

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE CENOURA EM SOLO DE MINERAÇÃO DE CALCÁRIO SOB DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS E ADUBAÇÕES

GERMINATION AND VIGOR OF CARROT SEEDS IN LIMESTONE MINING SOIL UNDER DIFFERENT LIGHT INTENSITIES AND FERTILIZATIONS

Paulo C. Cavatte¹; João B. Zonta^{1*}; José C. Lopes²; Leandro T. de Souza¹;
João H. Zonta¹; Rithiely P. Q. Cavatte¹

RESUMO

Dentre as condições ideais para germinação, o tipo de solo é muito importante, pois, interfere não apenas na germinação das sementes mas, também, no desenvolvimento pós-seminal. Além da adubação, outro fator importante na emergência e crescimento das mudas é a luminosidade devido sua influência em processos como a fotossíntese. Neste trabalho, objetivou-se avaliar a influência da adubação com esterco bovino, torta de filtro e vinhaça, bem como da luminosidade na germinação e vigor de sementes de cenoura, em solo de mineração de calcário. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em 2005, em Alegre-ES. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 13 x 3 (adubações x luminosidades) e 4 repetições. Os tratamentos constaram de solo de mineração de calcário enriquecido ou não com adubação e 3 níveis de luminosidade. A adubação teve influência direta nas plântulas, pois, as menores intensidades ($13.8 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$) aumentaram a germinação e altura destas, enquanto as maiores intensidades ($1192.8 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2}\text{s}^{-1}$) aumentaram a velocidade de germinação e o ac\u00famulo de mat\u00e9ria seca. A adubação com os 3 materiais org\u00e2nicos e NPK proporcionou maior altura e mat\u00e9ria seca \u00e0s plantas.

Palavras chave: *Daucus carota* L., pl\u00e2ntulas, nutri\u00e7\u00e3o mineral, radia\u00e7\u00e3o solar.

ABSTRACT

The ideal conditions for germination such as the soil type are very important in agriculture. Besides interfering into germination of the seeds they also affect their development after germination. Another important factor in emergency and growth of the seedlings is the brightness, due to its influence on the photosynthesis processes. This study was carried out to evaluate the influence of the fertilization with cattle manure, sugarcane powder and vinase, as well as from the brightness on both germination and vigor of carrot seeds in limestone mining soil. The experiment was conducted during the year 2005, under greenhouse conditions, in Alegre county-ES. The entirely randomized design with a factorial scheme 13 x 3 (fertilizations x brightness) and four replicates was used. The treatments consisted of limestone mining soil either enriched or unenriched with fertilization and subjected to three brightness levels. The brightness directly affected the germination and the development of the carrot plantlets, whereas the lower bright intensities ($13.8 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) increased either germination and plantlet heights and the higher ones ($1192.8 \mu\text{mol photons m}^{-2} \text{s}^{-1}$) increased the germination speed and the dry matter accumulation. The fertilization with those organic materials and NPK provided better results for height and dry matter of the plantlets.

Keywords: *Daucus carota* L., plantlets, mineral nutrition, solar radiation.

INTRODUÇÃO

A cultura da cenoura (*Daucus carota* L.), fam\u00edlia Apiaceae (Umbeliferae), apresenta-se como importante fonte de divisas para o Estado do Esp\u00edrito

Santo, tendo como principais munic\u00edpios produtores Venda Nova do Imigrante, Santa Maria do Jetib\u00e1, Domingos Martins e Santa Leopoldina.

Com a eleva\u00e7\u00e3o dos custos da adubação mineral e a maior conscientiza\u00e7\u00e3o por parte da popula\u00e7\u00e3o

¹ Universidade Federal de Vi\u00e7osa - MG, Fone: (0XX31) 38915738, e-mail: cavattepc@hotmail.com, jobazonta@hotmail.com, souzalts@yahoo.com.br, joaozonta@hotmail.com, rithi.pqc@hotmail.com

² Centro de Ci\u00eancias Agr\u00e1rias da Universidade Federal do Esp\u00edrito Santo, Fone: (0XX28) 3552-8950, e-mail: jclopes@cca.ufes.br

* Autor para correspond\u00eancia

do problema gerado pelo acúmulo de resíduos derivados da atividade humana, os resíduos orgânicos produzidos pelas indústrias, pelas cidades, ou pelo meio rural agrícola, passaram a ter maior importância, sendo utilizados na agricultura para melhorar as condições físicas do solo e aumentar sua fertilidade. O conhecimento das condições ideais para a germinação, principalmente o tipo de solo, é de suma importância, pois fatores como estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, grau de infestação de patógenos, dentre outros, podem interferir na germinação das sementes e desenvolvimento pós-seminal (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Um outro fator importante na emergência e no crescimento das mudas é a luminosidade, devido à influência em processos como a fotossíntese. Fatores como a intensidade, qualidade, duração e periodicidade da luz incidente afetam quantitativa e qualitativamente o desenvolvimento da planta (Pedroso & Varela, 1995). A radiação solar intervém diretamente sobre o crescimento e o desenvolvimento da planta e indiretamente pelos efeitos no regime térmico, sendo fundamental à produção de biomassa, vindo à luz a ser um dos mais importantes fatores determinantes da produtividade fotossintética da planta (Ortolani & Camargo, 1987). Irradiâncias superiores àquelas necessárias para saturar a fotossíntese, freqüentemente acarretam um decréscimo líquido na taxa de transporte de elétrons (Andersson *et al.*, 1994). Todavia, se a fotossíntese e a fotorrespiração não utilizarem a maior fração do poder redutor gerada na fase fotoquímica, poderá ocorrer uma sobre-redução da cadeia de transporte de elétrons do cloroplasto e, nessa condição, elétrons podem daí escapar e serem usados para reduzir o oxigênio molecular, levando à formação de espécies reativas de oxigênio (ERO's) potencialmente capazes de resultar em danos fotoinibitórios e fotooxidativos (Lima *et al.* 2002, Pinheiro *et al.* 2004). Modificações nos níveis de luminosidade a que uma espécie está adaptada pode, dessa forma, acarretar diferentes respostas em suas características fisiológicas, bioquímicas, anatômicas e de crescimento (Atroch *et al.*, 2001). O uso de telas de sombreamento e de cultivares adequadas às condições de temperatura e luminosidade pode contribuir para diminuir os efeitos extremos de radiação, resultando em plantas vigorosas e, conseqüentemente, aumento na produtividade e na qualidade das raízes para consumo.

Na tentativa de maior difusão do cultivo da cenoura, com redução de custos com adubação para o agricultor, utilizando como alternativa materiais inutilizáveis pelas indústrias, propôs-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar a influência da adubação orgânica e mineral, condicionadas a diferentes níveis de luminosidade na germinação e desenvolvimento de plântulas de cenoura.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação localizada no campus do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), município de Alegre-ES, mesoregião sul do Estado, apresentando uma altitude de cerca de 250 metros, sendo o experimento realizado no período de janeiro a março de 2005. Durante a época de condução do experimento a temperatura média foi de 31 °C, sendo a temperatura mínima de 22 °C e a máxima de 39 °C no interior da casa de vegetação. Foram utilizadas sementes de cenoura (*Daucus carota* L cv. Brasília) semeadas em um solo de mineração de calcário enriquecido com diferentes materiais orgânicos e minerais. Para a execução do experimento o solo de mineração de calcário foi analisado química e fisicamente, sendo os valores apresentados na Tabela 1. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise de Solos do CCA-UFES.

Os materiais foram previamente coados em peneira de dois milímetros e misturados nas proporções conforme tratamentos propostos. Os substratos enriquecidos com NPK receberam 14 g de nitrogênio, 48 g de fósforo e 28 g de potássio por 100 litros de substrato. O esterco bovino e a torta de filtro foram incorporados aos substratos na proporção de um terço (1/3). A vinhaça foi misturada ao solo de mineração na proporção de 200 mL por litro de solo. O experimento foi conduzido em sacolas de polietileno com dimensões de 10 x 17 cm, com volume aproximado de 600 mL, sendo que cada parcela experimental foi constituída de 15 sacolas. As sacolas foram acomodadas em forma de canteiros com dimensões de 150 x 220 cm, dispostas sobre uma superfície constituída por uma camada de brita grossa e uma fina camada de areia.

Os tratamentos foram dispostos em arranjo fatorial 13 x 3 (adubações x luminosidades). As adubações foram constituídas pela combinação

de esterco bovino, torta de filtro e vinhaça em presença ou não da adubação com NPK, formando assim as seguintes combinações: 1) Solo de mineração de calcário (SMC); 2) Solo de mineração de calcário + NPK (SMC+NPK); 3) Solo de mineração de calcário + esterco bovino (SMC+EB); 4) Solo de mineração de calcário + torta de filtro (SMC+TF); 5) Solo de mineração de calcário + vinhaça (SMC+V); 6) Solo de mineração de calcário + esterco bovino + NPK (SMC+EB+NPK); 7) Solo de mineração de calcário + torta de filtro + NPK (SMC+TF+NPK); 8) Solo de mineração de calcário + vinhaça + NPK (SMC+V+NPK); 9) Solo de mineração de calcário + esterco bovino + vinhaça (SMC+EB+V); 10) Solo de mineração de calcário + torta de filtro + vinhaça (SMC+TF+V); 11) Solo de mineração de calcário + esterco bovino + vinhaça + NPK (SMC+EB+V+NPK); 12) Solo de mineração de calcário + torta de filtro + vinhaça + NPK (SMC+TF+V+NPK); 13) Solo de mineração de calcário + esterco bovino + torta de filtro + vinhaça + NPK (SMC+EB+TF+V+NPK). Os níveis de luminosidade foram obtidos através da disposição de telas de poliolefinas (sombrite) de cor preta, com capacidade de retenção dos raios luminosos de 50%, a uma altura média de 60 cm da superfície da sacola, quantificados através de um radiômetro (Li-185, Li-Cor, Nebraska, EUA), no mês de janeiro, em dia de céu limpo. Estes correspondem: 1) 1192,8 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (luz

plena); 2) 582,2 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (uma tela), e 3) 13,8 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (duas telas).

A semeadura foi feita em janeiro de 2005 colocando-se duas sementes por sacola a cinco milímetros de profundidade, totalizando 15 sacolas por repetição. Durante o período experimental efetuou-se irrigação diária pela manhã e mais intensamente à tarde. As características avaliadas foram: 1) potencial germinativo das sementes: determinado de acordo com Brasil (1992); 2) índice de velocidade de emergência (IVE): determinado de acordo com a fórmula apresentada por Maguire (1962); 3) matéria seca das plântulas: as plântulas, aos 20 dias pós-semeadura, foram secadas em estufa de circulação forçada a 80° C por 72 horas, até atingir peso constante, e após isso foram pesadas em balança de precisão, sendo os resultados expressos em (mg planta^{-1}) por repetição. 4) altura das plântulas: as plântulas foram medidas com o auxílio de uma régua milimetrada, conforme recomendações de Vieira & Carvalho (1994), sendo os resultados expressos em (cm planta^{-1}) por repetição.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para avaliação da germinação e vigor foram utilizadas 30 sementes e 10 plântulas por repetição respectivamente. As médias foram comparadas entre si pelo teste de agrupamento Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Os dados em porcentagem foram transformados para arco seno $\sqrt{X/100}$.

Tabela 1

Características físicas e químicas do solo de mineração de calcário, Alegre-ES, 2005

Características Químicas										
pH	P1	K	Na+	H++Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	CTC	V	
(H ₂ O)	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³							%
8,9	3,0	17,0	8,0	0,0	0,0	0,9	0,3	1,4	92,7	
Características Físicas										
Ds ²			Dp ³			Porosidade				
g cm ⁻³						%				
1,79			2,89			38,1				

1-extrator de Mehlich, 2 – proveta, 3-balão volumétrico

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito significativo da interação adubações versus luminosidade na porcentagem de germinação de sementes de cenoura. No geral a média de porcentagem de germinação foi ligeiramente superior à medida que se diminuiu a luminosidade (Gráfico 1). Resultados semelhantes foram encontrados por Tonin & Perez (2006). Esses autores, estudando a influência da luminosidade na germinação de sementes de imbuia (*Ocotea porosa*), verificaram que a germinação foi significativamente maior em sementes semeadas na sombra. A adição somente de vinhaça e vinhaça+NPK ao solo de mineração de calcário contribuíram para redução do percentual de germinação da espécie em relação aos demais tratamentos. Maiores porcentagens de germinação foram obtidos nos tratamentos que continham esterco bovino (Gráfico 2).

Verifica-se uma ascensão no índice de velocidade emergência (IVE) à medida que se aumenta a

luminosidade. Avaliando-se as aduções dentro dos níveis de luminosidade, nota-se que nas sementes germinadas sob $1192,8 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, a adição somente de vinhaça ou NPK ao solo de mineração de calcário reduziu significativamente o IVE, sendo que nos níveis $582,2$ e $13,8 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ não houve diferença significativa entre as adubações (Gráfico 3A; Gráfico 3B; Gráfico 3C).

Não foi observada também interação entre os diferentes substratos e níveis de luminosidade quando se estudou a altura de plântulas, sendo os melhores resultados foram obtidos nos substratos SMC, SMC+NPK, SMC+EB+V+NPK e SMC+EB+TF+V+NPK, apresentando plântulas em média com 5 cm. Estudando a altura das plântulas nos níveis de luminosidade, verifica-se que maior altura de plântulas ocorreu nos níveis $582,2$ e $13,8 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, provavelmente devido à menor incidência da radiação solar nas plântulas, diminuindo assim a temperatura e favorecendo o crescimento em altura das plântulas

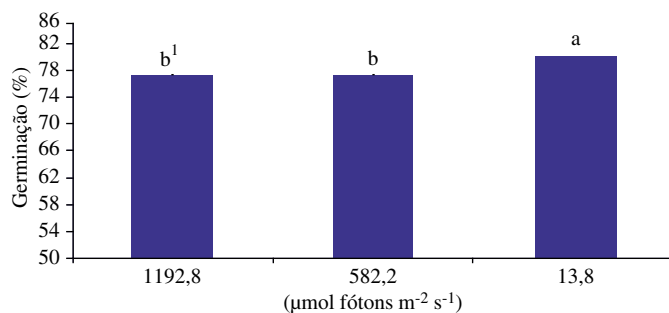


Gráfico 1. Germinação (%) de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) em função de diferentes níveis de luminosidade, Alegre-ES, 2005.
¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de agrupamento Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

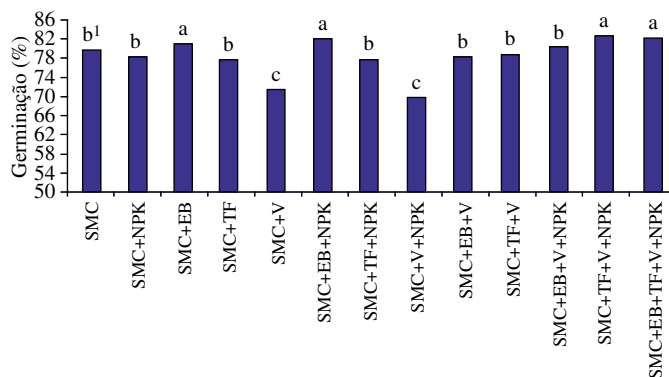
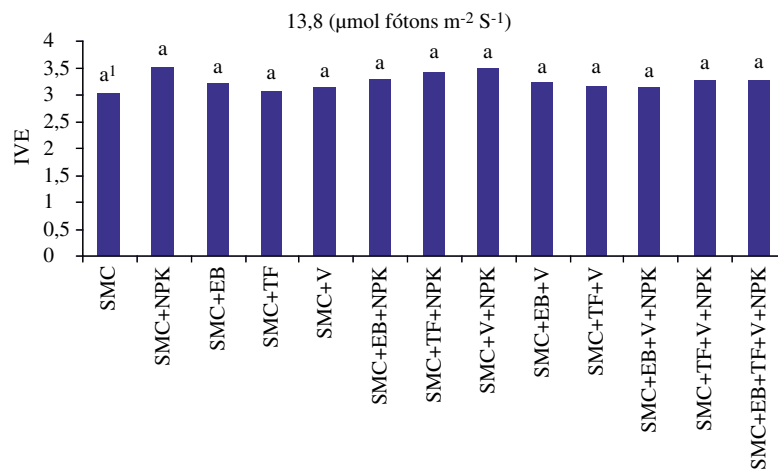
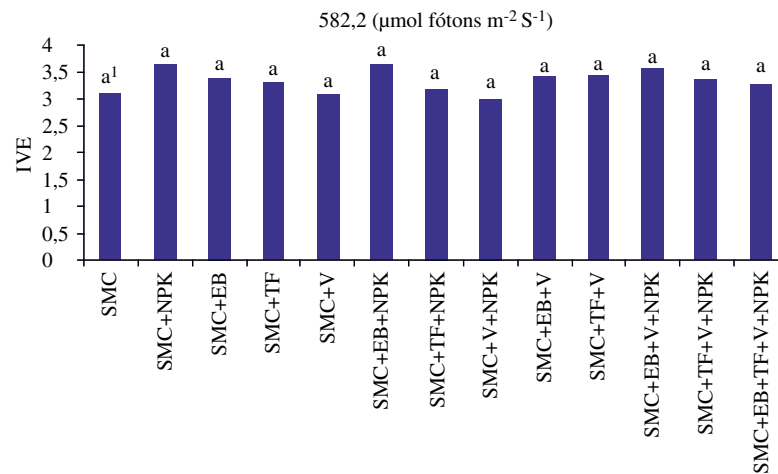


Gráfico 2. Germinação (%) de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) em função de diferentes adubações, Alegre-ES, 2005.
¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de agrupamento Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3A)



3B)



3C)

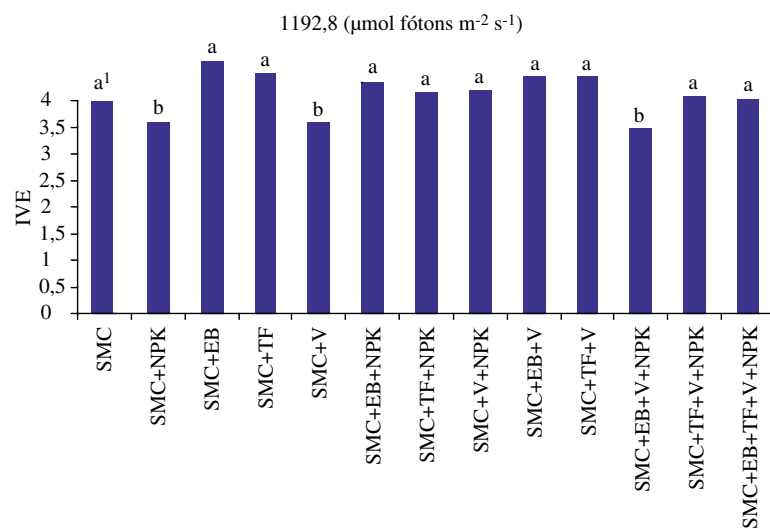


Gráfico 3. Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.) em função de diferentes adubações e níveis de luminosidade, Alegre-ES, 2005.

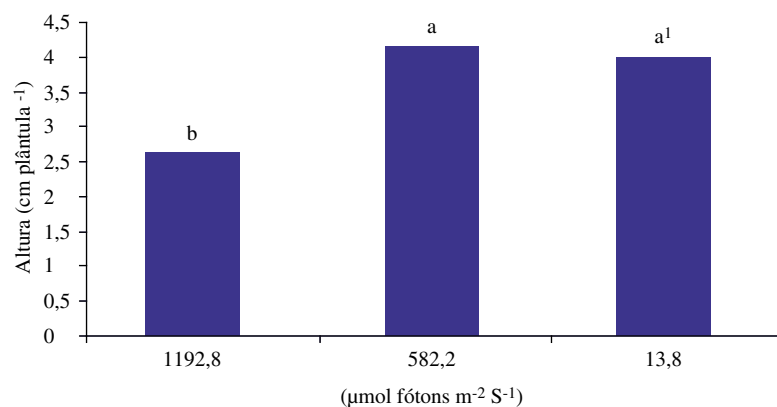
¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de agrupamento Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

(Bragagnolo & Mielniczuk, 1990) (Gráfico 4A; Gráfico 4B).

Em estudos com mudas de licuri (*Syagrus coronata* (MART.) BECC.), Carvalho et al. (2006), verificaram que o crescimento em altura foi maior em plantas submetidas a 30% de luminosidade. Estudando o comportamento de *Sclerolobium paniculatum*, sob diferentes níveis de sombreamento Felfili et al. (1999) verificaram que as plantas apresentaram os maiores valores de altura na condição de 90% de sombreamento. Para os valores de massa seca de plântulas foram observados efeitos significativos da interação entre os tipos de substratos nos diferentes níveis de

luminosidade. Os maiores teores de matéria seca foram obtidos sob 1192,8 $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, diferindo estatisticamente dos outros níveis de luminosidade, sendo os substratos constituídos pelo SMC+EB+TF+V+NPK, o que apresentou maior teor de matéria seca, apresentando plântulas com aproximadamente 6,5 mg. Estes resultados confirmam os obtidos por Didonet et al. (2002), que verificou relação positiva entre a radiação incidente e a taxa de crescimento da cultura do milho, indicando que as plantas acumularam maior quantidade de matéria seca quando a radiação solar incidente foi mais elevada (Gráfico 5A, Gráfico 5B, Gráfico 5C).

4A)



4B)

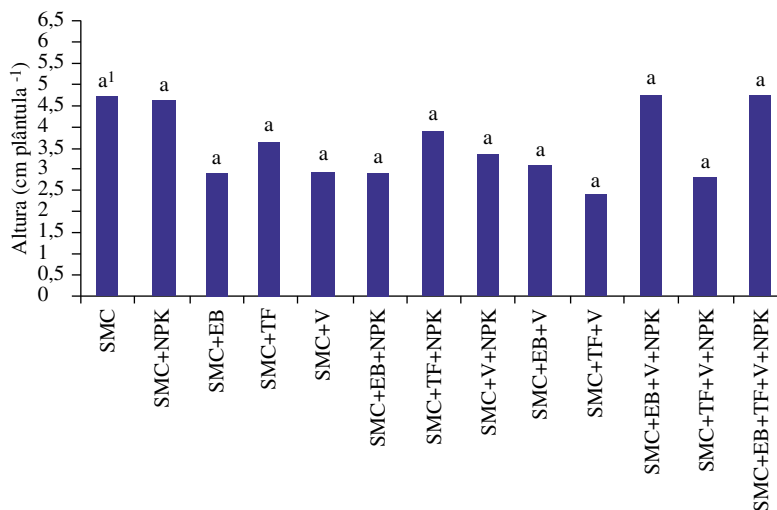
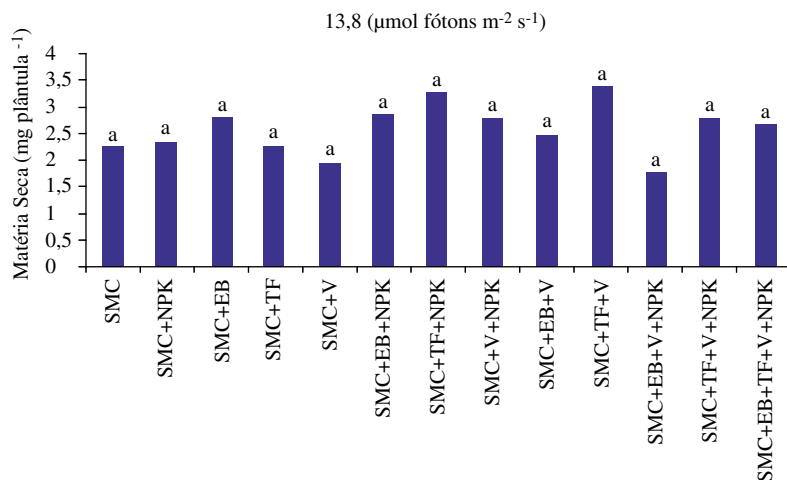


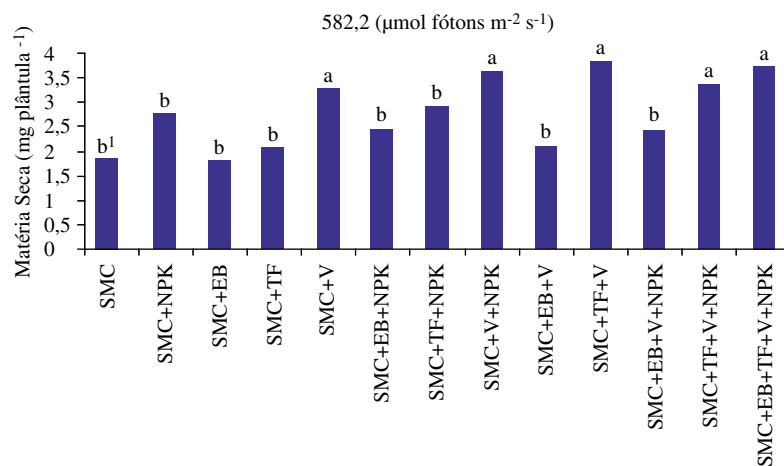
Gráfico 4. Altura (cm plântula⁻¹) de plântulas cenoura (*Daucus carota* L.) em função de diferentes adubações e níveis de luminosidade. CCA-UFES, Alegre-ES, 2005.

1 Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem significativamente entre si, pelo teste de agrupamento Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

5A)



5B)



5C)

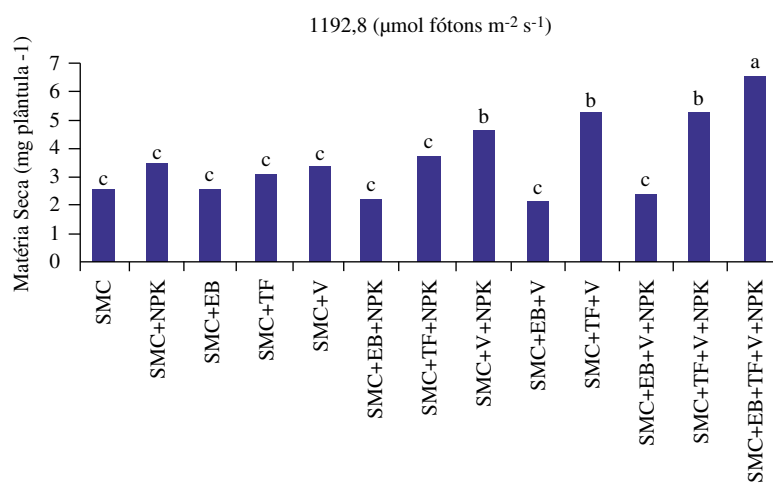


Gráfico 5. Matéria seca (mg plântula⁻¹) de plântulas de cenoura (*Daucus carota* L.) em função de diferentes adubações e níveis de luminosidade. CCA-UFES, Alegre-ES, 2005.

¹ Médias seguidas pela mesma letra minúscula não diferem significativamente entre si, pelo teste de agrupamento Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A luminosidade influenciou diretamente a germinação e o desenvolvimento das plântulas de cenoura, sendo que menores intensidades luminosas aumenta-

ram a germinação e a altura e maiores intensidades aumentaram a velocidade de germinação e o acúmulo de matéria seca. A adubação com os três materiais orgânicos utilizados e NPK apresentou maiores resultados de altura e matéria seca de plântulas.

LITERATURA CITADA

- ANDERSSON B., PONTICOS M., BARBER J., KOIVUNIEMI A., ARO E.M., HAGMAN A., SALTER A.H., DAN-HUI Y., LINDHAL M. 1994. Light-induced proteolysis of photosystem II reaction centre and light-harvesting complex II proteins in isolated preparations. In: Baker N.R., Bowyer J.R. (Eds.), *Photoinhibition of Photosynthesis: from molecular mechanisms to the field*. Oxford: Bios Scientific Publishers, 143-159.
- ATROCH, E.M.A.C.; SOARES, A.M.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M. 2001. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas a diferentes condições de sombreamento. *Ciência Agrotecnologia*, v. 25, n. 4, p. 853-862.
- BRASIL. 1992. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Regras para Análise de Sementes. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 365 p.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. 1990. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. *Revista Brasileira de Ciências do Solo, Campinas*, v. 14, p. 91-98.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. 2000. Sementes: Ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 588 p.
- CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. O. S.; CREPALDI, I. C. 2006. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. *Revista Árvore, Viçosa*, v. 30, n. 3, p. 351-357.
- DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; MÁRIO, J.L.; IDE, F. 2002. Efeito da radiação solar e temperatura na definição do número de grãos em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 7, p. 933-938.
- FELFILL, J.M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C.; SOUSA-SILVA, J. C.; RESENDE, A. V.; NOGUEIRA, M. V. P. 1999. Comportamento de plântulas de *sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento em viveiro. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 22, n. 2, p. 297-301, Suplemento.
- LIMA A.L.S., DAMATTA F.M., PINHEIRO H.A., TOTOLA M.R., LOUREIRO M.E. 2002. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environ. Exp. Bot.*, 47, 239-247.
- MAGUIRE, J.D. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seeding emergence and vigor. *Crop Science, Madison*, v. 2, n. 2, p. 176-177.
- ORTOLANI, A.A.; CAMARGO, M.B.P. 1987. Influencia dos fatores climáticos na produção. *Ecofisiologia da produção agrícola*. Piracicaba: Potafos, 249 p.
- PEDROSO, S.G.; VARELA, V.P. 1995. Efeito do sombreamento no crescimento de mudas de sumauma (*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn). *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 17, n. 1, p. 47-51.
- PINHEIRO H.A., DAMATTA F.M., CHAVES A.R.M., FONTES E.P.B., LOUREIRO M.E. 2004. Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. *Plant Science*, 167, 1307-1314.
- TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G. A. 2006. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. *Revista Brasileira de sementes*, Pelotas, v. 28, n. 2, p. 26-33.
- VEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (ED.). 1994. Testes de vigor em sementes. Jaboticabal: FUNEP, 164 p.