

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA EM SEMENTES DE CALÊNDULA¹

MARIA ANGELICA MOREIRA SILVEIRA², FRANCISCO AMARAL VILLELA³, MARIA ÂNGELA ANDRÉ TILLMANN³

RESUMO - A calêndula (*Calendula officinalis* L.) é uma planta com propriedades medicinais utilizada na produção de fitoterápicos e na indústria de cosméticos. A semente é insumo básico, devendo atender aos requisitos de qualidade fisiológica para garantir o estabelecimento de cultivos com alta produtividade. Para avaliar a eficiência de métodos que permitam separar lotes de sementes de calêndula em níveis de vigor, foram utilizados quatro lotes com diferentes origens e tempos de armazenamento. Os lotes foram avaliados qualitativamente pelos testes de germinação, teor de água das sementes, peso de matéria seca das sementes, peso de 1000 sementes, primeira contagem da germinação, emissão de raiz primária, condutividade elétrica, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência das plântulas, comprimento de plântulas, peso de matéria verde e seca de plântulas. Os testes de primeira contagem da germinação, emissão da raiz primária e índice de velocidade de emergência das plântulas permitem a separação dos lotes de sementes de calêndula em níveis de vigor. A combinação das informações fornecidas pela comparação de médias e pela análise de correlação entre diferentes testes de vigor e o teste de emergência em campo possibilita melhor avaliação da qualidade de sementes.

Termos para indexação: *Calendula officinalis* L., sementes, vigor.

COMPARISON OF METHODS TO EVALUATE THE PHYSIOLOGICAL QUALITY IN SEEDS OF CALENDULA

ABSTRACT - *Calendula officinalis* L. is a plant with medicinal properties used in phytotherapeutic production and in the cosmetic industry. Seed is the basic input, so requirements of physiological quality to guarantee the establishment of cultivations with high productivity is essential. Four lots were used with different origins and storage times of storage to evaluate the efficiency of methods that allow separation of lots of calendula seeds in vigor levels. The lots were evaluated using germination test, seed moisture content, seed dry matter weight, weight of 1000 seeds, first count of the germination test, emission of primary root, electrical conductivity, seedling emergence, speed of seedling emergence, seedling length, seedling green matter and dry matter weight. The tests of first count of the germination, emission of the primary root, and speed of seedling emergence index allowed the separation of the lots in vigor levels. The combination of the information supplied by the comparison of averages and for the correlation analysis between different vigor test and seedling emergency facilitates better evaluation of the seed quality.

Index terms: *Calendula officinalis* L., seeds, vigor.

INTRODUÇÃO

A calêndula (*Calendula officinalis* L.), planta de jardim que produz grande número de flores de colorido brilhante por um longo período, é originária da Europa Meridional e regiões mediterrâneas orientais que, além da utilização ornamental, tem uso culinário e terapêutico tradicionais. O óleo da semente é constituído por 60% de ácido calêndico, o qual

¹ Aceito para publicação em 18.08.2002.

² Eng^a Agr^a, Dr^a, Depto. de Fitotecnia, FAEM/UFPEL; Cx. Postal 354, 96010-900, Pelotas-RS; e-mail: angelica.sul@terra.com.br

³ Prof. Adjunto, Dr., Depto. de Fitotecnia, FAEM/UFPEL. Cx. Postal 354, 96010-900, Pelotas-RS; e-mail: matilman@ufpel.tche.br, bloisvillela@uol.com.br

pode ter aplicações na fabricação de tintas e coberturas, cosmética e alguns produtos industriais de fibra sintética (Mirza, 1996).

Esta espécie, bem como outras espécies medicinais, vem sendo estudada para ser utilizada com outros propósitos, como para o controle de fitonematóides, através de seus exsudatos radiculares conforme Hackney & Dickerson (1975), Harroon & Huettel (1991) e Frighetto & Zavatti (1994).

O gênero *Calendula*, a exemplo de grande número de espécies da família das compostas (Asteraceae), apresenta sementes com polimorfismo acentuado, ligado à posição da semente dentro do capítulo, conforme relatado por Heyn et al. (1974). Esta heterogeneidade quanto à forma e ao tamanho das sementes não facilita a condução de testes para avaliar a qualidade fisiológica das sementes e nem a observação dos resultados de tais testes.

Há vários testes que determinam a qualidade das sementes, como o teste de germinação sob condições controladas, o qual é muito útil para avaliar a capacidade de germinação, mas não fornece informações sobre o vigor das sementes (Bewley & Black, 1994). Sementes com elevado grau de umidade e baixo conteúdo de matéria seca na sua composição, segundo Popinigis (1985) geralmente apresentam baixa porcentagem de germinação. Assim, os testes de vigor são um instrumento importante, como adjuntos ao teste de germinação na pesquisa sobre qualidade de sementes (Hampton & Coolbear, 1990).

Dentre estes testes está a comparação da porcentagem de plântulas normais na primeira contagem do teste de germinação, conforme Nakagawa (1994), o que possibilita determinar o vigor relativo entre lotes de sementes. Também, a emissão da raiz primária permite comparar o vigor entre os lotes, pois o único estágio da germinação que é possível determinar precisamente é o seu final, com a emergência do eixo (usualmente a radícula) através dos tecidos da semente, assim se tem a conclusão da germinação (Bewley & Black, 1994).

Outro teste de vigor é o de condutividade elétrica, que indica a qualidade fisiológica da semente baseada na lixiviação de solutos pelas membranas celulares. No processo de embebição, as sementes com membranas danificadas lixiviam solutos citoplasmáticos no meio líquido. Os solutos lixiviados com propriedades eletrolíticas possuem cargas elétricas que podem ser medidas com um condutivímetro de acordo com Krzyzanowski et al. (1991).

As amostras de sementes que originam plântulas com maiores valores de comprimento da parte aérea e peso de

matéria verde ou seca, num mesmo período de tempo, são consideradas mais vigorosas (AOSA, 1983), sendo este parâmetro também utilizado como um dos testes de vigor. Segundo Dan et al. (1987), isto ocorre em função das sementes apresentarem maior suprimento de reservas nos tecidos de armazenamento, portanto, maior massa e maior capacidade de transformação destas reservas em substâncias incorporáveis pelo eixo embrionário.

A qualidade das sementes depende de todo o histórico para a sua produção como a escolha da gleba, a preparação e a fertilidade do solo, a semeadura, a condução da lavoura quanto a aspectos sanitários, as condições climáticas durante a formação da semente antes e durante a colheita, o manuseio e transporte, o beneficiamento e armazenamento (Mc Gee, 1995).

Considerando o crescente interesse na utilização de plantas de calêndula, tornam-se importantes tanto a caracterização da qualidade de suas sementes, através de testes de germinação e vigor, como a obtenção de informações sobre a eficiência e rapidez de diferentes testes de vigor para aferir a qualidade das sementes desta espécie. Desta forma, o objetivo deste estudo foi comparar diferentes métodos de avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de calêndula e estabelecer o teste mais eficiente e, que tenha alta correlação com o teste de emergência em campo, para separação de lotes em níveis de vigor.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório Didático de Análise de Sementes e na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), no período de julho de 2001 a novembro de 2001.

Foram utilizados quatro lotes de sementes de calêndula de diferentes origens e condições de armazenamento: lote 1 produzido em 1999, sob condições de campo em Itapuã- RS coletado com 67% de germinação; lote 2 produzido em 2000, em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da UFPel, apresentando as sementes recém-coletadas 63% de germinação, ambos mantidos, respectivamente, por um período de 24 e 10 meses em câmara fria e seca (18°C e 40% UR); lote 3 e lote 4, importados da Dinamarca e da França em 2001, comercializados em latas hermeticamente fechadas, trazendo no rótulo a porcentagem de germinação de 82% e 68%, respectivamente.

Os lotes foram avaliados através dos seguintes parâmetros: a) porcentagem de germinação determinada através

do **teste de germinação** - conduzido utilizando quatro repetições de 50 sementes colocadas em caixas "gerbox" sobre duas folhas de papel mata-borrão umedecidas com 2,5 vezes o seu peso em água, com pré-esfriamento a 5°C por 7 dias para superação de dormência, conforme Brasil (1992). As sementes foram mantidas em germinador à temperatura de 20°C e iluminação constante com avaliação da germinação aos 14 dias da embebição e o resultado expresso em porcentagem; b) **teor de água das sementes** - medido conforme Brasil (1992), utilizando duas subamostras de 100 sementes colocadas em cápsulas de alumínio em estufa à 105°C ± 3°C, por 24 horas e os resultados expressos em porcentagem; c) **peso de matéria seca das sementes** - conduzido conjuntamente com a determinação do teor de água das sementes, após as duas subamostras de 100 sementes serem submetidas à secagem à 105°C ± 3°C, por 24 horas e obtendo a média do peso das subamostras expresso em grama; d) **peso de 1000 sementes** - foram utilizadas oito subamostras de 100 sementes, de acordo com Brasil (1992) e os resultados expressos em grama; e) **primeira contagem da germinação** para verificar a porcentagem de plântulas normais, foi conduzido conjuntamente com o teste de germinação, com avaliação aos sete dias após a instalação do teste de germinação e os resultados expressos em porcentagem; f) **emissão de raiz primária** - verificada, após a superação de dormência através do pré-esfriamento à 5°C por 7 dias, pela contagem das sementes que apresentaram 1mm de raiz primária e os resultados expressos em porcentagem; g) **condutividade elétrica** - foram utilizadas quatro subamostras de 25 sementes, colocadas em copos plásticos contendo 50 ml de água deionizada, com embebição por 24 horas, à temperatura de 25°C, conforme metodologia descrita por Vieira (1994). A leitura foi realizada em condutivímetro CD-21 marca Digimed e resultados expressos em mS/cm/g de sementes; h) **teste de emergência de plântulas** - conduzido com quatro subamostras de 25 sementes colocadas à temperatura de 10°C em bandejas plásticas, contendo areia peneirada em malha 2,38 mm, autoclavada e seca, com avaliação das plântulas normais emergidas aos 21 dias após sementeira e os resultados expressos em porcentagem; g) **índice de velocidade de emergência das plântulas** - conduzido, de acordo com Nakagawa (1994), juntamente com o teste de emergência de plântulas, realizando-se conta-

gens diárias do número de plântulas normais emergidas até 21 dias; h) **comprimento de plântulas** - realizado juntamente com o teste de emergência, sendo as plântulas coletadas, mensuradas com régua e o resultado expresso em cm/plântula; i) **peso de matéria verde e seca de plântulas** - conduzido de acordo com Nakagawa (1994), com determinação, aos 21 dias após a sementeira, do peso de matéria verde de plântulas, do peso de matéria seca, após serem submetidas a secagem em estufa a 70°C, por 72 horas e os resultados expressos em mg/plântula.

Os dados médios dos lotes, em cada parâmetro analisado, foram submetidos à análise de variância e testes de correlação entre os parâmetros analisados. As médias foram comparadas pelo teste de Duncan, ao nível de probabilidade de 5% (Zonta et al., 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de peso de mil sementes, peso seco das sementes, teor de água e condutividade elétrica, mostrados na Tabela 1, permitiram observar que houve diferenças significativas entre os lotes no peso de mil sementes, teor de água das sementes e condutividade elétrica durante 3h e 24h. O peso seco das sementes diferiu somente entre os lotes 1 e 4. O lote 1 apresentou os maiores valores de peso de mil sementes e peso seco das sementes e, segundo Irigon & Mello (1995), o peso das sementes é relatado como uma das causas morfológicas que podem afetar o vigor e assim, influenciar na qualidade. Conforme Popinigis (1985) e Carvalho & Nakagawa (2000), uma semente atinge seu máximo vigor quando apresenta seu máximo peso de matéria seca, podendo, após esse ponto, sofrer decréscimo do peso, como resultado de perdas em matéria seca pela respiração da semente.

TABELA 1. Dados médios de peso de mil sementes, peso seco das sementes, teor de água e condutividade elétrica de lotes de sementes de calêndula.

Lotes	Peso de mil sementes (g)	Peso seco das sementes (g)	Teor de água (%)	Condutividade elétrica (µS/cm/g)	
				3h	24h
1	10,42a	0,95a	8,6 c	585,19 b	628,22 b
2	8,88 b	0,71ab	10,7a	1217,36 c	1325,25 c
3	7,91 c	0,74ab	9,2 b	600,51 b	685,30 b
4	5,64 d	0,57 b	7,8 d	404,35a	461,97a
CV(%)	3,74	15,31	1,71	15,61	15,76

* Comparações de médias pelo teste de Duncan (5%). Letras minúsculas na coluna.

No processo respiratório ocorre diminuição das reservas acumuladas na semente, utilizadas na promoção da germinação e no desenvolvimento inicial de plântula (Carneiro & Aguiar, 1993).

O lote 2 mostrou valores superiores aos outros lotes no teor de água e condutividade elétrica e no lote 4 foi possível verificar os menores valores para os dados médios do peso de mil sementes, do peso seco das sementes, do teor de água e da condutividade elétrica das sementes. A determinação da condutividade elétrica possivelmente foi afetada pelo tamanho das sementes e seu teor de água, conforme Vanzolini & Nakagawa (1998) e Vieira & Carvalho (1994), não permitindo inferências sobre diferenças de vigor entre os lotes, pois os que possuíam maior peso seco (lotes 1, 2 e 3), indicativo de maior vigor, foram os que tiveram maiores valores de condutividade elétrica indicativos de maior deterioração dos lotes de sementes. Além disto, a variação de tamanho, forma e coloração das sementes dentro dos lotes pode ter determinado alguma alteração no resultado do teste de condutividade elétrica. Vanzolini & Nakagawa (1998) estudando a condutividade elétrica em sementes de amendoim, concluíram que a comparação de genótipos de amendoim pelo teste de condutividade elétrica sofre a interferência da diferença de tamanho das sementes. Nogueira (1993) verificou que a coloração do tegumento das sementes de feijão teve grande influência nos resultados deste teste, pois dos cinco cultivares testados, os que apresentavam sementes pretas mostraram sempre maiores valores de condutividade elétrica, provavelmente decorrente de um maior conteúdo percentual de lignina no tegumento (Kannenber & Allard, 1964), o que em soja foi observado influenciar, existindo uma relação inversa entre o conteúdo de lignina do tegumento e a taxa de condutividade elétrica da solução de embebição da semente (Panobianco et al, 1999). Segundo Vieira (1994), mesmo que os resultados da condutividade elétrica sejam apresentados em base de peso, reduzindo o efeito do tamanho, isto não soluciona completamente o problema.

Pelos dados mostrados na Tabela 2, a porcentagem de germinação do lote 2 foi de 66%, havendo aumento de três pontos percentuais sobre a germinação inicial (63%), após o armazenamento em câmara fria e seca no período de 10 meses após a coleta, confirmando dados obtidos por Bass (1980) em sementes de calêndula. Nos lotes comerciais 3 e 4, embora a

comercialização seja feita em latas hermeticamente fechadas, a germinação foi menor que a indicada no rótulo conforme análise realizada em agosto e setembro de 2001, respectivamente, 82% e 68%. No lote 1, armazenado por um período de 24 meses, observou-se acentuado decréscimo na porcentagem de germinação inicial (67%), diferindo, significativamente, dos lotes 3 e 4 que foram importados, bem como do lote 2 armazenado por um período de dez meses.

Dados médios de germinação fornecem informações sobre a capacidade germinativa dos lotes, mas os dados de primeira contagem de germinação, emissão de raiz primária de plântulas indicaram a superioridade do lote 2 com relação aos lotes 1, 3 e 4, à exceção do teste de emergência de plântulas que foi semelhante para os lotes 2 e 4. O teste de primeira contagem da germinação pode ser considerado um teste de vigor pois, sabe-se que com a deterioração da semente, a velocidade de germinação decai e isto é possível de ser verificado antes de se observar a porcentagem final de germinação. Assim, as amostras com maior porcentagem de germinação na primeira contagem, podem ser consideradas mais vigorosas que aquelas de germinação mais lenta (Heydecker et al., 1973 e Matthews, 1980).

Conforme Spinola et al. (1998), estudando a comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura, verificaram que o da primeira contagem, onde se obtêm a porcentagem de plântulas normais, dada a facilidade de execução, pode ser utilizado para obtenção de informações preliminares sobre o vigor dos lotes, apesar da baixa sensibilidade do teste em detectar pequenas diferenças de vigor.

Observando os dados médios no teste de emergência de plântulas (Tabela 2), verifica-se que o lote 2 apresentou maior valor que os lotes 1 e 3. A tendência dos quatro lotes apresentarem baixos valores na porcentagem de emergência de

TABELA 2. Dados médios de porcentagens de germinação, primeira contagem da germinação, emissão de raiz primária e emergência de plântulas em lotes de sementes de calêndula.

Lotes	Germinação (%)	Primeira contagem da germinação (%)	Emissão de raiz primária (%)	Emergência de plântulas (%)
1	32 b	30 c	26 c	20 b
2	66a	64a	64a	49a
3	53a	47 b	31 c	24 b
4	52a	50 b	45 b	36ab
CV (%)	18,17	18,14	21,28	37,68

* Comparações de médias pelo teste de Duncan (5%). Letras minúsculas na coluna.

plântulas pode estar ligada à temperatura (10°C) utilizada na condução do teste para simular as condições de semeadura em campo na época recomendada de cultivo. O estresse ocasionado pela baixa temperatura pode alterar a germinação, reduzindo a velocidade de emergência (Dias & Mantovani-Alvarenga, 1999). Este teste é considerado o melhor indicativo para inferir sobre o vigor de lotes, pois na sua execução devem ser utilizadas condições que simulam aquelas, as quais as sementes estarão sujeitas por ocasião da semeadura em campo.

As determinações de peso de matéria verde e matéria seca e comprimento de plântulas (Tabela 3) não foram parâmetros eficientes para determinar a qualidade fisiológica das sementes dos diferentes lotes. Embora o peso fresco das plântulas permita estimar o acúmulo de matéria translocada ou sintetizada na planta, apresenta o inconveniente da interfe-

rência do conteúdo de água das plantas que pode ser variável entre elas (Vieira & Carvalho, 1994).

Assim, os testes de primeira contagem, emissão de raiz primária e IVE destacaram o lote 2 como o de maior qualidade. Os outros três lotes variam em qualidade dependendo do teste empregado.

A Tabela 4 mostra os coeficientes de correlação simples entre as determinações realizadas em quatro lotes de sementes de calêndula, expressando o grau de associação linear entre as variáveis.

Os dados referentes à germinação permitem apenas avaliar a capacidade germinativa dos quatro lotes de sementes, observando-se diferença menor significativa apenas para o lote 1, entretanto, é possível verificar a alta correlação entre esta variável e a emergência de plântulas ($r=0,85$).

Considerando as variáveis que permitem a caracterização física dos lotes, teor de água e peso de mil sementes, verificou-se nos lotes de sementes em embalagens hermeticamente fechadas, uma variação de 1,4 pontos percentuais, a qual pode ter ocasionado diferença nos resultados em algumas determinações de vigor, evidenciando a superioridade do lote 4, com menor teor de água. Assim, observa-se a alta correlação com a condutividade elétrica ($r=0,96$), um indicativo do grau de deterioração das membranas que expressa o potencial

TABELA 3. Dados médios de peso de matéria verde de plântulas, peso de matéria seca de plântulas, comprimento de plântulas e índice de velocidade de emergência (IVE) em lotes de sementes de calêndula.

Lotes	Peso de matéria verde de plântulas (mg)	Peso da matéria seca de plântulas (mg)	Comprimento de plântulas (cm)	IVE
1	50625,0a	3825,0a	5,770ab	0,26 c
2	62475,0a	3850,0a	6,085ab	0,72 a
3	59425,0a	4700,0a	5,253 b	0,25 c
4	61050,0a	4500,0a	6,515a	0,54 b
CV(%)	21,44	19,11	11,36	39,07

* Comparações de médias pelo teste de Duncan (5%). Letras minúsculas na coluna.

TABELA 4. Coeficientes de correlação simples (r) entre os dados obtidos nos testes para avaliação da qualidade fisiológica em lotes de sementes de calêndula.

	P.1000	PSS	TA	CE	G	PCG	ERP	EP	PMV	PMS	CP
PSS	0,9345*										
TA	0,4690	0,1428									
CE	0,4138	0,0635	0,9678*								
G	-0,4165	-0,6975*	0,6070*	0,6322*							
PCG	-0,4042	-0,6995*	0,6030*	0,6627*	0,9898*						
ERP	-0,2448	-0,5648	0,6017	0,7409*	0,8577*	0,9210*					
EP	-0,2930	-0,6032*	0,5577	0,7027*	0,8562*	0,9209*	0,9985*				
PMV	-0,6741*	-0,8794*	0,3359	0,3729	0,9522*	0,9386*	0,7747*	0,7897*			
PMS	-0,7376*	-0,5665	-0,4572	-0,5799	0,1694	0,0676	-0,2739	-0,2430	0,3908		
CP	-0,4851	-0,5490	-0,2554	-0,0120	0,2042	0,3225	0,5572	0,5916	0,3213	-0,2179	
IVE	-0,2986	-0,5873	0,4574	0,6358*	0,7627*	0,8470*	0,9794*	0,9854*	0,7144*	-0,3114	0,7117*

* significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t, a n-2 G.L.

P.1000: Peso de mil sementes; PSS: Peso seco de 100 sementes; TA: Teor de água; CE: Condutividade elétrica; G: Germinação; PCG: Primeiro contagem da germinação; ERP: Emissão de raiz primária; EP: Emergência de plântulas; PMV: Peso de matéria verde; CP: Comprimento de plântulas; IVE: Índice de velocidade de emergência.

de armazenamento dos lotes. Já, o peso de mil sementes teve alta correlação positiva ($r=0,93^*$) com o peso seco das sementes, pois em sementes mais pesadas verifica-se maior acúmulo de reservas. Como estas determinações, porcentagem de germinação, teor de água e peso de mil sementes não fornecem informações sobre a capacidade de estabelecimento de um stand uniforme de plantas em nível de campo, para a comparação da qualidade fisiológica entre os lotes, torna-se necessária a realização de testes de vigor que tenham alta correlação com o teste de emergência de plântulas.

O teste de emergência de plântulas apresentou alta correlação com a germinação ($0,86^*$), primeira contagem ($0,92^*$), emissão de raiz primária ($0,99^*$), e índice de velocidade de emergência ($0,98^*$). Os lotes apresentaram baixos valores nos resultados do teste de emergência de plântulas, caracterizando lotes de baixo vigor. Verificou-se que o teste de emergência quando utilizado isoladamente, apenas separou os lotes em dois níveis de vigor, entretanto quando foram estabelecidas as correlações com emissão de raiz primária, primeira contagem e índice de velocidade de emergência, possibilitou a identificação de três níveis de vigor, verificando-se a superioridade do lote 2, o lote 4 apresentando vigor intermediário e os lotes 1 e 3 com menor vigor.

Dentre os testes baseados no crescimento de plântulas o peso de matéria verde das plântulas correlacionou-se positivamente com germinação ($r=0,95^*$), primeira contagem ($r=0,94^*$), emissão de raiz primária ($r=0,77^*$) índice de velocidade de emergência ($r=0,71^*$), e emergência de plântulas ($r=0,79^*$). Enquanto o comprimento de plântulas teve correlação alta apenas com o índice de velocidade de emergência ($r=0,71^*$) apresentando correlação não significativa ($r=0,59^*$) com a emergência de plântulas.

A análise geral dos dados obtidos permite verificar que nem todas as determinações realizadas foram eficientes para separar os lotes de sementes de calêndula em níveis de vigor, bem como não apresentaram alta correlação com o teste de emergência. Cabe salientar que o teste de condutividade elétrica necessita adequação na metodologia, devido à variação do tamanho e constituição do tegumento das sementes, para ser utilizado nesta espécie, assim como os testes baseados na taxa de crescimento de plântulas, por estarem sujeitos à variações ambientais. Mas através da combinação das informações da comparação de médias e correlação dos testes de porcentagem da germinação, primeira contagem da germinação, emissão de raiz primária, índice de velocidade de emergência com o teste de emergência de plântulas foi possibilitada a classificação dos quatro lotes em três níveis de vigor.

Os melhores resultados obtidos no lote 2 podem ser justificados com base nos critérios de produção e colheita, foi conduzido em casa-de-vegetação e as sementes colhidas na maturação fisiológica.

Os lotes utilizados neste estudo eram heterogêneos em vários aspectos como origem, atributos genéticos e físicos, tempo e tipo de armazenamento, tornando mais complexa a comparação da qualidade entre os lotes. Carvalho & Nakagawa (2000) colocam que a origem da semente pode ter grande influência sobre seu comportamento, pelo menos, durante a germinação. Spina (1984) comenta que em lotes de sementes, com alta homogeneidade, o teste padrão de germinação é significativamente correlacionado com a emergência a campo, mas, em lotes heterogêneos, os testes de vigor apresentam melhor correlação com o desempenho das sementes no campo, ou seja o estabelecimento de um stand uniforme de plantas.

CONCLUSÕES

- Os testes de primeira contagem da germinação, emissão de raiz primária e índice de velocidade de emergência permitem a separação dos lotes de sementes de calêndula em níveis de vigor;
- a combinação das informações fornecidas pela comparação de médias e pela análise de correlação entre os testes de vigor e o teste de emergência de plântulas no campo possibilita melhor avaliação da qualidade de sementes.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, 1983. 88p. (AOSA. Contribution, 32).
- BASS, L.N. Flower seed storage. **Seed Science & Technology**, Zürich, v.8, n.4, p. 591- 599, 1980.
- BENINCASA, M.M.P. **Análise do crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988. 42p.
- BEWLEY, J.D. ; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2 ed. New York: Plenum, 1994. 445p.
- BIDWELL, R.G.S. **Plant physiology**. (2. ed). New York: McMillan, 1979. 726p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.
- CARNEIRO, J.G.A. ; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. ; FIGLIOLIA, M.B.(Ed.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. p.333-350.

- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 429p.
- DAN, E.L. et al. Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.
- DIAS, D.C.F.S.; MANTOVANI-ALVARENGA, E. Teste de germinação a baixa temperatura. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, cap.7, p.1-4.
- FRIGHETTO, R.T.S.; ZAVATTI, L.M.S. Avaliação de espécies vegetais no controle de *Meloidogyne incognita*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NEMATOLOGIA, 18., 1994, Campinas. **Resumos...** Campinas: SBN / IAC, 1994. p.33
- HACKNEY, R.W.; DICKERSON, O.J. Marigold castor bean, and chrysanthemum as controls of *Meloidogyne incognita* and *Pratylenchus alleni*. **Journal of Nematology**, St. Paul, v.7, n.1, p.84-90, 1975.
- HAMPTON, J.G.; COOLBEAR, P. Potential versus actual seed performance, can vigour testing provide an answer. **Seed Science & Technology**, Zürich, v.18, p.215-228, 1990.
- HARROON, S.; HUETTEL, R.N. Effect of extracts from some medicinal plants on soybean cyst nematode. **Journal of Nematology**, St. Paul, v.23, p.531-532, 1991.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GULLIVER, R.L. Acceleratio germination by osmotic seed treatment. **Nature**, London, v.246, p.42-44, 1973.
- HEYN, C.C.; DAGAN, O.; NACHMAN, B. The annual *Calendula* species: taxonomy and relationship. **Journal of Botany**, n.23, p.169-201, 1974.
- IRIGON, D.L.; MELLO, V.D.C. **Análise de sementes**. Brasília: ABEAS, 1995. 88p. Curso de Tecnologia de Sementes, Módulo 3.
- KANNENBERG, L.M.; ALLARD, R.W. An association between pigment and lignin formation in the seed coat of the lima bean. **Crop Science**, v.4, p.621-622, 1964.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B. ; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.2, p.34-37, 1991.
- MATTHEWS, S. Controlled deterioration: a new vigour test for crop seeds. In: HEBBLETHWAITE, P.D. (Ed.). **Seed production**. London: Butterworths, 1980, p.647-660.
- MCGEE, D.C. Epidemiological approach to disease management through seed technology. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.33, p.445-466, 1995.
- MIRZA, M. Greenhouse production of medicinal plants: opportunities for diversification. In: PRAIRIE MEDICINAL AND AROMATIC PLANTS CONFERENCE, 1996, Olds. Disponível em <<http://www.agric.gov.ab.ca/crops/special/medconf/mirza.html>> Acesso em 20 jan. 2003.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor**. Jaboticabal: FUNEP, 1994, p.49-85.
- NOGUEIRA, L.C.A. **Testes de vigor em sementes de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 1993. 114f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- PANOBIANCO, M. et al. Electrical conductivity of soybean seed and correlation with seed coat lignin content. **Seed Science and Technology**, 27. p.945-949, 1999.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.
- SPINA, I.A.T. **Avaliação do potencial de armazenamento e da capacidade produtiva do amendoim (*Arachis hypogea*) através da determinação da qualidade fisiológica das sementes**. 1984. 76f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- SPINOLA, M.C.M et al. Comparação entre métodos para avaliação do vigor de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.2, p.301-305, 1998.
- VANZOLINI, S.; NAKAGAWA, J. Condutividade elétrica em genótipos de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n.1, p.178-183, 1998.
- VIEIRA, R.D. ; CARVALHO, N.M.(Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. 164p.
- ZONTA, E.P.; MACHADO, A.D.; SILVEIRA-JUNIOR, P. **Sistemas de análise estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, 1984. (Registro SEI nº 06606-0, Categoria AO).

□