

DIA MÉDIO E VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE CEBOLA (*Allium cepa*, L.)¹

ARNALDO BIANCHETTI² e EDILBERTO AMARAL³

RESUMO. Foram realizados dois experimentos no laboratório de análise de sementes da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE - Pelotas, RS), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA): o primeiro em fevereiro e o segundo em maio de 1976. Os quatro lotes de sementes de cebola (*Allium cepa*, L.) do tipo Baía periforme, foram escolhidos de acordo com o poder germinativo. Em um ensaio preliminar, determinou-se o comprimento das plântulas (2 cm) a serem retiradas diariamente, nos testes. Adotou-se um novo delineamento experimental (cubo latino), que permite o controle local nas três direções do espaço, a fim de verificar e eliminar das comparações entre os lotes as possíveis influências da posição das placas no germinador sobre o poder germinativo, a velocidade de germinação, o dia médio de germinação e outras características das sementes. A posição das placas não influenciou o poder germinativo mas afetou outras características das sementes. O índice de velocidade de germinação de THRONEBERRY & SMITH (1955) contrastou com um novo índice de velocidade de germinação das sementes viáveis não subestimado pela redução do poder germinativo. Constatou-se a correlação negativa entre a velocidade de germinação das sementes viáveis e o poder germinativo; ela é atribuível, talvez, a uma ação mais drástica de fatores adversos sobre as sementes mais tardias da amostra. O índice de velocidade de germinação das sementes viáveis foi mais preciso do que o dia médio de germinação e mais sensível do que este às influências sistemáticas dos lotes e da posição no germinador.

Termos para indexação: análise de sementes, delineamento experimental em germinadores, vigor de sementes, cebola, *Allium cepa*, L.

INTRODUÇÃO

POLLOCK & ROOS (1972) distinguem a germinação tecnológica da germinação botânica: para os botânicos, germinação é a emergência da radícula através do tegumento; os tecnólogos caracterizam a germinação por um desenvolvimento estrutural da plântula, bem definido para cada espécie cultivada, que permita prever condições de desenvolvimento normal no campo.

No caso da cebola, a raiz primária emerge primeiro, aparecendo, após, a folha primária, em forma de alça ou "joelho", tendo ainda o tegumento da semente aderido à sua extremidade. Com o crescimento da plântula, a extremidade da folha

primária se separa do tegumento da semente e a primeira folha verdadeira aparece através de uma fenda da folha primária; o teste de germinação no laboratório termina antes do aparecimento da folha verdadeira (ROCHA 1963).

Uma publicação da AGIPLAN-UNIV. DO MISSISSIPPI (1975) caracteriza as diferenças entre as plântulas normais e anormais de diversas espécies cultivadas, entre as quais se encontra a cebola.

Em ensaios preliminares, BIANCHETTI (1976) estabeleceu um critério objetivo para caracterizar a germinação tecnológica da semente de cebola, considerando o comprimento de dois centímetros desde a extremidade da radícula até a dobra do cotilédone ("joelho"). As plântulas normais atingem este comprimento a partir do quinto dia, que foi considerado como o primeiro dia de contagem⁴. O último dia de contagem, décimo segundo no caso da cebola, é estabelecido pelas "Regras para Análise de Sementes" (BRASIL 1967).

¹ Aceito para publicação em 4 de novembro de 1977.

² Eng^o Agrônomo, Mestre em Agronomia, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Centro Nacional da Soja, 86100, Londrina, PR.

³ Eng^o Agrônomo, Doutor em Agronomia, Professor Catedrático do Instituto de Física e Matemática da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 96100, Pelotas, RS.

⁴ Não confundir com o dia da primeira contagem, sexto dia no caso de cebola, estabelecido pelas "Regras para Análise de Sementes" (BRASIL 1967).

EDWARDS (1934) calculou pela primeira vez, em 1875, o tempo médio de germinação (MLIT,⁵), em horas ou em dias, pela fórmula:

$$MLIT = \frac{G_1 T_1 + G_2 T_2 + \dots + G_n T_n}{G_1 + G_2 + \dots + G_n}$$

onde

G_i = número de sementes germinadas no tempo T_i
 $i = 1, 2, \dots, n$;

se as contagens são feitas de 24 em 24 horas, o MLIT é o dia médio de germinação:

$$DMG = Sn_i / Sn_i$$

onde

n_i = número de sementes germinadas no dia i ,
 $i = 1, 2, \dots, n$, $n = 12$ no caso da cebola

S representando somatório desde $i = 1$ até $i = n$.

KOTOWSKI (1926), citado por POLLOCK & ROOS (1972), apresentou um coeficiente de velocidade (CV) igual ao produto por 100 do recíproco do dia médio de germinação.

$$CV = 100/DMG = 100 Sn_i / Sn_i$$

Neste coeficiente de velocidade, as sementes de germinação tardia contribuiriam menos do que as sementes de germinação precoce (Apêndice 1).

THRONEBERRY & SMITH (1955), visando a estimar o vigor de sementes de milho, estabeleceram um índice de velocidade de germinação, calculado pela fórmula:

$$IVG = Sn_i (1/i),$$

onde

n_i = número de sementes germinadas no dia i ,
 $i = 1, 2, \dots, n$ $n = 12$ no caso da cebola,
em uma amostra de 100 sementes.

AMARAL (1973) observou que, multiplicando-se por 100 o recíproco do índice de velocidade de germinação de THRONEBERRY & SMITH (1955) se obtém um número expresso em dias, igual à média harmônica dos números de ordem dos dias em que as sementes germinarem (convenção-se que sementes não germinadas no período de contagem são sementes germinadas em tempo infinito); conforme assinalou AMARAL (1973), o índice de THRONEBERRY & SMITH (1955) não é independente do poder germinativo, subestimando a velocidade de germinação, e a

subestimação é tanto maior quanto menor o poder germinativo; por este motivo, sugeriu corrigir-se o índice citado, multiplicando-o por 100 e dividindo pela percentagem de germinação, (PG) obtendo-se, assim, um índice de velocidade de germinação das sementes viáveis:

$$IVGSV = 100 IVG / PG = \\ = 100 Sn_i (1/i) / Sn_i$$

O índice de velocidade de germinação das sementes viáveis pode, também, interpretar-se em termos de dias, multiplicando-se seu recíproco por 100; obtém-se, assim, uma estimativa da duração média do período de germinação, na qual as sementes germinadas tardiamente influem menos do que as sementes de germinação precoce (Apêndice 2).

No presente trabalho, resume-se a parte relativa ao dia médio e à velocidade de germinação dos trabalhos citados de AMARAL (1973) & BIANCHETTI (1976).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos no laboratório de análise de sementes da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual (UEPAE) de Pelotas, RS, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), usando-se quatro lotes de sementes de cebola (*Allium cepa*, L.) do tipo Baía periforme, previamente escolhidos quanto às diferenças de poder germinativo.

Na Tabela 1 são apresentadas as percentagens de germinação e as procedências desses lotes, fornecidas pelo Laboratório de Análise de Sementes da UEPAE - Pelotas.

Os dois experimentos foram conduzidos em germinador De Leo, com teto e porta de vidro, respectivamente em fevereiro e maio de 1976, no Laboratório de Análise de Sementes da UEPAE de Pelotas.

O delineamento adotado, cubo latino 4x4x4, permitiu o controle local nas três direções do espaço dentro do germinador (AMARAL & BIANCHETTI 1977).

Para realização dos testes "sobre papel", foram colocadas 16 repetições de 100 sementes (Experimento I) e 16 repetições de um número de sementes presumivelmente correspondente a 25 sementes

5

Mean length of incubation time.

TABELA 1. Percentagem de germinação e procedência de quatro lotes de sementes de cebola do tipo Baía periforme. Pelotas, RS, 1976.

Lote	Germinação %	Procedência
a	64	Santos Soares Leivas - Pinheiro Machado
b	74	Osmar Antunes Gonçalves - Bagé
c	80	Hermes Teixeira Gonçalves - Bagé
d	90	Santos Soares Leivas - Herval

Fonte: Laboratório de sementes da UEPAE - Pelotas, RS.

viáveis (Experimento II) de cada um dos quatro lotes de sementes de cebola, em placas germinativas com dimensões de 11,4x11,4x3,7 cm, contendo duas folhas de papel mata-borrão verde previamente umedecidas. Essas placas obedeceram a uma distribuição em quatro bandejas do germinador, de acordo com um croqui estabelecido por sorteio de um dos 54.432 possíveis cubos latinos 4x4x4. Procedeu-se a sorteios independentes nos dois experimentos.

Em um cubo latino 4x4x4, há quatro planos horizontais (bandejas), quatro planos frontais e quatro planos verticais de topo; cada um desses planos constitui um quadrado latino 4x4; nestas condições, cada um dos quatro tratamentos (lotes a,b,c,d), repetido 16 vezes, aparece uma vez em cada linha fronto-horizontal, vertical e de topo.

As amostras de sementes foram postas para germinar à temperatura de 20°C por um período de 12 dias. O controle de umidade foi feito diariamente, desde o primeiro dia do teste, através de pulverizações.

A partir do quinto dia de germinação (estabelecido em ensaio preliminar), iniciou-se a retirada das plântulas que atingiram o comprimento de 2 cm, (BIANCHETTI 1976), anotando-se o número de plântulas normais retiradas diariamente de cada placa.

No segundo experimento, anotou-se também o peso total das plântulas normais retiradas diariamente de cada placa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As percentagens de germinação e demais

características estudadas foram analisadas estatisticamente na dissertação de BIANCHETTI (1976).

Os valores de Θ , obtidos pela transformação angular das percentagens de germinação das sementes nas 64 placas do Experimento I, foram usados para exemplificar a marcha dos cálculos da análise da variação de experimentos em cubo latino (AMARAL & BIANCHETTI 1977). Confirmando informação de WOODSTOCK (1973), não foi constatada influência da posição dentro do germinador sobre o poder germinativo das sementes. Dia médio de germinação - Na Tabela 2 são apresentados os dias médios de germinação dos quatro lotes de sementes de cebola (médias de 16 placas); os dias médios de germinação calculados para as 64 placas de cada um dos dois experimentos são transcritos nos croquis respectivos (Tabelas 3 e 4).

Para cada um dos quatro lotes, calculou-se, em cada experimento, uma estimativa da variância do dia médio de germinação, cada um deles com 15 graus de liberdade; em ambos os experimentos as variâncias foram homogêneas (BIANCHETTI 1976).

Os dias médios de germinação foram submetidos à análise da variação⁶; transcreve-se na Tabela 5 a análise do Experimento I. A variação entre os dias médios de germinação dos quatro lotes foi significativa ao nível de 0,1% de probabilidade em ambos os experimentos. Note-se que o dia médio de germinação cresceu com o poder germinativo.

No Experimento I não foram significativas as influências sobre o dia médio de germinação de

⁶ Os autores preferem a locução "análise da variação" à mais comumente usada "análise da variância".

TABELA 2. Dia médio de germinação das sementes viáveis

Lotes	Dia médio de germinação das sementes viáveis	
	Exp. I	Exp. II
a	6,0	6,2
b	6,4	6,4
c	6,5	6,5
d	6,6	6,6

TABELA 3. Dia médio de germinação das sementes viáveis. Experimento I

Bandeja I	6,89 c	6,42 b	5,96 a	6,53 d
	6,47 d	6,03 a	6,11 c	6,27 b
	6,35 b	6,55 c	6,61 d	6,00 a
	5,92 a	6,40 d	6,39 b	6,50 c
Bandeja II	6,37 d	5,84 a	6,49 c	6,39 b
	6,40 b	6,53 c	6,46 d	6,17 a
	6,15 a	6,58 d	6,40 b	6,48 c
	6,28 c	6,30 b	6,24 a	6,35 d
Bandeja III	6,05 a	6,97 d	6,31 b	6,19 c
	6,51 c	6,66 b	5,84 a	6,59 d
	6,66 d	6,23 a	6,48 c	6,33 b
	6,38 b	6,53 c	6,78 d	6,03 a
Bandeja IV	6,19 b	6,54 c	6,58 d	5,79 a
	5,85 a	6,76 d	6,67 b	6,54 c
	6,59 c	6,35 b	6,30 a	6,73 d
	7,01 d	5,80 a	6,67 c	6,49 b

a, b, c, d - lotes de sementes de cebola.

bandejas, de planos frontais, de planos verticais de topo e de suas interações; no Experimento II, ao contrário, as influências de posição no germinador foram, todas elas, significativas.

As diferenças entre lotes, entre bandejas, entre planos frontais e entre planos verticais de topo, em cada um dos dois experimentos, foram submetidas ao teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade (GOMES 1970), apresentando-se os resultados na Tabela 6, na ordem crescente do dia médio de germinação.

Velocidade de germinação - Os índices médios de velocidade de germinação dos quatro lotes de se-

mentes, calculados pela fórmula de THRONEBERRY & SMITH (1955) e referentes ao Experimento I estão representados na primeira coluna da Tabela 7.

Cabe discutir a validade do índice de THRONEBERRY & SMITH (1955) como característica de vigor; efetivamente, dividindo por 100 esse índice, obtém-se a velocidade média de germinação de uma semente do lote, incluindo sementes viáveis e inviáveis. Assim, por exemplo, no Experimento I, a velocidade média de uma semente do lote a seria 0,1185 (fração de semente por dia nos 12 dias do período de germinação). Se o índi-

TABELA 4. Dia médio de germinação das sementes viáveis. Experimento II

Bandeja I	6,13 a	6,29 d	6,81 b	6,50 c
	6,27 b	6,43 c	6,17 a	6,52 d
	6,37 d	6,13 b	6,41 c	5,74 a
	6,72 c	6,30 a	6,79 d	6,68 b
Bandeja II	6,58 b	6,63 c	6,48 a	6,79 d
	6,74 c	6,64 a	6,42 d	6,67 b
	6,43 a	6,61 d	6,48 b	6,35 c
	6,68 d	6,35 b	6,20 c	6,24 a
Bandeja III	6,75 d	6,13 b	6,80 c	6,19 a
	6,11 a	6,68 d	6,42 b	6,48 c
	6,50 c	6,10 a	6,68 d	6,24 b
	6,83 b	6,12 c	5,87 a	6,52 d
Bandeja IV	6,67 c	6,35 a	6,64 d	6,04 b
	6,71 d	6,52 b	6,37 c	6,19 a
	6,38 b	6,41 c	6,06 a	6,46 d
	6,58 a	6,46 d	5,95 b	6,60 c

a, b, c, d = lotes de sementes de cebola.

TABELA 5. Análise da variação do dia médio de germinação. Experimento I

Influências	GL	SQ	QM	F
Bandejas (B)	3	0,1065	0,0355	1,38 n.s.
Planos Frontais (F)	3	0,0547	0,0182	0,71 n.s.
Pl. Vert. de topo (T)	3	0,0438	0,0146	0,57 n.s.
B x F	9	0,2516	0,0280	1,09 n.s.
B x T	9	0,3257	0,0362	1,41 n.s.
F x T	9	0,3301	0,0367	1,43 n.s.
Lotes	3	3,2546	1,0849	42,21 + + +
Erro	24	0,6158	0,0257	
Total	63	4,9828	c.v. = 2,5%	

n.s. = não significativo

+ + + = significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

ce fosse válido, poder-se-ia dizer que as sementes do lote a germinariam, em média, em $1/0,1185 = 8,4$ dias (terceira coluna da Tabela 7); esta duração média seria uma estimativa do dia médio de germinação; é evidente que tal estimativa é influenciada pelo poder germinativo, levando a uma su-

perestimação do dia médio e a uma subestimação de velocidade que são tanto maiores quanto menor seja o poder germinativo.

No IV Seminário Brasileiro de Sementes (Fortaleza, CE), AMARAL (1973) sugeriu corrigir-se o índice de velocidade de germinação, multiplican-

TABELA 6. Dia médio de germinação das sementes viáveis. Lotes e posição das placas no germinador. Teste de Duncan

Influências	Exp. I				Exp. II			
	a	b	c	d	a	b	c	d
Lotes								
Bandejas	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>2</u>
Pl. frontais	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
Pl. vert. de topo	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>1</u>

As letras ou números sublinhados por um mesmo traço indicam diferenças não significativas; bandejas - numeradas de cima para baixo; pl. frontais - numerados do fundo para a frente; pl. vert. de topo - numerados da esquerda para a direita.

TABELA 7. Índice de velocidade de germinação de Throneberry & Smith (IVG), índice de velocidade de germinação das sementes viáveis (IVGSV) e estimativa da duração média de germinação. Experimento I.

Lote	Exp. I			
	Velocidade de germinação		Estimativas da duração média de germinação	
	IVG	IVGSV	IVG(dias)	IVGS (dias)
a	11,85	16,97	8,4	5,9
b	11,78	15,93	8,5	6,3
c	12,89	15,68	7,8	6,4
d	14,21	15,43	7,0	6,5

do-o por 100 e dividindo pelo poder germinativo; ter-se-ia, assim, uma estimativa da velocidade de germinação das sementes viáveis. No lote a, por exemplo, a velocidade de germinação das sementes viáveis seria $100 \times 11,85 / 70 = 16,97$, correspondente a 0,1697 por semente (fração de semente germinada por dia); nestas condições, as sementes viáveis do lote a germinariam em média em $1 / 0,1697 = 5,9$ dias, em contraste com a duração média de 8,4 dias das sementes do lote, incluindo sementes viáveis e inviáveis.

Pelo exame da Tabela 7, pode-se verificar que, ao contrário do índice de THRONEBERRY & SMITH (1955) o índice de velocidade de germinação das sementes viáveis decresceu em relação ao

poder germinativo, o que está de acordo com a tendência crescente do dia médio de germinação (Tabela 2).

É evidente que o índice de THRONEBERRY & SMITH (1955) avalia a velocidade média de germinação das sementes viáveis e inviáveis, subestimando a velocidade de germinação das sementes viáveis do lote; o novo índice elimina este inconveniente, estimando corretamente a velocidade de germinação das sementes viáveis.

Resumindo, pode-se dizer que as sementes do lote a têm 70% de poder germinativo e que as sementes viáveis do lote têm índice de velocidade de germinação igual a 16,97, o que corresponde a uma duração média de germinação de

$100/16,97 = 5,9$ dias, asserções bem mais informativas do que a simples menção do índice de THRONEBERRY & SMITH (1955) (índice 11,85, correspondente a uma duração média de germinação de $100/11,85 = 8,4$ dias do conjunto das sementes viáveis e inviáveis).

Por outro lado, no que se refere ao índice de THRONEBERRY & SMITH (1955), não houve homogeneidade das variâncias calculadas entre as 16 amostras de cada lote, em contraste com o que ocorreu relativamente ao índice de velocidade de

germinação das sementes viáveis.

Na Tabela 8, encontram-se os valores médios do índice de velocidade de germinação das sementes viáveis (médias de 16 placas); os índices calculados em cada uma das 16 placas são transcritos nos croquis dos dois experimentos (Tabelas 9 e 10).

Os índices de velocidade de germinação das sementes viáveis foram submetidas à análise da variação em cada um dos dois experimentos. A variação entre os quatro lotes foi significativa ao nível de 0,1% de probabilidade.

TABELA 8. Índice de velocidade de germinação das sementes viáveis e estimativa da duração média da germinação

Lote	Velocidade de germinação das sementes viáveis		Estimativa de duração média de germinação	
	Exp. I	Exp. II	Exp. I	Exp. II
a	16,97	16,69	5,9	5,9
b	15,93	16,20	6,3	6,2
c	15,68	15,97	6,4	6,3
d	15,43	15,61	6,5	6,4

TABELA 9. Índice de velocidade de germinação das sementes viáveis. Experimento I

Bandeja I	14,74 c	15,83 b	17,13 a	15,65 d
	15,66 d	17,00 a	16,63 c	16,19 b
	15,97 b	15,52 c	15,46 d	17,09 a
	17,21 a	15,90 d	16,01 b	15,66 c
Bandeja II	15,88 d	17,44 a	15,78 c	15,83 b
	16,05 b	15,58 c	15,80 d	16,58 a
	16,78 a	15,46 d	15,88 b	15,71 c
	16,25 c	16,21 b	16,30 a	15,98 d
Bandeja III	16,84 a	14,75 d	16,13 b	16,36 c
	15,59 c	15,34 b	17,41 a	15,53 d
	15,33 d	16,41 a	15,76 c	16,08 b
	15,89 b	15,55 c	15,09 d	16,86 a
Bandeja IV	16,45 b	15,46 c	15,55 d	17,52 a
	17,35 a	15,06 d	15,30 b	15,55 c
	15,41 c	15,92 b	16,03 a	15,06 d
	14,65 d	17,54 a	15,33 c	15,72 b

a, b, c, d - lotes de sementes de cebola.

Na parte inferior da Tabela 11, que resume a análise da variação do índice de velocidade de germinação das sementes viáveis (Experimento I), a soma de quadrados de lotes foi decomposta em duas partes: a primeira, atribuível à regressão linear da velocidade de germinação das sementes viáveis

TABELA 10. Índice de velocidade de germinação das sementes viáveis. Experimento II

Bandeja I	16,71 a	16,21 d	15,37 b	16,16 c
	16,40 b	15,98 c	16,84 a	15,87 d
	16,11 d	16,74 b	16,21 c	17,72 a
	15,65 c	16,60 a	15,12 d	15,75 b
Bandeja II	15,63 b	15,64 c	16,24 a	15,21 d
	15,53 c	15,67 a	15,96 d	15,59 b
	16,24 a	15,55 d	16,03 b	16,24 c
	15,40 d	16,33 b	16,68 c	16,58 a
Bandeja III	15,28 d	16,77 b	15,21 c	16,87 a
	16,86 a	15,34 d	16,19 b	15,93 c
	15,98 c	16,97 a	15,49 d	16,45 b
	15,59 b	16,63 c	17,39 a	15,81 d
Bandeja IV	15,51 c	16,36 a	15,54 d	16,96 b
	15,22 d	16,04 b	16,08 c	16,72 a
	16,14 b	16,03 c	17,00 a	15,83 d
	16,19 a	15,78 d	17,16 b	15,98 c

a, b, c, d = lotes de sementes de cebola.

TABELA 11. Análise da variação do índice de velocidade de germinação das sementes viáveis. Experimento I

Influências	GL	SQ	QM	F
Bandejas (B)	3	0,6633	0,2211	7,06 + +
Planos frontais (F)	3	0,4186	0,1395	4,46 +
Pl. vert. de topo (T)	3	0,1943	0,0648	2,07 n.s.
B x F	9	2,4548	0,2728	8,72 + +
B x T	9	2,8924	0,3214	10,27 + +
F x T	9	2,4623	0,2936	8,74 + +
Lotes	3	22,0017	7,3339	234,31 + + +
Erro	24	0,7501	0,0313	
Total	63	31,8375	c.v. = 1,1%	
Regressão linear	1	15,8968	15,8968	507,88 + + +
Desvio da regressão	2	6,1049	3,0525	97,52 + + +
Lotes	3	22,0017		
Erro	24	0,7501	0,0313	

n.s. = não significativo

+ = significativo no nível de 5% de probabilidade

+ + = significativo no nível de 1% de probabilidade

+ + + = significativo no nível de 0,1% de probabilidade

em relação ao poder germinativo⁷, e a outra, correspondente ao desvio da regressão; ambas as componentes foram significativas no nível de 0,1% de probabilidade. Resultados análogos foram obtidos no Experimento II.

A correlação negativa entre a velocidade de germinação e o poder germinativo pode explicar-se, talvez, por uma atuação mais drástica dos fatores adversos sobre as sementes mais fracas de cada lote, aumentando, assim, a velocidade de germinação das sementes viáveis à medida que se reduz o poder germinativo.

Segundo CZABATOR (1962), uma parte da população de sementes (a parte vigorosa) apresenta um aumento logarítmico⁸ da germinação com o tempo, enquanto que o restante viável germina após períodos progressivamente mais longos; essa última parte da população é progressivamente mais fraca.

Seja como for, a confirmação e interpretação da correlação negativa entre a velocidade de germinação das sementes viáveis e o poder germinativo exigiram uma pesquisa mais aprofundada.

As influências, sobre a velocidade de germinação das sementes viáveis, das bandejas, dos planos frontais e das interações bandejas x planos frontais, bandejas x planos verticais de topo e planos frontais x planos verticais de topo foram significativas nos dois experimentos; no segundo experimento, foi também significativa a influência dos planos verticais de topo.

As diferenças entre lotes, entre bandejas, entre planos frontais e entre planos verticais de topo, em cada um dos dois experimentos, foram submetidas ao teste de Duncan no nível de 5% de probabilidade apresentando os resultados, na ordem decrescente da velocidade de germinação das sementes viáveis, que podem ser observados na Tabela 12.

Duração média de período de germinação - Multiplicando por 100 o recíproco do índice de velocidade de germinação das sementes viáveis, obtém-se uma es-

timativa da duração média do período de germinação, comparável com o dia médio de germinação.

Em ambos os experimentos, o coeficiente de variação do índice de velocidade de germinação das sementes viáveis (1,1 e 1,7%, respectivamente) foi menor do que o coeficiente de variação do dia médio de germinação (2,5 e 2,1%); nestas condições, a duração média do período de germinação, estimada em função do índice de velocidade de germinação das sementes viáveis, foi mais precisa do que o dia médio de germinação calculado pela fórmula usual (Apêndice 3).

Por outro lado, os valores de F, na análise da variação do índice de velocidade de germinação das sementes viáveis, foram superiores aos valores correspondentes na análise do dia médio da germinação; assim, o índice de velocidade de germinação das sementes viáveis foi mais sensível do que o dia médio de germinação às influências sistemáticas dos lotes e da posição no germinador.

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados e discutidos no presente trabalho permitiram tirar as seguintes conclusões:

a. A posição das placas no germinador não afetou a percentagem de germinação, mas afetou a velocidade de germinação das sementes viáveis; a influência da posição sobre o dia médio de germinação foi significativa no segundo experimento mas não no primeiro;

b. A duração média do período de germinação, estimada em função ao índice de velocidade de germinação das sementes viáveis, foi mais precisa do que o dia médio de germinação, calculado pela fórmula usual;

c. O índice de velocidade de germinação das sementes viáveis foi mais sensível do que o dia médio de germinação às influências sistemáticas dos lotes e da posição do germinador;

d. O índice de THRONEBERRY & SMITH (1955) subestima a velocidade de germinação e a subestimação é tanto maior quanto menor for o poder germinativo do lote;

e. Não houve homogeneidade da variância do índice de velocidade de germinação de THRONEBERRY & SMITH (1955).

⁷ O poder germinativo médio foi determinado no Experimento I para cada um dos quatro lotes, a, b, c, d (69,8; 73,9; 81,8; 92,2%)

⁸ O qualificativo é incorreto; de acordo com o gráfico de CZABATOR, o aumento inicial da germinação é exponencial.

TABELA 12. Índice de velocidade de germinação das sementes viáveis. Lotes e posição das placas no germinador. Teste de Duncan.

Influências	Exp. I				Exp. II			
Lotes	a	b	c	d	a	b	c	d
Bandejas	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>2</u>
Pl. frontais	<u>1</u>	<u>2</u>	4	3	3	4	<u>2</u>	<u>1</u>
Pl. vert. de topo	4	<u>1</u>	<u>3</u>	2	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>1</u>

As letras ou números sublinhados por um mesmo traço, indicam diferenças não significativas; bandejas - numeradas de cima para baixo; pl. frontais - numerados do fundo para a frente; pl. vert. de topo - numerados da esquerda para a direita.

f. O índice de velocidade de germinação das sementes viáveis, proposto por AMARAL (1973), teve variância homogênea; a variação entre os quatro lotes de sementes de cebola do tipo Baía periforme, foi significativa ao nível de 0,1% de probabilidade nos dois experimentos; a correlação negativa que foi observada entre a velocidade de germinação das sementes viáveis e a percentagem de germinação pode explicar-se, talvez, por uma atuação mais drástica dos fatores adversos sobre as sementes mais tardias do lote.

AGRADECIMENTOS

Os autores manifestam seus agradecimentos aos Drs. Clovis Terra Wetzl e Flávio Popinigis, por suas valiosas sugestões, aos técnicos e auxiliares do Laboratório de Análise de Sementes da UEPAE - Pelotas⁹, RS, onde foram feitas as determinações que ilustram o presente trabalho, e ao Dr. Ricardo Cardelino Stercken, pela revisão do Abstract.

REFERÊNCIAS

AMARAL, E. Alguns problemas de estatística aplicada em análise de sementes. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO DE SEMENTES, 4., Ceará, 1973. 6p.

⁹ Atual Gerência de Produção de Sementes Básicas da EMBRAPA, em Pelotas.

& BIANCHETTI, A. Triplo controle local para a experimentação em germinadores. Pelotas, RS, Universidade Federal de Pelotas, 1977. (Tecnologia de Sementes, 2)

BIANCHETTI, A. Velocidade de germinação e energia germinativa de sementes de cebola (*Allium cepa*, L.). Pelotas, RS, Universidade Federal de Pelotas, 1976. Tese.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Interpretação de testes de germinação. Brasília, AGIPLAN/Universidade de Mississippi, 1975.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Produção Vegetal. Regras para análise de sementes. 1967.

CZABATOR, F.G. Germination value, and index for combining speed and completeness of pine seed. *Forest Sci.*, 8(4):386-96, 1962.

EDWARDS, T.I. Relations of germinating soybeans to temperature and length of incubation time. *Plant Physiology*, 9:1-30, 1934.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 4. ed. Piracicaba, SP, 1970.

KOTOWSKI, F. Temperature relations to germination of vegetable seeds. *Proc. Amer. Hort. Sci.*, 23-176, 1926.

POLLOCK, B.M. & ROOS, E.E. Seed and seedling vigor. In: KOZLOWSKI, T. T., ed. *Seed biology*. New York, 1972. p. 313-87.

ROCHA, F.F. I. Análise de germinação de sementes de cebola. In: INSTITUTO DE PESQUISA E EXPERIMENTAÇÃO AGROPECUÁRIA DO SUL, Pelotas, RS, 1963. (Circular, 20).

THRONEBERRY, G.O. & SMITH, F.G. Relation of respiratory and enzymatic activity to corn seed viability. *Plant Physiology*, 30:337-43, 1955.

WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. *Seed Sci. & Technol.*, 1:127-57, 1973.

APÊNDICE 1

Coefficiente de velocidade de Kotowski

O coeficiente de velocidade de Kotowski,

$$CV = 100 S_{n_i} / S_{n_i i},$$

produto por 100 do recíproco do dia médio de germinação, pode exprimir-se na forma:

$$100 / (S_{n_i i} / S_{n_i})$$

que é proporcional à média harmônica dos inversos $1/i$ dos números de ordem dos dias de germinação, ou, ainda, da forma:

$$100 S_{n_i} i(1/i) / S_{n_i} i,$$

proporcional à média ponderada dos inversos $1/i$ com pesos proporcionais a seus inversos i ; nestas condições, ao contrário do que se poderia inferir da asserção de POLLOCK & ROOS (1972) citada no texto, às sementes germinadas tardiamente são atribuídos maiores pesos do que às sementes de germinação precoce na determinação do coeficiente de velocidade de KOTOWSKI (1926).

APÊNDICE 2

Índice de velocidade de germinação das sementes viáveis

As sementes de germinação tardia influem me-

nos do que as sementes de germinação precoce na estimativa da duração média do processo germinativo, calculada em função do índice de velocidade de germinação das sementes viáveis; a expressão:

$$100 / IVGSV = S_{n_i} / S_{n_i} (1/i)$$

pode exprimir-se na forma:

$$S_{n_i} (1/i) i / S_{n_i} (1/i),$$

que é a média ponderada dos números de ordem dos dias de germinação com pesos que lhe são inversamente proporcionais.

APÊNDICE 3

Coefficiente de variação do inverso de uma variável aleatória

Demonstra-se que o desvio-padrão de uma função da variável aleatória x ,

$$z = f(x),$$

é aproximadamente igual a

$$f'(x) s_x,$$

onde $f'(x)$ é a derivada da função e s_x é o desvio-padrão da variável x .

Em particular, o desvio-padrão do inverso da variável,

$$z = 1/x,$$

é, aproximadamente,

$$s_z = s_x / x^2$$

de modo que, aproximadamente,

$$s_z / z = x s_z = s_x / x;$$

logo, o inverso de uma variável aleatória tem, aproximadamente, o mesmo coeficiente de variação da variável.

ABSTRACT.- MEAN GERMINATION DAY AND SPEED GERMINATION OF ONION SEEDS

Two experiments were carried out at the Seed Testing Laboratory of Unidade Executiva de Pesquisa Agropecuária (UEPAE-Pelotas, RS) of Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) in February and May 1976. Four onion seed lots of the cultivar Baia periforme, with different germination percentages (64%, 74%, 80% and 90%) were used in the tests (BIANCHETTI 1976). A uniform length of 2 cm was established for seedlings removed daily for evaluation of plant development (normal or abnormal). The use of a new experimental design, the latin cube (AMARAL & BIANCHETTI 1977) allowed local control in the three directions within the germinator. The experimental results indicated that positioning of the germination boxes inside the germination had no influence over the percentage, but it affected other parameters studied. The THRONEBERRY & SMITH (1955) index of germination speed (WOODSTOCK 1973) was determined for all four seed lots. The value of this index as a characteristic of vigor was discussed. Its main limitation lies in that it estimates the germination speed for the lot, including viable and non-viable seeds. Since this estimation is influenced by the germination percentage, this index underestimates the germination speed. This underestimation grows larger as the germination percentage becomes lower. A new index - the germination speed of viable seeds - proposed by AMARAL (1973) was used to eliminate this underestimation. The variances were

not homogeneous for the THRONEBERRY & SMITH (1955) index, but were so for the index of germination speed of viable seeds. A negative correlation was found between the germination speed of viable seeds and the germination percentage, possibly accounted for by a greater influence of weathering on the later seeds of the sample. The index of germination speed, proposed by Amaral, accompanied by the germination percentage, is much more informative than the one proposed by THRONEBERRY & SMITH (1955). The comparison of the coefficients of variation indicated that the index of germination speed of viable seeds was more precise than the mean germination day. Through the comparison of F values, it was found that the index of germination speed of viable seeds was more sensitive than the mean germination day to the effects of the treatment (lots) and of the location inside the germinator. Thus, the average length of the germination period estimated through the germination speed of viable seeds, should be preferred to the mean germination day calculated by the usual formula.

Index terms: seed analysis, experimental seed techniques, seed vigor, onion, *Allium cepa*, L.