

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

**VIGOR DE SEMENTES DE CENOURA NO DESEMPENHO DE PLANTAS E  
NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA**

Gisela Héliana Nunes Chipenete  
*Magister Scientiae*

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2015

GISELA HÉLÑIA NUNES CHIPENETE

**VIGOR DE SEMENTES DE CENOURA NO DESEMPENHO DE PLANTAS E  
NA PRODUTIVIDADE DA CULTURA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2015

A Ellington e Ludwin

A Ludy e Pepoms

*Razão do meu viver*

A Cláudio

*Por tornar essa razão possível*

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A professora Denise C. F. dos Santos Dias pela orientação, paciência e compreensão de minhas necessidades específicas durante a realização do curso.

Ao professor Laércio J. Silva pela valiosa ajuda prestada no desenho e instalação do experimento no campo.

Ao José Custódio, Paulo Márcio, Erli e Joelson pelo auxílio na condução do experimento em laboratório e em campo.

Aos colegas Paulo César Hilst e Hugo Tiago pela paciência e auxílio na condução do experimento e demais colegas do Gsem pela valiosa contribuição na realização do experimento, convivência e companheirismo.

Aos professores Eveline Alvarenga e Eduardo Fontes pelos ensinamentos adquiridos na área de Tecnologia de sementes.

Às secretárias Tatiane e Rafaela pelo atendimento, colaboração e valioso auxílio.

Ao MCT- Moçambique pela bolsa de estudo concedida.

Ao IIAM pela oportunidade, em especial ao DR. Ecolé pelo incentivo e apoio.

A minha amada família Cláudio, Elington e Ludwin pelo amor, estímulo e compreensão.

A minha querida mãe Ròró pelo incentivo, paciência, carinho e amor leal.

A tia Olga, Ildo, Jenny e Fredy e meu querido irmão Higino pelo carinho, auxílio e amizade.

Aos amigos e companheiros de adoração pela acolhida, momentos compartilhados e amizade.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho, o meu... **Muito obrigado!**

*“Mais cedo ou mais tarde, os  
que vencem são aqueles que  
acreditam que conseguem.”*

**Richard Bach**

## RESUMO

CHIPENETE, Gisela Héliana Nunes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2015. **Vigor de sementes de cenoura no desempenho de plantas e na produtividade da cultura.** Orientador: Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias.

A emergência rápida e o crescimento uniforme de plântulas são atributos importantes na produção de plantas e há evidências de que estes dependem do vigor da semente em várias culturas. No entanto, o efeito do vigor das sementes sobre os estádios fenológicos mais avançados e o rendimento final da cultura em campo é pouco documentado na literatura. Portanto, o efeito do vigor de sementes de cenoura sobre a emergência de plântulas, desempenho e produtividade final das plantas em campo foi objeto de estudo da presente pesquisa. Foram utilizados quatro lotes de sementes de cenoura, cv. Brasília, que tiveram sua qualidade inicial avaliada em laboratório pelos seguintes testes: germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas em areia e índice de velocidade de emergência, germinação em temperatura sub e supra ótima, deterioração controlada a 45 °C, ajustado a 24% de teor de umidade, por 24 horas, e determinação do grau de umidade. Os quatro lotes foram então semeados em campo no delineamento em blocos casualizados, com 4 repetições, avaliando-se a emergência de plântulas aos 10, 14 e 21 dias após semeadura, a altura da parte aérea e comprimento de raiz, o peso de massa seca da parte aérea e da raiz aos 30, 45 e 60 dias após semeadura e a produção final de raízes comerciais e não comerciais. Foi igualmente avaliado, a taxa de crescimento da cultura e a taxa de crescimento relativo durante a fase de desenvolvimento da cultura em campo. O vigor influenciou significativamente a emergência e desenvolvimento da cultura em campo. O lote menos vigoroso teve uma emergência final mais baixa em relação aos lotes mais vigorosos e estes efeitos negativos do vigor se estenderam até os estádios de desenvolvimento mais avançados da cultura, entretanto, não houve efeito significativo sobre a produtividade final. Porém, a utilização de sementes de baixo vigor resultou em perda de até 27% na produtividade final da cultura em campo. As plantas provindas do lote menos vigoroso se apresentaram mais baixas e a produção de matéria seca de parte aérea e de raiz foi inferior em relação às dos lotes mais vigorosos. A taxa de crescimento da cultura foi inferior para o lote menos vigoroso.

## ABSTRACT

CHIPENETE, Gisela Héliana Nunes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2015. **Vigor of carrot seeds in the performance of plants and crop productivity.** Advisor: Denise Cunha Fernandes dos Santos Dias.

Rapid emergence and uniform seedling growth are important attributes in plant production, and they have been shown to depend on seed vigor in various crops. However, little is documented about the effect of seed vigor on advanced stages of field crop growth and final yield. Therefore, the effect of carrot seed vigor on seedling emergence, plant growth and final yield in the field was evaluated in this research. Four seed lots of carrot seeds, *cv.* Brasília, which had its initial quality evaluated in the laboratory by the following tests: germination, first count germination, seedling emergence in sand and emergency speed index, sub and above optimal temperature germination, controlled deterioration at 45 °C with 24% moisture content for 24 hours and seed moisture content. All four lots were sowed on field in a randomized block design with four replications, were was evaluated the seedling emergence at 10, 14 and 21 days after sowing, the shoot height and root length, shoot and root dry matter at 30, 45 and 60 days and the final commercial and non-commercial roots production. Was also evaluated the rate culture growth and the relative growth rate during all field development stages of the crop. The results showed that vigor seed has significant influence on the crop field emergence and plant growth. The less vigorous lot had lower final emergence in relation of the most vigorous lots and these negative seed vigor effects was extended to the advanced development stages however, there was no significant effect on the final crop yield. However, the use of low vigor resulted in a reduction up to 27% in overall crop field yield. Plants originated from the less vigorous lot presented smaller, with lower shoot and root dry production in relation to the more vigorous lots. The crop growth rate was also lower in the less vigorous lot.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	3
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	7
3.1 Sementes .....	7
3.2 Caracterização do potencial fisiológico das sementes .....	7
3.2.1 Determinação do grau de umidade (GU) .....	7
3.2.2 Teste de germinação (TG).....	7
3.2.3 Primeira contagem do teste de germinação (PC) .....	8
3.2.4 Porcentagem de emergência (E) e Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) 8	
3.2.5 Deterioração controlada (DC).....	8
3.2.6 Testes de germinação à temperatura sub e supra ótima .....	8
3.3 Ensaio de campo .....	9
3.3.1 Emergência de plântulas em campo (EC) .....	11
3.3.2 Avaliações do desenvolvimento vegetativo das plantas .....	11
3.3.2.1 Altura de parte aérea (PA) e comprimento de raiz (CR).....	11
3.3.2.2 Massa seca de parte aérea e de raiz.....	12
3.4 Avaliação da produção e rendimento da cultura .....	12
3.5 Análise estatística.....	13
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	14
4.1 Caracterização do potencial fisiológico das sementes .....	14
4.2. Ensaio de campo .....	17
4.2.1 Emergência de plântulas em campo (EC) .....	17
4.2.2 Avaliações do desenvolvimento vegetativo das plantas .....	19
4.3 Avaliação do rendimento final da cultura .....	25
5 CONCLUSÕES .....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	28

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso da produção de hortaliças depende, dentre outros aspectos, de um adequado estabelecimento de plântulas em campo, fator este que está diretamente relacionado com a qualidade das sementes, ou seja, com a germinação e vigor.

O vigor compreende as propriedades da semente que determinam o potencial para uma emergência rápida e uniforme de plântulas sob diferentes condições de campo (MARCOS FILHO, NOVEMBRE, 2009). Em campo, sementes vigorosas geralmente produzem plântulas mais vigorosas, com maior taxa de crescimento, emergência mais uniforme e capacidade de competição intraespecífica e de maior sobrevivência em relação às menos vigorosas, mesmo sob condições edafoclimáticas desfavoráveis (HÖFS et al.; 2004, EGLI, RUCKER, 2012; MONDO et al., 2012). Por outro lado, sementes de baixa qualidade tendem a originar estandes desuniformes, com falhas na emergência que podem ou não comprometer a produtividade e a qualidade final do produto colhido.

Em geral, os efeitos do vigor sobre o desempenho das sementes em campo são, mais correlacionados com a emergência e com o estabelecimento de plântulas, havendo controvérsias quanto a estes efeitos se estenderem até estádios fenológicos mais avançados da cultura e se podem afetar significativamente o rendimento final da cultura (MARCOS FILHO, 2005; NASCIMENTO et al., 2011).

Rodo e Marcos Filho (2003) reportaram que diferenças de vigor em sementes de cebola provocaram uma variação no desenvolvimento inicial das plantas em campo. Plantas provenientes de sementes mais vigorosas tiveram maior altura e peso de massa seca em relação às obtidas de sementes menos vigorosas, mas estes efeitos não persistiram durante o desenvolvimento vegetativo e nem afetaram o rendimento final da cultura. Resultados semelhantes foram observados por Mielezrski et al. (2008), na cultura de arroz, Schuch et al. (2009), em soja, e Mondo et al. (2012), em milho.

De fato, Hampton (2002) mencionou que os efeitos do vigor sobre a produção final só podem ser observados caso hajam diferenças acentuadas no estabelecimento do estande. Entretanto, em estudo com alface, Smith et al. (1973) verificaram que houve efeito direto do vigor sobre o rendimento da cultura principalmente na qualidade final

do produto. Plantas provindas de sementes menos vigorosas formaram cabeças menores em relação às de sementes mais vigorosas.

Em revisão sobre o efeito do vigor no rendimento das culturas, TeKrony e Egli (1991) concluíram que o vigor das sementes tem efeito mais significativo sobre o rendimento de culturas cujo produto comercial é colhido na fase de crescimento vegetativo ou no início da fase reprodutiva. No entanto, em culturas em que a colheita é feita depois de completada toda a fase reprodutiva, ou seja, quando as sementes são o produto comercial colhido, a relação entre vigor de sementes e rendimento da cultura nem sempre é constatada.

A qualidade da semente torna-se fator de suma importância para hortaliças de ciclo curto que são semeadas diretamente no campo, como é o caso da cenoura. Sementes pequenas com poucas reservas são distribuídas no solo, em canteiros, e muitas vezes, as condições de clima e solo não favorecem o estabelecimento uniforme das plântulas, gerando falhas no estande que comprometem a produtividade e a qualidade final do produto.

Portanto, na presente pesquisa pretendeu-se avaliar o efeito do vigor das sementes sobre a emergência de plântulas, o desenvolvimento das plantas e a produtividade final da cultura da cenoura.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A qualidade da semente é representada pelo somatório de atributos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos (CARVALHO, NAKAGAWA, 2005). A qualidade fisiológica, representada pela germinação e vigor, às vezes recebe maior atenção do agricultor por estar diretamente relacionada ao estabelecimento das plântulas em campo e à obtenção de estande uniforme, com reflexos diretos no desenvolvimento da lavoura.

Sementes de alto potencial fisiológico são mais efetivas na mobilização de reservas energéticas, permitindo uma germinação mais rápida e uniforme em condições de campo (MARCOS FILHO, 1999). Na produção de hortaliças, o vigor da semente tem especial importância, pois geralmente são sementes pequenas, com poucas reservas, o que as torna bastante sensíveis às condições edafoclimáticas adversas (NASCIMENTO et al., 2011). Portanto, a utilização de sementes de alto vigor e a semeadura sob condições ambientais que permitam a máxima germinação no menor tempo possível são fatores importantes para se obter emergência uniforme e estabelecimento de um estande adequado.

O efeito do vigor das sementes sobre a emergência e o estabelecimento de plântulas em campo tem sido amplamente documentado para muitas culturas. Höfs et al. (2004) verificaram que o uso de sementes de arroz de menor qualidade fisiológica causou a redução da emergência no campo, com atraso e desuniformidade da emergência. Na cultura de soja, Eglie et al. (2010) reportaram que a uniformidade das plantas foi maior para sementes de alto vigor e menor para sementes de baixo vigor, observando também que a uniformidade estava relacionada com o vigor das sementes apenas quando as condições de emergência não foram ideais. Resultados similares foram reportados em milho (EGLIE, RUCKER, 2012). Mondo et al. (2013), estudando o efeito do vigor sobre o crescimento inicial de milho, verificou que sementes de alto vigor proporcionaram maior crescimento inicial das plantas até o estágio de oito folhas, principalmente em relação à altura de plantas, diâmetro do caule e índice de área foliar.

Especificamente em hortaliças, Powell et al. (1991) relataram que plântulas de couve bruxelas oriundas de sementes com baixo vigor, envelhecidas artificialmente, emergiram mais lentamente e tiveram emergência final mais baixa em relação às que não haviam sido envelhecidas e que tinham alto vigor. O baixo vigor das sementes resultou em plantas mais baixas e com altura menos uniforme na fase de primeira folha.

Quando atingiram a fase de transplante, houve maior variabilidade quanto aos pesos fresco e seco das mudas produzidas a partir de sementes com baixo vigor.

Em pimentão, Demir et al. (2008) observaram que sementes com baixo vigor tiveram um tempo médio de germinação alto, ou seja, menor velocidade de germinação. Verificaram também que quanto maior o tempo médio de germinação, as mudas eram menores e menos uniformes.

Já Pêgo et al. (2011) observaram que o vigor da semente influenciou no desenvolvimento inicial da cultura de rúcula em campo. Lotes de sementes mais vigorosas tiveram maior desenvolvimento de raiz e de parte aérea aos 10 dias após a semeadura. Resultados semelhantes foram obtidos em cebola (RODO, MARCOS FILHO, 2003), rabanete (MARCOS FILHO, KIKUTI, 2006), couve flor (KIKUTI, MARCOS FILHO, 2007) e em mogango (*Cucurbita pepo* L.) (MALONE et al., 2008), em que o desenvolvimento inicial da cultura em campo foi afetado pelo vigor das sementes. Para Franzin et al. (2005), sementes de alface de alto vigor apresentaram maior porcentagem de mudas vigorosas, com maior número de folhas, maior altura de parte aérea, comprimento de raiz e maior massa aos 20 dias de cultivo.

No entanto, ainda são controversos os dados sobre os efeitos do vigor nas fases fenológicas mais avançadas da cultura e no rendimento final em campo. Em grandes culturas, Höfs et al. (2004), avaliando a emergência e o crescimento de plântulas de arroz irrigado, verificaram que a utilização de sementes de baixo vigor afetou negativamente a emergência, afetando a produção de biomassa seca e a área foliar até 21 dias após a emergência. Entretanto, as diferenças na biomassa entre plântulas originadas de sementes de maior e menor vigor foram diminuindo gradativamente com o avanço do crescimento das plantas. Já na cultura do milho, o vigor das sementes influenciou negativamente a emergência de plântulas em campo, mas não houve efeito sobre a produção final da cultura (DURÃES et al. 1995). Resultados similares foram obtidos por Schuch et al. (2000) em aveia preta, em que os efeitos negativos do uso de sementes de baixo vigor sobre a emergência e o crescimento inicial de plantas em campo não persistiram até o final da fase de desenvolvimento, não mais se manifestando na antese.

Já Mondo et al. (2012) observou que o vigor de sementes está diretamente relacionado ao crescimento inicial das plantas de milho; entretanto, os seus efeitos não

persistiram até o final do ciclo da cultura, quando foram utilizados lotes de sementes homogêneas quanto ao vigor, ou seja, lotes constituídos apenas por sementes de alto vigor ou apenas por sementes de baixo vigor. No entanto, o uso de lotes de sementes constituídos por sementes heterogêneas resulta em menor capacidade competitiva das plantas originadas de sementes de baixo vigor, sendo estas dominadas pelas originadas de sementes de alto vigor, refletindo negativamente na produção por planta.

Kolchinski et al. (2005) verificaram que plantas individuais oriundas de sementes de soja de alto vigor apresentaram maior altura na colheita e maior taxa de acúmulo de massa seca no florescimento e na maturidade fisiológica. O rendimento obtido da população de plantas formadas por sementes de alto vigor foi 30% superior em relação ao obtido da população de plantas provindas de plantas com baixo vigor. Schuch et al. (2009), avaliando plantas isoladas de soja verificaram que plantas oriundas de sementes vigorosas tiveram um rendimento de grãos 25% superior em relação às plantas oriundas de sementes menos vigorosas e Mielezrscki et al. (2008) encontraram acréscimos de 30% no rendimento da cultura estudando o efeito do uso de sementes de alto vigor na cultura do arroz híbrido.

Já em culturas de ciclo curto, como as hortaliças, os efeitos do vigor da semente na produtividade e na qualidade final do produto geralmente são mais evidentes do que em culturas anuais, devido à colheita ser realizada ainda na fase de crescimento vegetativo ou no início da fase reprodutiva da planta (TEKRONY, EGLI, 1991). Para estes autores, os efeitos do vigor da semente no estande final pode ser especialmente crítico para culturas que requerem uma distribuição espacial de plantas adequada para maximizar a produção, como alface, couve-flor e cebola. Nesta situação, atraso ou redução na emergência de plântulas pode reduzir a produção na colheita, mas o efeito direto do vigor da sementes no crescimento da planta e na produção quando não há redução na população de plantas em campo é controvertido. Também Hampton (2002), afirma que os efeitos do vigor sobre a produção final só são observados se houver diferenças no estabelecimento do estande. De fato, alguns estudos têm mostrado que este efeito direto pode ser constatado nas fases iniciais de crescimento das plantas, não persistindo, muitas vezes, até o final da cultura. Rodo e Marcos Filho (2003) observaram que o desenvolvimento inicial de plantas de cebola, avaliado pela altura e matéria seca de plantas foi influenciado pelo vigor da semente, mas este efeito não persistiu durante o crescimento vegetativo das plantas e não afetou a produção da

cultura. Os autores concluíram que o uso de sementes de alto vigor foi importante para assegurar um estande adequado sob diferentes condições de ambiente. Resultados semelhantes foram obtidos por Marcos Filho e Kikuti (2006) em rabanete, Kikuti e Marcos Filho (2007) em couve-flor e Pêgo et al. (2011) em sementes de rúcula.

Por outro lado, Pimpini et al. (2002) observaram que sementes de chicória com baixo vigor produziram plantas com menor capacidade de formarem cabeças, o que reduziu o rendimento comercial da cultura. O efeito do vigor da semente sobre a qualidade final do produto já havia sido reportado na cultura de alface, onde verificou-se que sementes de alto vigor originaram cabeças maiores em relação às de baixo vigor (SMITH et al., 1973). Resultados semelhantes foram obtidos por Finch-Savage e McKee (1990) com couve-flor.

Em ervilha, Mielezrski e Marcos Filho (2012) observaram que o vigor de sementes afeta negativamente o desenvolvimento das plantas e a produção final, quando há redução acentuada do estande sendo a extensão desses efeitos proporcional à intensidade dessa redução. Entretanto, Kushavulu et al. (2012) verificaram que plantas de quiabo obtidas de lotes de baixo vigor tiveram fraco desempenho em campo, com redução da altura de plantas, da produção de matéria seca por planta nos diferentes estágios de crescimento da cultura causando atraso na colheita. Estes autores verificaram que o vigor inicial das sementes influenciou significativamente a produção com redução na qualidade comercial para lotes de baixo vigor.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi desenvolvido no período de Julho de 2014 a Fevereiro de 2015, no Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – MG (DFT/UFV). A primeira fase foi realizada no Laboratório de Sementes (DFT/UFV) e a segunda no campo experimental Diogo Vasconcelos de Melo no DFT/UFV, no período de Novembro de 2014 a Janeiro de 2015.

#### **3.1 Sementes**

Foram utilizados quatro lotes comerciais de sementes de cenoura, cultivar Brasília. As sementes foram armazenadas em câmara fria a  $\pm 10^{\circ}\text{C}$  e 50% UR durante todo o período da realização do experimento.

#### **3.2 Caracterização do potencial fisiológico das sementes**

As sementes de cada lote foram submetidas aos seguintes testes de avaliação da qualidade:

##### **3.2.1 Determinação do grau de umidade (GU)**

Foi determinado pelo método da estufa a  $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  por 24h (Brasil, 2009), utilizando-se duas repetições de 5 g de sementes. Os resultados foram expressos em porcentagem.

##### **3.2.2 Teste de germinação (TG)**

Foi realizado utilizando-se 4 repetições de 50 sementes de cada lote, que foram semeadas sobre duas folhas de papel toalha umedecidas com água destilada, na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco, em caixas do tipo “gerbox”. Foram então colocadas em germinador a  $20^{\circ}\text{C}$ , sendo feitas contagens aos 7 e 14 dias após a semeadura (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

### **3.2.3 Primeira contagem do teste de germinação (PC)**

Foi realizado junto com o TG, computando-se a porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009) aos sete dias após a sementeira.

### **3.2.4 Porcentagem de emergência (E) e Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE)**

Foi conduzido em casa de vegetação, com quatro repetições de 50 sementes, sementeiras em bandejas de isopor contendo areia umedecida até 2/3 da capacidade de retenção. Foram feitas avaliações diárias do número de plântulas emergidas com tamanho igual ou superior a 1,0 cm até a estabilização das contagens, segundo procedimento descrito por Nakagawa (1994). Para o cálculo do IVE adotou-se a fórmula proposta por Maguire (1962).

### **3.2.5 Deterioração controlada (DC)**

Para este teste, inicialmente o grau de umidade das sementes foi ajustado para 24% pelo método da atmosfera úmida em germinador a 20°C (POWEL, MATHEWS, 2005). O grau de umidade das sementes foi monitorado através de pesagens sucessivas em intervalos de uma hora até obtenção dos valores desejados. As sementes foram então colocadas em sacos de papel aluminizados que foram fechados hermeticamente e mantidos em câmara fria a 10°C por 24 h. Decorrido este período, foram mantidos em banho - maria a 45°C, durante 24 h. Em seguida, as sementes foram colocadas para germinar conforme descrito acima para o teste de germinação (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas aos sete dias após a sementeira.

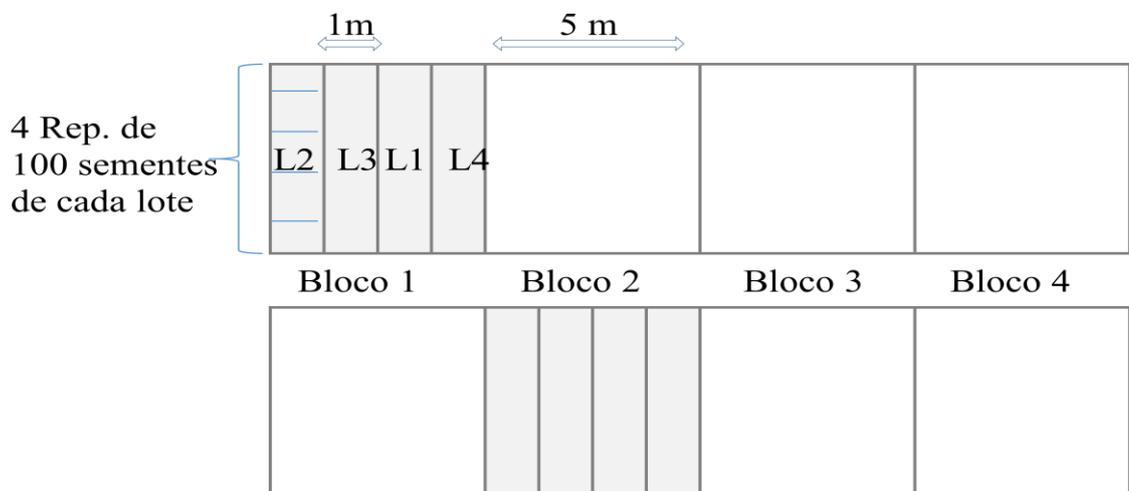
### **3.2.6 Testes de germinação à temperatura sub e supra ótima**

Quatro repetições de 50 sementes de cada lote foram colocadas para germinar conforme metodologia descrita no item 3.2.2 para o teste de germinação (BRASIL, 2009) em germinador a 30°C (temperatura supra ótima G30°) e em incubadora do tipo B.O.D. a 15° C (temperatura sub ótima G15°), conforme metodologia descrita por Pereira et al. (2007). Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais obtidas aos 7 dias após a sementeira para o teste de germinação a temperatura supra ótima e aos 10 dias para o teste de germinação a temperatura sub ótima.

### 3.3 Ensaio de campo

O experimento no campo foi instalado em delineamento em blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições.

Foram preparados dois canteiros de 20 m de comprimento e 1 m de largura cada um, com quatro blocos de 5 m. Quatro repetições de 100 sementes de cada lote foram semeados em sulcos longitudinais de 1 m de comprimento e 2 cm de profundidade, separados 20 cm entre si conforme ilustrado na Figura 1. Os sulcos laterais foram considerados como bordaduras e como área útil foram considerados apenas os dois sulcos centrais.



**Figura 1:** Esquema ilustrativo do ensaio de campo (Viçosa, MG, 2014).

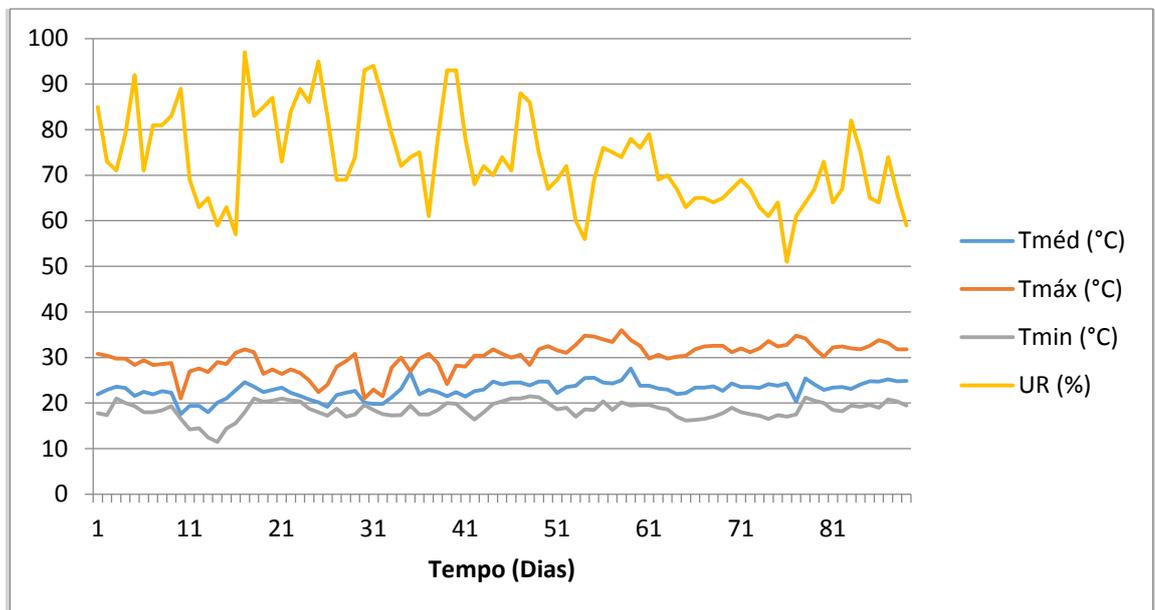
Antes da semeadura foi feita uma adubação com 40 kg/ha de N, 180 kg/ha de  $P_2O_5$  e 60 kg/ha de  $K_2O$ , definida com base nos resultados de análise de solo ( $P$  58,3 mg/dm<sup>3</sup> e  $K$  220 mg/dm<sup>3</sup>) e seguindo-se as recomendações de adubação para a cultura da cenoura (SOUZA et al., 2008).

Cada repetição de 100 sementes de cada lote foi misturada com 0,1 kg de esterco bovino curtido e peneirado para facilitar a distribuição uniforme nos sulcos. Nas primeiras duas semanas foram realizadas duas irrigações por dia, com duração de duas horas cada, mantendo-se a superfície do canteiro sempre úmida. A partir daí, foi feita apenas uma irrigação diária com duração de 2 h. Os tratos culturais foram realizados sempre que necessários. Foram feitas duas campinas aos 20 e 40 dias após a semeadura. As adubações de cobertura foram realizadas aos 28 e 45 dias após a semeadura utilizando-se 60 kg/ha de N e 60 kg/ha de  $K_2O$ . Aos 28 dias após a semeadura, foi feito

o desbaste deixando-se o espaçamento de cerca de 5 cm entre plantas (SOUZA et al., 2008 e FINGER et al., 2005).

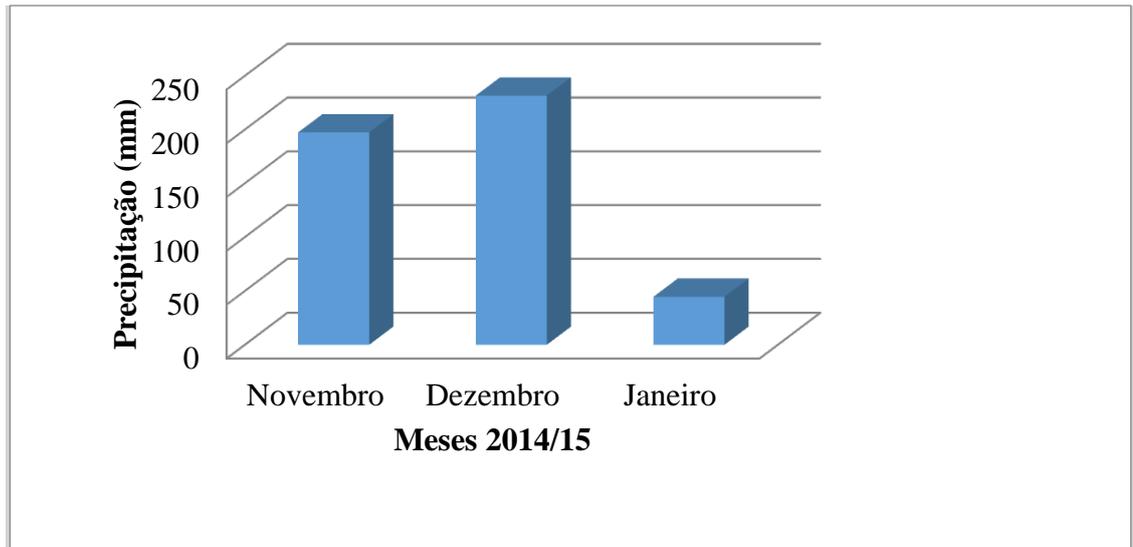
Um dos canteiros foi utilizado para avaliação da emergência de plântulas em campo e o outro para a avaliação do desenvolvimento vegetativo e produção final da cultura. Neste, a colheita foi realizada aos 89 dias após a semeadura.

A umidade relativa do ar e temperaturas máxima, média e mínima registradas durante o período experimental estão apresentadas na Figura 1 e a precipitação pluvial cumulativa mensal na Figura 2.



**Figura 2:** Umidade relativa do ar (%) e Temperatura máxima, média e mínima (°C) durante o período de desenvolvimento da cultura em campo (Novembro de 2014 a Janeiro de 2015).

Fonte: DEA, 2014 e 2015.



**Figura 3:** Precipitação pluviométrica mensal durante o período de desenvolvimento da cultura de cenoura em campo.  
Fonte: DEA, 2014/15.

Durante o período experimental foram feitas as seguintes avaliações em campo:

### 3.3.1 Emergência de plântulas em campo (EC)

A emergência de plântulas em campo foi avaliada computando-se todas as plântulas emergidas com pelo menos 1 cm de altura aos 10, 14 e 21 dias após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem média de plantas emergidas de cada lote (NAKAGAWA, 1994).

### 3.3.2 Avaliações do desenvolvimento vegetativo das plantas

Amostras de 8 plantas por repetição foram colhidas aos 30, 45 e 60 dias após a semeadura, efetuando-se as seguintes determinações:

#### 3.3.2.1 Altura de parte aérea (PA) e comprimento de raiz (CR)

Foi medida a altura desde a base da parte aérea até o topo (PA), e toda a extensão da raiz com auxílio de uma régua milimétrica. Os resultados foram expressos em cm/planta.

### 3.3.2.2 Massa seca de parte aérea e de raíz

As plantas avaliadas quanto à altura e comprimento de raíz foram colocadas separadamente em sacos de papel e mantidas em estufa com circulação de ar regulada a 70 °C, até atingirem massa constante. O material seco foi pesado em balança de precisão de 0,0001g. Os resultados foram expressos em gramas de massa de matéria seca/planta.

Com os valores de massa seca de parte aérea e de raíz foram determinados os parâmetros de crescimento: a taxa de crescimento (TC) de parte aérea e de raíz (1) e taxa de crescimento relativo (TCR) de parte aérea e de raíz (2), segundo a metodologia proposta por Kolchinski et al. (2006) e Ciardi et al. (1998).

$$TC = \frac{(MS_2 - MS_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (1)$$

$$TCR = \frac{(\ln MS_2 - \ln MS_1)}{(T_2 - T_1)} \quad (2)$$

Onde, o  $MS_2$  representa o valor da massa seca da repetição no último dia do período a considerar ( $T_2$ ) e o  $MS_1$  representa o valor da massa seca no primeiro dia do período a considerar ( $T_1$ ). Os valores de TC e TCR são dados em g/planta/dia.

### 3.4 Avaliação da produção e rendimento da cultura

A colheita foi realizada coletando-se as plantas de toda área útil. As raízes foram então separadas da parte aérea, pesadas para se determinar a produção total de raízes em quilos. As raízes foram classificadas em duas classes: comercial, quando apresentaram comprimento superior a 12 cm, e não comercial quando as raízes tinham comprimento inferior a este valor e/ou raízes com defeito como ombro roxo/verde, bifurcação e rachadura, segundo a Portaria nº 75, de 25/02/1975 do Ministério da Agricultura. A partir do peso do produto comercial foi calculado o rendimento da cultura em t/ha e o valor da produção em R\$/ha. O valor da produção em R\$/ha foi calculado a partir do preço médio da cenoura comercializada no mês de Fevereiro/2015 e estimado em R\$11261,06 por tonelada (FNP-AGRANUAL, 2015).

### **3.5 Análise estatística**

Os testes e as determinações para avaliação da qualidade de sementes em laboratório foram instalados em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias obtidas para cada lote foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o ensaio de campo, os resultados obtidos para cada variável foram submetidos à análise de variância. As médias obtidas para cada lote foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada uma análise de correlação de Pearson, a 1 e 5 % de probabilidade, entre os dados médios obtidos nos testes de laboratório e os resultados da emergência de plântulas em campo. Todos os resultados foram analisados utilizando-se o pacote estatístico “R” (R CORE TEAM, 2014; MELLO, PETERNELLI, 2013; BANZATTO, KRONKA, 2006).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização do potencial fisiológico das sementes

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da valiação de qualidade das sementes dos quatro lotes de sementes estudados. Pode-se observar que as sementes dos quatro lotes apresentaram grau de umidade em torno de 7% (Tabela 1). Peske et al. (2009) sugerem 7% de umidade para acondicionamento adequado de sementes de hortaliças se armazenadas em embalagens de alumínio hermeticamente fechadas.

**Tabela 1: Determinação do grau de umidade (GU) e avaliação do potencial fisiológico pelos testes padrão de germinação (TG), primeira contagem (PC), emergência de plântulas em areia (E), índice de velocidade de emergência (IVE), deterioração controlada (DC) e germinação em temperatura sub (G15°) e supra ótima (G30°) de quatro lotes de sementes de cenoura.**

Lotes	GU	TG	PC	E	IVE	DC	G15°	G30°
	%					%		
1	7,2	83,5 a	77,0 a	69 a	18 a	51 a	77,0 a	76,5 a
2	7,7	81,5 a	72,5 ab	67 a	20 a	51 a	79,5 ab	71,0 a
3	7,2	68,7 b	62,5 b	47 b	12 b	39 b	64,0 b	53,0 b
4	7,3	82,5 a	74,0 ab	68 a	20 a	53 a	75,5 ab	72,0 a
Cv (%)		6,24	8,01	9,97	13,34	10,91	8,64	7,23

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Pelo teste de germinação, observa-se que o lote 3 foi inferior aos demais, que não diferiram significativamente entre si (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos nos testes de emergência de plântulas em areia, índice de velocidade de emergência, deterioração controlada e germinação em temperatura supra ótima. Já os testes de primeira contagem de germinação e germinação em temperatura sub ótima mostraram um ranqueamento dos lotes em três níveis de vigor, sendo o lote 1 o mais vigoroso, o lote 3 o menos vigoroso e os lotes 2 e 4 os intermediários, não diferindo do lote 1 nem do lote 3. Todos os testes realizados para classificar os lotes mostraram a

inferioridade do lote 3 em relação aos demais. Portanto, pode-se concluir que o lote 3 é menos vigoroso em relação a todos os outros avaliados.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados de correlação entre os testes utilizados na avaliação fisiológica dos quatro lotes de cenoura estudados e a emergência em campo aos 10 e 14 dias após sementeira. Os valores mais altos de correlação foram observados para os testes de primeira contagem (0,644 e 0,748) e germinação em temperatura sub ótima (0,637 e 0,606), aos 10 e 14 dias, respectivamente (Tabela 2). Estes testes, além de terem mostrado melhores resultados no ranqueamento dos lotes (Tabela 1), também mostraram um padrão de ranqueamento dos lotes similar ao obtido na emergência em campo, aos 10 e 14 dias (Tabela 3), indicando maior sensibilidade em avaliar fisiologicamente lotes de cenoura e fornecer melhor previsão de emergência no campo.

**Tabela 2: Correlação entre resultados dos testes de laboratório germinação (TP), primeira contagem (PC), emergência de plântulas em areia (E), deterioração controlada (DC), índice de velocidade de emergência (IVE), germinação em temperatura sub (G15°) e supra (G30°) ótima e os resultados de emergência em campo aos 10 (EC10) e 14 (EC14) dias para quatro lotes de cenoura cv. Brasília. O coeficiente de correlação é baseado nos valores médios de cada lote.**

	TP	PC	E	DC	IVE	G15°	G30°	EC10	EC14
TP	1	0,629**	0,827**	0,564*	0,729**	0,529*	0,724**	0,350	0,235
PC		1	0,602*	0,712**	0,577*	0,777**	0,628*	0,644*	0,748**
E			1	0,509*	0,895**	0,689**	0,776**	0,457	0,284
DC				1	0,528*	0,569*	0,659**	0,250	0,578*
IVE					1	0,523*	0,702**	0,270	0,276
G15°						1	0,598*	0,637*	0,606*
G30°							1	0,472	0,500*
EC10								1	0,649*
EC14									1

\* e \*\* Correlação significativa à 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

De fato, Pereira et al. (2009) e Silva et al. (2011) recomendaram a utilização do teste de primeira contagem para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura devido a sua simplicidade de execução e eficiência em ranquear lotes. Já o teste de germinação em temperatura sub ótima foi utilizado com sucesso na classificação de lotes em diversas hortaliças como tomate (BARROS et al., 2002), melão (BHERING et al., 2004), pimenta (ABDO et al., 2005), cebola (DIAS et al., 2006) e rúcula (YILDIRIM, GÜVENCE, 2007) e, pelos resultados obtidos no presente estudo, pode-se afirmar que este teste pode, igualmente, ser utilizado na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cenoura.

Em grandes culturas, o teste de germinação em temperatura sub ótima tem sido utilizado com sucesso para avaliação do vigor de sementes e, muitas vezes, este é correlacionado com a emergência em campo. Qasin et al. (2010), utilizando coeficiente de correlação simples para comparar testes de laboratório e a emergência em campo, observaram que este teste foi um dos melhores preditores da emergência em campo, pois, por meio dele foram obtidos valores positivos mais altos do coeficiente de correlação com sementes de grão de bico. Resultados similares foram obtidos por Naderidarbaghshahi e Karimi (2013), em várias culturas que incluíram milho, trigo, cevada, sorgo, alfafa, ervilha seca, feijão branco, fava, girassol e algodão, em que, o teste de germinação em temperatura sub ótima mostrou ser bom preditor da emergência em campo, apresentando valores positivos mais altos do coeficiente de correlação de Pearson.

Portanto, do resultado de correlação positivo entre os testes de germinação em temperatura sub ótima e primeira contagem com a emergência em campo na presente pesquisa, pode-se afirmar que estes testes podem ser utilizados para a predizer eficientemente a emergência em campo de sementes de cenoura.

## **4.2. Ensaio de campo**

### **4.2.1 Emergência de plântulas em campo (EC)**

Os resultados de emergência de plântulas em campo aos 10 e 14 dias são apresentados na Tabela 3. Os resultados da emergência aos 21 dias não foram apresentados pois foram obtidos os mesmos valores que aos 14 dias, indicando que

nesta data o número de plântulas emergidas já havia estabilizado. Pela Tabela 3, observa-se que, tanto aos 10 como aos 14 dias após a semeadura observa-se maior e menor emergência para as sementes dos lotes 1 e 3, respectivamente.

**Tabela 3: Emergência de plântulas em campo (%) de quatro lotes de sementes de cenoura aos 10 e 14 dias após semeadura.**

Lotes	Emergência em campo (%)	
	10 dias	14 dias
1	56,5 a	57,1 a
2	51,7 ab	55,1 ab
3	43,3 b	47,6 b
4	44,2 ab	49,3 ab
CV (%)	9,03	8,05

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De modo geral, a emergência em campo foi baixa, inferior a 60% para todos os lotes. Pereira et al. (2007), em experimento com diversas cultivares de cenoura, verificaram que dentre as cultivares e lotes comerciais testados, apenas os lotes de 'Brasília' e 'Alvorada', ambas do grupo Brasília, apresentaram germinação abaixo de 60%. Resultado similar foi obtido por Nascimento et al. (2008), que observaram que à temperatura de 25 °C, a germinação das sementes de cultivares subtropicais incluindo Brasília e Alvorada foi baixa em relação as demais, cuja germinação foi superior a 80%.

Embora os valores de germinação tenham sido baixas para todos os lotes, para o lote 3 os valores foram ainda mais baixos (Tabela 3). De fato, para diversas hortaliças já foi reportada emergência em campo inferior para lotes de baixo vigor. Hanumaiah e Andrews (1973) verificaram que sementes com baixo vigor originaram menor emergência de plântulas. Em brássicas, Powell et al. (1991) relataram que plântulas oriundas de sementes de baixo vigor emergiram mais lentamente e tiveram emergência final mais baixa em relação as de alto vigor. Resultados similares foram obtidos em cebola (STRADIOTO NETO et al., 1992; PIANA et al., 1995), rabanete (MARCOS

FILHO, KIKUITI, 2006) e couve flor (LIMA, MARCOS FILHO, 2009) onde sementes de baixo vigor tiveram uma baixa emergência quando comparadas as de vigor alto.

#### 4.2.2 Avaliações do desenvolvimento vegetativo das plantas

Na Tabela 4 encontram-se os resultados obtidos para as avaliações de altura de parte aérea de plantas e comprimento de raízes feitas durante a fase de desenvolvimento da cultura em campo. Observa-se que houve diferença significativa entre os lotes quanto à altura de parte aérea das plantas, sendo que, o lote 3 mostrou ser o menos vigoroso em relação aos demais que não diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, em todas as observações realizadas, aos 30, 45 e 60 dias após semeadura, os lotes não diferiram entre si quanto ao comprimento de raiz.

**Tabela 4: Valores médios de altura da parte aérea das plantas (cm/planta) e comprimento de raiz (cm/planta) obtidos aos 30, 45 e 60 dias após semeadura, para os quatro lotes de sementes de cenoura**

Lote	Altura de parte aérea (cm/planta)			Comprimento de raiz (cm/planta)		
	30 dias	45 dias	60 dias	30 dias	45 dias	60 dias
1	11,9 a	26,7 a	51,9 a	8,4 a	15,9 a	21,0 a
2	13,4 a	29,0 a	53,6 a	9,0 a	16,4 a	20,5 a
3	10,4 b	22,5 b	44,7 b	8,7 a	15,1 a	20,5 a
4	12,5 a	25,8 a	53,5 a	8,6 a	16,0 a	21,5 a
C.V. (%)	6,63	5,53	4,17	8,45	6,23	5,89

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Malone et al. (2008) verificaram que diferenças iniciais acentuadas de vigor das sementes de mogango (*Cucurbita pepo L.*) influenciaram o desempenho inicial da cultura no campo, especialmente a altura de parte aérea e matéria seca das plantas, com efeitos não significativos sobre o comprimento de raízes.

Rodo e Marcos Filho (2003) relataram que o vigor das sementes de cebola teve efeito significativo sobre o crescimento das plantas afetando a altura das plantas até os primeiros 56 dias após a semeadura e, depois disso, não foram detectadas diferenças significativas. Resultados semelhantes foram obtidos por Kikuti e Marcos Filho (2007)

em couve-flor, Marcos Filho e Kikuti (2006) em rabanete, no caso de algumas hortaliças, em que foram observados efeitos negativos do uso de sementes com baixo vigor sobre as fases iniciais da cultura, mas não persistindo ao longo do desenvolvimento das plantas. Porém, no presente estudo os efeitos do vigor sobre a altura de parte aérea das plantas foi observado em todas as épocas em que foram efetuadas as observações (Tabela 4).

Em grandes culturas como milho e arroz, Mondo et al. (2012) e Höfs et al. (2004), respectivamente, relataram crescimento inicial maior de plantas originárias de sementes vigorosas, mas estes efeitos não persistiram até os períodos de avaliação mais avançadas. Este fato é compreensível, pois em culturas de ciclo mais longo, o efeito da interação genótipo x ambiente assume maior relevância podendo anular os efeitos do vigor das sementes.

Na Tabela 5 encontram-se os resultados do efeito do vigor das sementes sobre a matéria seca de parte aérea e de raiz. Observa-se que o lote 3, menos vigoroso, originou plantas com menor peso de matéria seca em todos períodos de crescimento avaliados.

**Tabela 5: Valores médios de massa seca de parte aérea das plantas e massa seca de raízes obtidos aos 30, 45 e 60 dias após semeadura para os quatro lotes de sementes de cenoura**

Lote	Massa seca parte aérea (g/planta)			Massa seca de raíz (g/planta)		
	30 dias	45 dias	60 dias	30 dias	45 dias	60 dias
1	0,91 a	7,97 ab	42,60 a	0,08 a	1,77 a	30,10 a
2	0,82 a	8,69 a	43,33 a	0,07 a	2,15 a	31,30 a
3	0,57 b	4,61 c	23,93 b	0,05 b	0,98 b	22,76 b
4	0,79 a	7,36 b	47,68 a	0,07 a	1,75 a	27,58 ab
C.V. (%)	11,42	7,37	7,15	11,33	18,92	10,75

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste deTukey a 5% de probabilidade.

Comparando os resultados de massa seca do lote 3, de menor vigor, com o lote 1, de maior vigor pelos testes de laboratório, verificou-se que a produção de massa seca da parte aérea das plantas foi inferior para o lote menos vigoroso em 37%, aos 30 dias, 42%, aos 45 dias, e 44%, aos 60 dias após semeadura (Tabela 5). Já para massa seca das

raízes a diferença foi de 38% aos 30 dias após semeadura, 45% aos 45 dias, caindo para 24% aos 60 dias após a semeadura. Rodo e Marcos Filho (2003) também observaram incremento maior no peso da matéria seca das plantas nos primeiros 56 dias resultantes do efeito da utilização de sementes de alto vigor na cultura de cebola.

Em grandes culturas, Höfs et al. (2004), avaliando plantas isoladas de arroz, verificaram que sementes menos vigorosas originaram plantas com menor massa seca em relação àquelas oriundas de sementes mais vigorosas. Resultados similares também foram reportados em aveia preta (SCHUCH et al., 2000), em milho (MONDO et al., 2012) e em soja (KOLCHINSKI et al., 2006).

Kolchinski et al. (2005) verificaram que plantas provenientes de sementes de soja de alto vigor apresentaram maior área foliar e produção de matéria seca. Resultado similar foi obtido por Melo et al. (2006) e Mielezrscki et al. (2008), na cultura de arroz, e Schuch et al (2009), na cultura de soja, em que maior massa de matéria seca foram observados para plantas oriundas de sementes mais vigorosas.

Na Tabela 6, estão apresentados os resultados da taxa de crescimento da cultura durante os períodos de desenvolvimento da cultura em campo. Pode-se observar que, o lote 3 teve a menor taxa de crescimento de parte aérea e de raízes em todo período de desenvolvimento da cultura. Comparando o lote 3, de menor vigor, com o lote 1, de maior vigor pelos testes de laboratório, verifica-se ainda que, os valores totais de crescimento de parte aérea e de raiz foram inferiores para o lote menos vigoroso, com diferenças de 44 e 24%, respectivamente (Tabela 6).

**Tabela 6: Taxa de crescimento de parte aérea (g/planta/dia) e de raiz (g/planta/dia) aos 30, 45 e 60 dias após semeadura de quatro lotes de sementes cenoura**

Lote	Taxa de crescimento da parte aérea (g /planta/dia)				Taxa de crescimento de raiz (g/planta/dia)			
	30 dias	45 dias	60 dias	Total	30 dias	45dias	60 dias	Total
1	0,030 <b>a</b>	0,471 <b>ab</b>	2,309 <b>a</b>	1,390 <b>a</b>	0,003 <b>a</b>	0,098 <b>bc</b>	1,903 <b>a</b>	1,001 <b>a</b>
2	0,027 <b>a</b>	0,525 <b>a</b>	2,309 <b>a</b>	1,417 <b>a</b>	0,002 <b>a</b>	0,140 <b>a</b>	1,923 <b>a</b>	1,032 <b>a</b>
3	0,019 <b>b</b>	0,270 <b>c</b>	1,288 <b>b</b>	0,774 <b>b</b>	0,001 <b>a</b>	0,075 <b>c</b>	1,437 <b>b</b>	0,757 <b>b</b>
4	0,026 <b>a</b>	0,438 <b>b</b>	2,688 <b>a</b>	1,563 <b>a</b>	0,003 <b>a</b>	0,011 <b>ab</b>	1,723 <b>ab</b>	0,917 <b>ab</b>
C.V. (%)	11,54	7,87	8,23	7,29	20,7	11,63	11,18	11,61

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas demais fases de crescimento em que foram efetuadas as avaliações, pode-se observar que a taxa de crescimento da parte aérea foi sempre significativamente inferior para o lote 3 em relação aos outros lotes. Comparando o lote 3 com o lote 1 nota-se que a diferença na taxa de crescimento da parte aérea foi de 37% aos 30 dias, 43% aos 45 dias e 44% aos 60 dias após semeadura (Tabela 6). No entanto, a taxa de crescimento de raiz do lote 3 foi significativamente inferior em relação ao lote 1 apenas aos 60 dias após semeadura com uma diferença de 24%.

Marcos Filho (2005) verificou que diferenças de vigor podem ser observadas nos estádios iniciais da cultura mas, que estas decrescem em estágios de desenvolvimento subsequentes a ponto de desaparecerem no final do ciclo da cultura. Höfs et al. (2004) na cultura de arroz, e Schuch et al. (2000), na cultura de aveia preta, verificaram que plantas originadas de sementes de menor qualidade fisiológica tiveram menor taxa de crescimento, o que originou menor acúmulo de massa seca e plantas de tamanho inicial menor. Verificaram também que diferenças na taxa de crescimento entre lotes foram diminuindo com o avanço no crescimento das plantas.

No presente trabalho porém, a taxa de crescimento de parte aérea foi inferior para o lote de menor vigor em todas avaliações efetuadas, no entanto, quando comparado o lote 3 com o lote de maior vigor observou-se que, apenas aos 60 dias após semeadura houve diferença significativa entre os lotes quanto a taxa de crescimento de raiz (Tabela 6).

Na Tabela 7 são apresentados os resultados da taxa de crescimento relativo da parte aérea e de raiz para os lotes de cenoura estudados. Da tabela, observa-se que a taxa de crescimento relativo foi significativamente diferente entre os lotes estudados apenas aos 60 dias após semeadura sendo que, os lotes 1, 2 e 3 apresentaram um crescimento relativo inferior em relação ao lote 4. Nas demais observações não houve diferença significativa entre os lotes para este parâmetro.

**Tabela 7: Taxa de crescimento relativo de parte aérea (g/planta/dia) e de raiz (g/planta/dia) obtidas aos 45 e 60 dias após a semeadura de quatro lotes de sementes de cenoura.**

Lote	Taxa de crescimento relativo parte aérea (g/planta/dia)		Taxa de crescimento relativo de raiz (g/planta/dia)	
	45 dias	60 dias	45dias	60 dias
1	0,145 a	0,112 b	0.195 a	0.20 a
2	0,160 a	0,107 b	0.230 a	0.178 a
3	0,140 a	0,111 b	0.208 a	0.198 a
4	0,150 a	0.124 a	0.250 a	0.1850 a
C.V. (%)	5,8	5.02	14.34	19.59

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A taxa de crescimento relativo expressa o incremento na massa de matéria seca por unidade de peso inicial, em um intervalo de tempo (g/g/dia) e depende de outros dois fatores do crescimento: área foliar útil para a fotossíntese e a taxa assimilatória líquida (BENINCASA, 2003; REIS, MULLER, 1979). Em geral, a taxa de crescimento relativo diminui com o avanço no crescimento da cultura conforme constatado por Aguiar Netto et al. (2000) na cultura da batata, Urchei et al. (2000) no feijoeiro e Höfs et al. (2004) em arroz.

Em alguns casos, porém, não é constatada diferença significativa na taxa de crescimento relativo como no presente trabalho (Tabela 7) e atestado por Schuch et al. (2000) em aveia preta e Machado (2002) em aveia branca em que, já no período inicial de crescimento das plantas, a taxa de crescimento relativo não diferiu entre os lotes estudados.

Kolchinski et al. (2005) observaram que até 20 dias após emergência, plantas de soja originadas de sementes vigorosas tiveram maiores taxas de crescimento relativo, mas, após esse período não houve efeito do vigor sobre este parâmetro. Os autores atribuem os maiores valores de área foliar e de massa seca de plantas à emergência antecipada e/ou, à produção inicial de plântulas maiores na fase de estabelecimento em campo para as sementes mais vigorosas.

Em geral, o vigor das sementes afetou o desempenho das plantas de cenoura em campo. Sementes mais vigorosas produziram plantas com maior capacidade de acúmulo

de massa seca em relação às plantas oriundas de sementes menos vigorosas. Para hortaliças como cenoura, cujo ciclo é curto, os efeitos do vigor podem ser observados com o decorrer do crescimento de plantas em campo. Este resultado está de acordo com relato de Tekrony e Egli (1991), que afirmaram que sementes mais vigorosas podem afetar o desenvolvimento vegetativo e a capacidade de acumular de matéria seca, em culturas cuja colheita é realizada na fase vegetativa.

### 4.3 Avaliação do rendimento final da cultura

Na Tabela 8 encontram-se os resultados da produção final de raízes classificadas em comerciais e não comerciais e o valor da produção. Não houve diferença significativa quanto à produção final de raízes de cenoura para os quatro lotes estudados.

**Tabela 8: Produção de raízes de cenoura e rendimento de raízes para os quatro lotes de sementes de cenoura aos 89 dias após semeadura**

Lote	Produção de raízes (kg)			Rendimento	
	Comercial	Não comercial	Total colhido	Produção média t/ha	Valor da produção R\$/há
1	2,72 a	0,866 a	3,59 a	68,0 a	102025 a
2	2,94 a	0,599 a	3,54 a	73,6 a	110425 a
3	2,15 a	0,835 a	2,99 a	53,9 a	80900 a
4	2,68 a	0,780 a	3,46 a	67,0 a	100550 a
C.V. (%)	15,92	19,59	14,34	15,92	15,92

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O valor da produção foi estimado em R\$ 11.261,06/t (FNP – Agriannual, 2015).

Embora não significativa a diferença entre os lotes quanto a produtividade final da cultura (Tabela 8), pode-se observar que os valores absolutos do lote 3 foram inferiores, se comparados aos demais lotes. Essa diferença foi de 27% sobre a produção média total quando comparado o lote 3 com o lote 1.

Mielerzrski et al. (2008) verificaram que o uso de sementes de arroz com alto vigor proporcionou um acréscimo de 30% no rendimento dos grãos. Resultados similares foram obtidos por Kolchinski et al. (2005) e Schuch et al. (2009), em soja, que reportaram incrementos no rendimento de 30 e 25%, respectivamente, quando avaliadas populações de plantas originárias de sementes de alto vigor.

Nascimento et al. (2011) mencionaram que o vigor pode comprometer a produção final e a qualidade de raízes em hortaliças cuja a semeadura é direta em campo. Kushavulu et al. (2012) observaram em seu experimento com sementes de quiabo que o vigor teve uma influência negativa significativa sobre o performance da planta em campo e no rendimento comercial. Plantas oriundas de sementes de baixo vigor tiveram um atraso na colheita e redução na qualidade comercial do produto final. E, no presente trabalho, observou-se que o uso de sementes de baixo vigor na cultura de cenoura pode afetar negativamente a produção final de raízes causando perdas de até 27% em valores absolutos, da produção média por ha em relação ao uso de sementes de maior vigor.

## 5 CONCLUSÕES

Houve efeito do vigor da semente na emergência de plântulas e no crescimento de plantas de cenoura em campo. Sementes de maior vigor tiveram maior emergência em campo e originaram plantas com maior altura e capacidade de acúmulo de massa seca durante toda a fase vegetativa.

Não houve efeito significativo do vigor de sementes de cenoura sobre a produtividade final da cultura, mas o uso de sementes menos vigorosas ocasionou perdas no valor da produção de até 27%.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- ABDO, M.T.V.; PIMENTA, R.S.; PANOBIANCO, M.; VIEIRA, R.D. Teste de vigor para avaliação de sementes de pepino. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 27, n. 1, p. 195-198, 2005.
- AGUIAR NETTO, A.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.901-907, 2000.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.
- BARROS, D.I.; NUNES, H.V.; DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C. Comparação entre testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de tomate. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n.2, p.12-16.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42p.
- BHERING, M.C.; DIAS, D.C.F.S.; TOKUHISA, D.; DIAS, L.A.S. Avaliação do vigor de sementes de melão pelo teste de deterioração controlada. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p.125-129, 2004.
- BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes**. Ciência, Tecnologia e Produção. São Paulo: FUNDAÇÃO CARGILL, 2005. 429p.
- CIARDI, J.A.; VAVRINA, C.S.; ORZOLEK, M.D. Evaluation of tomato transplant production methods for improving establishment rates. **HortScience**, v. 33, n.2, p. 299-232, 1998.
- DEMIR, I.; ERMIS, S.; MAVI, K.; MATHEWS, S. Mean germination time of pepper seed lots (*Capsicum annum* L.) predicts size and uniformity of seedlings in germination tests and transplant modules. **Seed Science and Technology**, v.36, n.1, p. 21-30, 2008.
- DIAS, D.C.F.S.; BHERING, M.C.; TOKUHISA, D.; HILST, P.C. Teste de condutividade elétrica para avaliação de sementes de cebola. **Revista Brasileira de Sementes**, v.28, n.1, p.154-162, 2006.
- DURÃES, F.O.M.; CHAMMA, H.M.C.P.; COSTA, J.D.; MAGALHÃES, P.C.; BORBA, C.S. Índices de vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.): Associação com emergência em campo, crescimento e rendimento de grãos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.1, p.13-18, 1995.
- EGLI, D.B.; HAMMAN, B.; RUCKER, M. Seed vigor and uniformity of seedlings emergence in soybean. **Seed Technology**, v.32, n. 2, p.87 – 95, 2010.

EGLI, D.B.; RUCKER, M. Seed vigor and the uniformity of emergence of corn seedlings. **Crop Science**, v. 52, p. 2774-2782, 2012.

FINCH-SAVAGE, N.E.; MCKEE, J.M.T. The influence of seed quality and pregermination treatment on cauliflower and cabbage transplant production and field growth. **Annals of Applied Biology**, v. 116, n. 1, p. 365-369, 1990.

FINGER, F.L.; DIAS, D.F.S.; PUIATTI, M. Cultura de cenoura. In: FONTES, P.C.R. (Ed.). **Olericultura: teoria e prática**. Viçosa: UFV, 2005. 486p.

HAMPTON, J.G. What is seed quality? **Seed Science and Technology**, v.30, p.1-10, 2002.

HANUMAIAH, L.; LUNGWANGWA, A.L.; HILL, K.A. The bulk conductivity tests for *Lotus* seed lots. **Seed Science and Technology**, v.22, n.1, p.177-180, 1994.

HÖFS, A.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T.; BARROS, A.C.S.A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta á qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.26, n.1, p. 92-97, 2004.

KESHAVULU, K.; REDDY, N. MANOHAR; RAJESWARI, B.; KUMAR, M. ARUN; ANKAIAH, R. Effect of Seed Vigour on Field Performance and Seed Yield in Okra (*Abelmoschus esculentus* L.). **International Journal of Bio-Resource & Stress Management**, v.3, n.1, p.26-30, 2012.

KIKUITI, A.L.P.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes de couve – flor e desempenho das plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 107-113, 2007.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH. L.O.B.; PESKE, S.T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 12, n. 2, p. 163-166, 2006.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH. L.O.B.; PESKE, S.T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p. 1248-1256, 2005.

LIMA, L.B.; MARCOS FILHO, J. Condicionamento fisiológico de sementes de pepino e relação com desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.3, p.27-37, 2009.

MACHADO, R.F. **Desempenho de aveia branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. Pelotas. 2002. 46f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Pelotas), Universidade Federal de Pelotas, 2002.

MALONE, P.F.V.A.; VILLELA, F.A.; MAUCH, C.R. potencial fisiológico de sementes de magango e desempenho das plantas no campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p. 123-129, 2008.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005.495p.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: Importância e utilização. In: KRYZANOSWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANCA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1.1-1.21.

MARCOS FILHO, J.; KIKUTI, A.L.P. Vigor de sementes de rabanete e desempenho de plantas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 3, p. 44 -51, 2006.

MARCOS FILHO, J.; NOVENBRE, A.D.L.C. Avaliação do potencial fisiológico de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. (Ed.). **Tecnologia de sementes de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS, 2009. p.185 – 243.

MELLO, M.P; PETERNELLI, L.A. **Conhecendo o R: uma visão mais que estatística**. Viçosa: UFV, 2013. 222p.

MELO, P.T.B.S; SCHUCH, L.O.B.; ASSIS, F.N.; CONCENÇO, G. Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n.2, p. 84-94, 2006.

MIELERZSKI, F.; SCHUCH, L.O.B; PESKE, S.T.; PANOZZO, L.E.; PESKE, F.B.; CARVALHO, R.R. Desempenho individual de populações de plantas de arroz híbrido em função da qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes** v.30, n.3, p. 086-094, 2008.

MIELEZRSKI, F.; MARCOS FILHO, J. Potencial fisiológico de sementes armazenadas e desempenho de plantas de ervilha. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n.4, p. 665-667, 2012.

MONDO, V.H.V; CICERO, S.M; DOURADO-NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.A. Vigor de sementes e desempenho de plantas de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n.1, p. 143-155, 2012.

MONDO, V.H.V; CICERO, S.M; DOURADO-NETO, D.; PUPIM, T.L.; DIAS, M.A.A. Seed vigor and initial growth of corn crop. **Journal of seed science**, v.35, n.1, p. 64-69, 2009.

NADERIDARBAGHSHAHI, M.; KARIMI, M. Multiple and single regression models relationship of some seed vigour tests and field seed emergence crops. **International Research Journal of Applied and Basic Sciences**, v.4, n.3, p.736-740, 2013.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.49-85, 1994.

NASCIMENTO, W.M.; DIAS, D.C.F.S.; SILVA, P.P. Qualidade da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. In: NASCIMENTO, W.M. **Hortaliças: Tecnologia de Produção de Sementes**. Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS, 2011. p. 79-106.

NASCIMENTO, W.M.; VIEIRA, J.V.; SILVA, G.O.; REITSMA, R.K.; CANTLIFFE, D.J. Carrot seed germination at high temperature: effect of genotype and association with ethylene production. **HortScience**, v.43, n.5, p. 1538 – 1543, 2008.

PÊGO, R.G; NUNES, U.R.; MASSAD, M.D. Qualidade fisiológica de sementes e desempenho de plântulas de rúcula no campo. **Ciência Rural**, v.41, n.8, p.1341-1346, 2011.

PEREIRA, M.D; DIAS, D.C.F.S; DIAS, L.A.S.; ARAUJO, E.F. Primed corrot seeds performance under water and temperature stress. **Scientia Agrícola**, v.66, n.2, p. 174-179, 2009.

PEREIRA, R.S., NASCIMENTO, W.M. E VIEIRA, J.V. Germinação e vigor de sementes de cenoura sob condições de altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.215-219, 2007.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; LABBÉ-BAUDET, L. Secagem de sementes de hortaliças. In: NASCIMENTO, W.M. **Hortaliças: Tecnologia de Produção de Sementes**. Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS, 2011. p. 137-151.

PIANA, Z.; TILLMANN, M.A.A.; MINAMI, K. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de cebola e sua relação com a produção de mudas vigorosas. **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.2, p.149-153, 1995.

PIMPINI, F.; FILIPINI, M. F.; SAMBO, P.; GIANQUINTO, G. The effect of seed quality (seed colour variation) on storability, germination temperature and field performance of radicchio. **Seed Science & Technology**, v. 30, p. 393-402, 2002.

POWELL, A.A.; THORNTON, J.M.; MITCHELL, J.A. Vigour differences in Brassica seed and their significance to emergence and seedling variability. **Journal of Agriculture Science**, v.116, p. 369-373, 1991.

POWELL, A.A; MATTHEWS, S. (2005). Towards the validation of the controlled deterioration vigour test for small seeded vegetables. **Seed Testing International**, v. 129, p. 21-24, 2005.

QASIM G.A.U.; MALIK M.; SARFRAZ M.A.A.; BUKHSH H.A.; ISHAQUE M. Relationship between laboratory seed quality tests, field emergence and yield of chickpea. **Crop Environment**, v.1, p.31-34, 2010.

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna, Australia: R FOUNDATION FOR STATISTICAL COMPUTING, 2014. URL <http://www.R-project.org/>.

REIS, G. G.; MULLER, M. W. **Análise de crescimento de plantas mensuração do crescimento**. Belém: CPATU, 1979. 37p.

RODO, A.B.; MARCOS FILHO, J. Onion seed in relation to plant growth and yield. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n.2, p. 220-226, 2003.

SCHUCH, L.O.B; KOLCHINSKI, E.M.; FINATTO, J. A. Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p. 144-149. 2009.

SCHUCH, L.O.B; NEDEL, J.L; ASSIS, FN; MAIA, MS. Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Sciencia Agrícola**, v.57, n.2, p. 305-312. 2000.

SILVA, M.C.C.; MEDEIROS, A.F.A.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M.; COELHO, F.S.; BRAUNE, H. Efeito do estresse hídrico e térmico na germinação e no vigor de sementes de cenoura. **Idesia**, v.29, n.3, p.39-44, 2011.

SMITH, O.E.; WELCH, N.C.; McCoy, O.D. Studies on Lettuce Seed Quality: II. Relationship of seed Vigor to Emergence, Seedling Weight, and Yield. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 98, n.6, p 552 – 556, 1973.

SOUZA, A.F.; MESQUITA FILHO, M.V; FONTE, R.R. Cenoura (*Daucus carota*). Adubação. **Embrapa Hortaliças**, 2008. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 30 de Set. 2014.

STRADIOTO NETO, J.; GARCIA, A.; MACIEL, V.S.; LUCCA FILHO, O.A. Efeito da qualidade fisiológica e sanitária das sementes sobre a produção de mudas de cebola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.27, n.4, p.575-580, 1992.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B. Relationship of seed vigor to crop yield: a review. **Crop Science**, v. 31, n.3, p.816 – 822, 1991.

YILDIRIM, E.; GÜVENC, I. Relationship between seed vigor and sub optimal temperature – salt tolerance in pepper (*Capsicum annuum* L.). **Asian Journal of Plant Science**, v.6, n.3, p.542-545, 2007.