa de crescimento absoluto, relativa e razão de área foliar, sendo indiferente para a taxa de assimilação líquida.

## Referências

- BENINCASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas** (noções básicas). Jaboticabal-SP: FUNEP, 2003. 41p.
- BRUM, V. J. **Avaliação morfofisiológica do rabanete submetido a estresse hídrico**. [S.l.:s.n., 2006].
- DADALTO, G. G.; FULLIN, E. A. **Manual de recomendação de calagem e adubação para o Estado do Espírito Santo: 4ª aproximação**. Vitória-ES: SEEA/INCAPER, 2001. p. 184-185.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa-MG: UFV, 2003. p. 289-290..
- FILGUEIRA, F.A.R. **Manual de olericultura: cultura e comercialização de hortaliças**. São Paulo: CERES, v. II, 1982. p. 62-65
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2001. 531p.
- MAROUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água, aspectos do sistema e método prático de manejo**. Brasília: Embrapa informação tecnológica CNPH, 2001.111p.
- PEREIRA, J.P.; BLANCK, A F.; SOUZA, R. J. de; OLIVEIRA, P. M. ; LIMA, L. A. **Efeito dos níveis de reposição e frequência de irrigação sobre a produção e qualidade do rabanete**. Revista de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.3,n.1, 1999. p.117-120.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3 ed. 2004, 719p.