

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA PARCELA EM EXPERIMENTOS DE
GERMINAÇÃO COM AQUÊNIO DE ERVA-DOCE (*Pimpinella anisum* L. -
APIACEAE)**

MARIANA DE SOUZA E SILVA DA COSTA TEIXEIRA

DENISE GARCIA DE SANTANA
(Orientadora)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia da Universidade Federal
de Uberlândia, para obtenção do grau
de Engenheiro Agrônomo.

Uberlândia – MG
Novembro - 2003

**DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA PARCELA EM EXPERIMENTOS DE
GERMINAÇÃO COM AQUÊNIOS DE ERVA-DOCE (*Pimpinella anisum* L. -
APIACEAE)**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM 27 /11/ 2003

Prof^ª. Dra. Denise Garcia de Santana
(Orientadora)

Prof^ª. Dra. Marli A. Ranal
(Membro da Banca)

Prof. Dr. José Magno Queiroz Luz
(Membro da Banca)

Uberlândia-MG
Novembro-2003

ÍNDICE

RESUMO	3
1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	
4.1. Medidas de germinação.....	18
4.2. Considerações.....	25
4.3. Precisão do experimento.....	27
5. CONCLUSÃO	29
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

RESUMO

A erva-doce (*Pimpinella anisum* L.), pertencente à família Apiaceae, é uma espécie originária do Oriente Médio, Egito e regiões mediterrâneas da Europa, sendo conhecida também como anis, anis-verde ou pimpinela. É uma planta de ampla utilização, possuindo importância culinária, medicinal e cosmética. Os objetivos do trabalho foram definir um padrão de germinação para aquênios de erva-doce por meio de medidas como tempo, velocidade, uniformidade e sincronia e comparar, para diferentes números de aquênios por parcela, o valor do coeficiente de variação com os valores estabelecidos para algumas culturas agrônômicas. Aquênios de erva-doce foram cedidos pela empresa ISLA S.A. e armazenados em câmara seca e fria, à temperatura de 12 a 14°C e umidade relativa do ar de 46 a 50% por dois meses. O teste de germinação foi conduzido em câmara de germinação sob luz branca fluorescente contínua (irradiância de $12,20 \pm 6,18 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a $28,07 \pm 0,85^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 30%. Quatro experimentos independentes, com parcelas constituídas por 25, 50, 75 e 100 aquênios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos constituíram-se de aquênios embebidos em água destilada (testemunha), ácido giberélico (GA_3) a $10 \mu\text{g mL}^{-1}$, nitrato de potássio (KNO_3) a 0,2%, citocinina a $10 \mu\text{g mL}^{-1}$, estratificação por 24 horas e aquênios mantidos no escuro. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas, com exceção do tratamento do escuro, utilizando-se como critério de germinação a protrusão do embrião. Apenas nos experimentos com parcelas de 25 e 50 aquênios não houve diferença significativa entre os tratamentos, para todas as medidas de germinação. A sincronia de

germinação de aquênios de erva-doce foi baixa ($Z \leq 0,219$), indicando maior incerteza ($I \geq 2,193$) do processo de germinação. Parcelas com 25 aquênios apresentaram menor precisão experimental para todas as medidas de germinação, porque tais medidas apresentaram coeficientes de variação altos, quando comparados aos coeficientes dos demais experimentos.

1. INTRODUÇÃO

Segundo estimativa da Organização Mundial de Saúde (OMS), cerca de 80% da população mundial recorre a fitoterápicos para suprir suas necessidades de cuidados primários com a saúde. Na opinião de alguns autores, é possível que metade das 200 mil espécies vegetais do Brasil tenha alguma propriedade terapêutica; no entanto, nem 1% dessas espécies foi estudada cientificamente (Martins et al., 1995).

Dentre as espécies de uso medicinal encontra-se a erva-doce (*Pimpinella anisum* L.), pertencente à família Apiaceae, originária do Oriente Médio, Egito e regiões mediterrâneas da Europa, sendo conhecida também como anis, anis-verde ou pimpinela (Castro; Chemale, 1995). É uma planta de ampla utilização, possuindo importância culinária como condimento, medicinal com ação digestiva, expectorante, reguladora das funções menstruais e como cosmético, sob a forma de perfumes e sabonetes. Seu óleo essencial é estimulante da respiração e circulação sanguínea, possui efeito antisséptico e antiparasítico, sendo também usado no tratamento de vermes e piolhos (Castro; Chemale, 1995; Rubatzky, 1999).

A erva-doce é uma planta alógama cujo florescimento ocorre no verão, em dezembro e janeiro, época em que ocorrem chuvas regulares e frequentes (Castro; Chemale, 1995). Há vários padrões de florescimento para a família, pois as flores, apesar de

bissexuais, se abrem de forma irregular e ocorre o fenômeno da protandria, em que os estames amadurecem e o grão de pólen é liberado antes dos estigmas estarem receptivos. A maioria das espécies é propagada por sementes, e variações em sua maturidade representam um problema para o produtor (Rubatzky, 1999).

Mesmo sob condições favoráveis, aquênios de espécies da família Apiaceae possuem velocidade de emergência de intermediária a relativamente lenta, se estendendo por várias semanas (Rubatzky, 1999). Segundo o autor, isto é devido ao confuso processo de florescimento, típico da família, que resulta em uma maturação desuniforme dos frutos; e provavelmente seja um mecanismo adaptativo frente a uma série de condições climáticas e de competição. Produtores vêem este fato como uma inconveniência indesejável, pois pode reduzir a uniformidade do plantio de espécies da família (Rubatzky, 1999).

Esta desuniformidade na germinação dos aquênios da espécie, assim como variações na velocidade, no tempo e na sincronia do processo germinativo, podem ser quantificados por meio de algumas medidas. Medidas de germinação, como as descritas na literatura por Labouriau, (1970 e 1983), Maguire (1962); Heydecker (1973), entre outras, associadas a substâncias indutoras de germinação são importantes para o entendimento do processo, pois permitem quantificá-lo e caracterizá-lo. As Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) apresentam apenas padrões agronômicos e laboratoriais de temperatura e substrato para a espécie, mas não destacam a desuniformidade da germinação.

De um modo geral, informações quanto à precisão de ensaios sobre germinação são escassas. Para algumas culturas de grande interesse econômico, são sugeridos na literatura alguns padrões de coeficiente de variação, entre elas o milho (Scapim et al., 1995; e Rosa et al., 2002), arroz (Costa et al., 2002), forrageiras (Clemente; Muniz, 2002), eucalipto

(Zanon; Storck, 2000) e alguns experimentos na área animal (Judice et al., 1999). Métodos de análise do coeficiente de variação são sugeridos na literatura, tais como o método da máxima curvatura e método da máxima curvatura modificado (Lessman; Atkins, 1963).

Portanto, em vista do apresentado, buscou-se definir um padrão de germinação de aquênios de erva-doce, por meio de medidas de germinação como tempo, velocidade, uniformidade e sincronia, assim como comparar, para diferentes números de aquênio por parcela, o valor do coeficiente de variação com os valores estabelecidos para algumas culturas agronômicas.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

A família Apiaceae, anteriormente denominada Umbelliferae, é uma das maiores famílias de Angiospermas, compreendendo cerca de 250 gêneros e 2800 espécies largamente distribuídas (Rubatzky, 1999). De acordo com o autor, a família é constituída de plantas herbáceas em sua maioria, comumente encontradas em regiões temperadas; foi reconhecida como um grupo distinto no fim do século 16, sendo a primeira família a ter um estudo sistemático publicado (Rubatzky, 1999). Entre as apiáceas estão plantas anuais, bienais e perenes, sendo a característica mais marcante da família a inflorescência do tipo umbela, formada por um cacho de flores convexo ou achatado de cujo ápice saem os pedicelos (Rubatzky, 1999).

A erva-doce é uma planta anual, herbácea, de altura variável entre 0,30 e 0,70 m, de caule cilíndrico, estriado e oco, com folhas alternas, pecioladas e de borda dentada ou lobada (Castro; Chemale, 1995). As flores brancas estão agrupadas em umbelas terminais e são muito pequenas, formando uma inflorescência bastante visível e atraente a insetos polinizadores (Castro; Chemale, 1995). Assim como na cenoura (*Daucus carota* L.),

pertencente à mesma família, os frutos são do tipo esquizocarpo, formados pela união de dois mericarpos curtos, de coloração verde-escuro ou acinzentado, muito aromáticos, pubescentes em toda a superfície, de sabor pronunciado e característico, devido à produção de compostos bioquímicos (Rubatzky, 1999). Representam a parte colhida da planta, e são comumente chamados de semente (Castro; Chemale, 1995). Cada mericarpo representa um aquênio (ou fruto-semente); após secagem, os mericarpos são facilmente separados (Rubatzky, 1999).

Nas espécies da família Apiaceae, é comum haver variação no tamanho e massa dos frutos, que é dependente da sua posição relativa na umbela. As umbelas primárias produzem frutos maiores, enquanto as umbelas de maior ordem têm frutos menores. A diferença é notável e um fruto grande pode ter até três vezes a massa de um fruto pequeno (Diederichsen, 1996). Este resultado pode estar relacionado à formação do aquênio e a massa pode dar um indicativo de sua qualidade fisiológica. Os aquênios de maior tamanho ou que apresentam maior densidade foram os mais bem nutridos durante o desenvolvimento e, normalmente, possuem embriões mais bem formados e com maior quantidade de reservas, sendo potencialmente mais vigorosos (Carvalho; Nakagawa, 1983). Em aquênios de umbelas terciárias de cenoura, o vigor e a germinação são menores quando comparados aos das umbelas primárias e secundárias (Nascimento, 1991; Cardoso, 2000). Resultado semelhante foi observado por Sedyama et al. (1991), em experimento com mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Banc.–Apiaceae), em que maiores porcentagens de germinação foram observadas em aquênios de umbelas primárias e secundárias.

A primeira etapa da germinação é a embebição de água, que aciona processos bioquímicos de síntese e respiração, a fim de que o embrião se alongue e cresça (Rubatzky, 1999). De acordo com o autor, outros fatores influenciam este processo, tais como temperatura, maturidade fisiológica da semente, permeabilidade do tegumento, ausência de condições aeróbicas adequadas e dormência. Algumas espécies requerem exposição à luz ou a baixas temperaturas para que o processo germinativo inicie (Rubatzky, 1999). Outras espécies, como o aipo (*Apium graveolens* L.–Apiaceae), possuem compostos inibidores da germinação e o processo não ocorre até que estes compostos sejam removidos (Rubatzky, 1999).

Além do uso de sementes de boa qualidade, algumas práticas e tecnologias são utilizadas para aumentar a porcentagem de germinação, como a utilização de reguladores de crescimento. Tais tratamentos também tendem a aumentar a uniformidade de emergência (Rubatzky, 1999).

Geralmente, os aquênios de espécies da família Apiaceae não necessitam de escarificação para a embebição. Um antigo procedimento utilizado antes da semeadura é a pré-germinação, que consiste na embebição dos aquênios em água à baixa temperatura, a fim de retardar a protrusão do embrião (Rubatzky, 1999). Os aquênios embebidos são semeados antes da emergência, a fim de evitar injúrias. Esta é uma prática bastante utilizada em outras culturas; um exemplo é o aipo, que apresentou maior porcentagem de germinação e uniformidade ao ser submetido a baixas temperaturas por 24 dias, quando comparados aos aquênios não tratados (Rubatzky, 1999).

Segundo Diederichsen (1996), a germinação do coentro (*Coriandrum sativum* L.–Apiaceae) é aumentada quando os frutos são separados em dois mericarpos (prática

algumas vezes realizada antes da sementeira) e a razão para isto pode ser o aumento da superfície de contato das sementes com a água.

Outro tratamento utilizado para aumentar o percentual de germinação e o vigor de plântulas é a estratificação dos frutos de coentro por 15 a 20 dias (Diederichsen, 1996). Kaye; Kuykendall (2001), em seu trabalho com *Lomatium bradshawii* Math. e Const., uma espécie rara da família Apiaceae, concluíram que um período de estratificação de oito semanas proporcionou porcentagens de germinação de 55% e 70%, em lotes de sementes submetidos a temperaturas alternadas de 20/30°C e 15/25°C, respectivamente.

Com relação à temperatura para germinação, Diederichsen (1996) sugeriu para coentro uma faixa ideal entre 15 e 20°C, sendo que temperaturas maiores que 20°C reduziram a taxa de germinação. Bevilaqua et al. (1997), trabalhando com cenoura, mostraram que a temperatura de 20°C durante a embebição propicia maior velocidade de emergência das plântulas, quando comparada a temperaturas de 15°C e 25°C. O mesmo foi observado por Carneiro et al. (1999), também trabalhando com aquênios de cenoura, mostrando que quanto maior o período de permanência dos aquênios em tratamento térmico a 40°C, menor é o percentual germinativo, sugerindo que o período de exposição a altas temperaturas exerce influência na sobrevivência de alguns aquênios.

Aquênios de espécies da família Apiaceae podem apresentar algum processo de dormência, como o aipo (Rubatzky, 1999), que pode ser superado pela aplicação de giberelinas e nitrato de potássio (Hendricks; Taylorson, 1974; Bewley; Black, 1982). A ação das giberelinas promove o alongamento celular, acelera a germinação e assegura a uniformidade do processo (Bewley; Black, 1982; Mecelis et al., 1991), enquanto o nitrato de potássio atua na permeabilidade do tegumento, podendo aumentá-la (Bagoury; Niyari,

1973) ou reduzi-la (Bewley; Black, 1982). Em aquênios de cenoura, o tratamento com GA₃ associado ao etrel mostrou-se superior aos tratamentos com água (aquênios sem tratamento) para a percentagem e velocidade de emergência, indicando que o tratamento com reguladores de crescimento aumenta o vigor (Bevilaqua et al., 1997).

Outros tratamentos, como a exposição dos aquênios à luz vermelha (620-700nm), podem ser utilizados para superar a dormência de aipo (Rubatzky, 1999). Segundo Thomas (1981), a resposta do aquênio a este tratamento é termodependente, ou seja, a baixas temperaturas a germinação ocorre na ausência de luz. Tratamentos a frio, a temperaturas próximas a 1°C, podem causar mudança parcial no balanço hormonal do aquênio à medida que supera a dormência induzida pelo escuro, em algumas espécies. Giberelinas e citocininas têm sido utilizadas como mediadores dos efeitos destes tratamentos (Rubatzky, 1999).

Thomas (1981) afirmou que a necessidade de luz pode ser superada se o aquênio de aipo for colocado para embeber em uma solução de giberelinas GA₄ e GA₇ e etephon, a uma temperatura de 5°C, pois a luz parece estimular a produção de giberelinas necessárias à germinação, e quanto maior for a temperatura, maior a necessidade de luz. Reguladores de crescimento, em particular as giberelinas, têm freqüentemente substituído a luz como estímulo à germinação, sugerindo que a biossíntese de GA é controlada pelo fitocromo (Hillhorst et al., 1986).

A ação promotora do nitrato na germinação foi descrita para várias espécies, assim como é conhecida a interação entre luz e nitrato; porém, pouco se sabe sobre os mecanismos como isso ocorre. Hillhorst et al. (1986), trabalhando com *Sisymbrium officinale*, observaram que as sementes apresentavam alta porcentagem de germinação

quando incubadas em solução de nitrato de potássio e irradiadas com luz de espectro vermelho. A aplicação de luz ou nitrato sozinhos não apresentou nenhum efeito, sugerindo que estes componentes devem estar presentes simultaneamente para estimular a germinação.

Estudando germinação e vigor de aquênios de coentro em resposta ao uso de reguladores, Moraes; Lopes (1998) observaram aumento na porcentagem de germinação quando aumentada a dose de GA₃, bem como incremento na porcentagem de plântulas emergidas. O GA₃ também promoveu superação da dormência e aumento de massa fresca e seca, acarretando a formação de plântulas vigorosas.

No trabalho com armazenamento de aquênios, Diederichsen (1996) mostrou que aquênios de coentro apresentam capacidade de estocagem por dois a três anos em atmosfera seca, sem perda de viabilidade, enquanto Bevilaqua et al. (1997) constataram queda no vigor de aquênios de cenoura após um período de 75 dias de armazenamento a 12% de umidade.

A precisão de experimentos, medido pelo coeficiente de variação (*CV*), já foi discutida e determinada para várias culturas como milho (Scapim et al., 1995; e Rosa et al., 2002), arroz (Costa et al., 2002), forrageiras (Clemente; Muniz, 2002), eucalipto (Zanon; Storck, 2000) e alguns experimentos na área animal (Judice et al., 1999), mas valores de referência ainda são escassos para características associadas ao processo de germinação. Segundo Gill (1987), coeficientes de variação menores que 1% são raros em Ciências Biológicas e, portanto, o pesquisador deve estar atento sobre os valores considerados razoáveis do *CV* em sua área de pesquisa. Ainda segundo o autor, muitas características biológicas apresentam coeficiente de variação na faixa entre 5 e 50%.

Alguns fatores afetam o coeficiente de variação, como tamanho, número e forma da parcela. Existem metodologias comparativas de coeficiente de variação em função da variação do tamanho da parcela, como o método da máxima curvatura, e do tamanho e da forma da parcela, como o método da máxima curvatura modificado (Lessman; Atkins, 1963). O primeiro método consiste no cálculo do coeficiente de variação dos diferentes tamanhos de parcelas, sem considerar a forma das mesmas. O conjunto dos pontos obtidos é plotado em um gráfico, e os pontos são unidos formando uma curva.

O segundo método é baseado na modificação do método de Smith (1938) proposta por Lessman; Atkins (1963), por meio do ajuste da equação geral: $CV(x)=A / X^B$. Os parâmetros A e B são estimados por meio de uma regressão linear, ponderada pelos graus de liberdade e aplicada na logaritimização dessa regressão.

Em experimento com milho, Rosa et al. (2002) mostraram que os coeficientes de variação para grupo de espigas (por parcela) apresentaram-se dentro dos limites aceitáveis em ensaios agrícolas de campo e não variaram com o tamanho de amostras, ou seja, independentemente do tamanho, os coeficientes permaneceram constantes.

Segundo Zanon; Storck (2000), em seu estudo sobre tamanho ótimo de parcelas experimentais em *Eucalyptus saligna*, os valores dos coeficientes de variação das diferentes parcelas planejadas diminuíram à medida que aumentaram a largura e o comprimento das parcelas. A diminuição do CV não foi linear em relação ao aumento do tamanho da parcela, sendo mais acentuada no início, tornando-se estável de tal forma que o aumento do tamanho das parcelas não foi compensado pelos baixos ganhos em precisão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nos Laboratórios de Ecofisiologia Vegetal e de Sementes Florestais, e na casa de vegetação da Universidade Federal de Uberlândia. Os aquênios de erva-doce foram gentilmente cedidos pela empresa ISLA S.A. e armazenados em câmara seca e fria, à temperatura de 12 a 14°C e umidade relativa de 46 a 50%, por dois meses.

O teste de germinação foi conduzido em câmara de germinação (Seedburo Equipment Company – modelo MPG 2000) sob luz branca fluorescente contínua (irradiância de $12,20 \pm 6,18 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), a $28,07 \pm 0,85^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 30%. Quatro experimentos independentes, com parcelas constituídas de 25, 50, 75 e 100 aquênios, foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e cinco repetições, sendo que os dois primeiros experimentos foram montados em 30 de outubro de 2002 e os outros dois em 18 de março de 2003. O experimentos com 25 e 50 aquênios por parcelas constaram dos seguintes tratamentos: aquênios embebidos em água destilada e mantidos sob luz (testemunha), ácido giberélico (GA_3) a $10 \mu\text{g mL}^{-1}$,

nitrate de potássio (KNO_3) a 0,2% e citocinina a $10 \mu\text{g mL}^{-1}$. Os demais experimentos constaram, além dos tratamentos citados anteriormente, dos tratamentos estratificação por 24 horas e aquênios embebidos em água mantidos no escuro. Os aquênios dos tratamentos água no claro, citocinina, ácido giberélico e nitrate de potássio foram colocados para beber nas soluções em copinhos plásticos, envoltos em papel alumínio e mantidos em geladeira a 10°C por 24 horas. Após este período, foram retirados das soluções e acondicionados em caixas tipos “gerbox” sobre papel mataborrão, sendo a umidade do substrato mantida por colunas d’água feitas com o próprio papel. Os aquênios que foram estratificados tiveram suas caixas envoltas em papel alumínio, para evitar a entrada de luminosidade, e mantidos em geladeira a temperatura de 10°C por 24 horas. Os aquênios mantidos na ausência de luz foram semeados da mesma forma que os demais em substrato contendo água destilada, também envoltos em papel alumínio, e passaram diretamente para a câmara de germinação, a uma temperatura de $28,07 \pm 0,85^\circ\text{C}$. A contagem dos aquênios germinados realizou-se a cada 24 horas, com exceção do tratamento mantido no escuro, utilizando-se como critério de germinação a protrusão do embrião. O término das contagens se deu com a estabilização da germinação.

Das contagens diárias das sementes germinadas foram calculadas as seguintes medidas: a porcentagem de germinação, o tempo médio de germinação (\bar{t} , Labouriau, 1983); a velocidade média de germinação (\bar{v} , Labouriau, 1970); a velocidade de emergência (VE , Maguire, 1962); o índice proposto por Timson (T , Timson, 1965); o índice proposto por Timson e modificado (T_{mod} , Labouriau, dados não publicados); o índice de velocidade de emergência (VE , Shmueli; Goldberg, 1971); o índice de velocidade de emergência corrigido pelo número de aquênios germinados (ERI_{mod} , Ranal e Santana,

2002); o valor de germinação (*GV*, Czabator, 1962); a velocidade de germinação (*GR*, Brown e Mayer, 1988); o índice de germinação (*GI*, Melville et al., 1980); o coeficiente de uniformidade de germinação (*CUG*, Heydecker, 1973); o coeficiente de variação do tempo (CV_t , Ranal; Santana, 2003); a incerteza (*I*, Labouriau; Valadares, 1976) e o índice de sincronia (*Z*, Primack, 1980).

As medidas de germinação para cada experimento foram inicialmente analisadas quanto às pressuposições da análise da variância pelos testes de Shapiro-Wilk (normalidade dos erros) e Levene (homogeneidade entre as variâncias). Para as medidas que aceitaram a hipótese de normalidade e homogeneidade aplicou-se a análise de variância seguida pelo teste de Tukey. Para as medidas que rejeitaram pelo menos uma das hipóteses, mesmo com transformação, foi aplicado o teste de Kruskal-Wallis seguido do teste de Wilcoxon-Mann-Whitney. Para cada experimento calculou-se o coeficiente de variação, segundo a expressão: $CV = \frac{\sqrt{QMR}}{\bar{y}_{..}} 100$ onde: *QMR* é o quadrado médio do resíduo e $\bar{y}_{..}$ é a média do experimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Medidas de germinação

O padrão de germinação dos aquênios de erva-doce, expresso nos experimentos com diferentes densidades de semeadura, está apresentado nas tabelas 1 a 4.

Nos experimentos independentes de 25 e 50 aquênios por parcela, não houve diferenças significativas entre os tratamentos para todas as medidas de germinação analisadas (Tabelas 1 e 2). Diferenças significativas entre tratamentos foram registradas apenas nas duas maiores densidades de semeadura.

TABELA 1. Medidas de germinação de aquênios de *Pimpinella anisum* L. em diferentes tratamentos obtidas de parcelas com 25 aquênios.

Medida (unidade)	Tratamento ¹			Pressuposições ²			ANAVA ³
	Água/claro	Citocinina 10 µg mL ⁻¹	GA ₃ a 10 µg mL ⁻¹	KNO ₃ a 0,2%	W	F	
G (%) ⁴	63,2 a	68,8 a	65,6 a	65,6 a	0,941 (0,264)	1,359 (0,291)	0,194 (0,899)
T (dia)	4,765 a	5,876 a	5,066 a	4,723 a	0,887 (0,023)	0,356 (0,786)	5,400 (0,145)
CVG (dia ⁻²)	0,367 a	0,209 a	0,431 a	0,455 a	0,830 (0,020)	2,198 (0,128)	1,389 (0,708)
CV (%)	41,4 a	46,8 a	47,95 a	44,02 a	0,985 (0,969)	0,443 (0,726)	0,174 (0,912)
v̄ (dia ⁻¹)	0,214 a	0,172 a	0,200 a	0,217 a	0,917 (0,092)	1,363 (0,290)	2,243 (0,123)
VE (semente.dia ⁻¹)	3,825 a	3,407 a	3,834 a	4,068 a	0,928 (0,151)	0,484 (0,698)	0,547 (0,657)
T (% dia)	1341,6 a	1385,6 a	1372,0 a	1395,2 a	0,947 (0,336)	0,911 (0,458)	0,044 (0,987)
T _{total} (dia)	84,94 a	80,50 a	83,74 a	85,11 a	0,887 (0,023)	0,356 (0,785)	5,400 (0,145)
ER (semente.dia)	319,6 a	329,2 a	326,6 a	332,4 a	0,947 (0,333)	0,902 (0,462)	0,042 (0,988)
ER _{total} (dia)	20,24 a	19,12 a	19,93 a	20,28 a	0,887 (0,023)	0,356 (0,786)	5,400 (0,145)
GV (% ² dia ²)	25,81 a	25,88 a	28,03 a	28,97 a	0,935 (0,204)	0,549 (0,656)	0,108 (0,954)
GR (semente.dia ⁻¹)	15,30 a	13,63 a	15,34 a	16,27 a	0,928 (0,151)	0,484 (0,698)	0,547 (0,657)
GI (dia)	53,66 a	55,42 a	54,88 a	55,81 a	0,947 (0,336)	0,911 (0,458)	0,044 (0,987)
I (bits)	2,193 a	2,447 a	2,207 a	2,168 a	0,942 (0,279)	0,282 (0,837)	0,572 (0,641)
Z	0,209 a	0,170 a	0,215 a	0,219 a	0,956 (0,662)	0,473 (0,705)	0,465 (0,711)

¹ Médias na linha seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ou Wilcoxon-Mann-Whitney a 0,05 de significância; ² W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos resíduos; F: Estatística do teste de Levene para a homogeneidade entre as variâncias; ³ F: Estatística do teste de Snedecor para a análise da variância; H: estatística do teste de Kruskal-Wallis; ⁴ G: coeficiente de variação do tempo (Ranal; Santana, 2003); T: tempo médio de germinação (Labouriau, 1983); CVG: coeficiente de uniformidade de germinação (Heydecker, 1973); CV: coeficiente de variação do tempo (Ranal; Santana, 2003); v̄: velocidade média de germinação (Labouriau, 1970); VE: velocidade de emergência (Maguire, 1962); T: índice proposto por Timson (Timson, 1965); T_{total}: índice proposto por Timson e modificado (Labouriau, dados não publicados); ER: índice de velocidade de emergência (Shmueli; Goldberg, 1971); ER_{total}: ER corrigido pelo número de aquênios germinados (Ranal; Santana, 2003); GV: valor de germinação (Czabator, 1962); GI: velocidade de germinação (Brown e Mayer, 1988); Z: índice de germinação (Melville et al., 1980); I: índice de incerteza (Labouriau, Valadares, 1976); Z: índice de sincronia (Primatek, 1980).

TABELA 2. Medidas de germinação de aquênios de *Pimpinella anisum* L. em diferentes tratamentos obtidas de parcelas com 50 aquênios.

Medida (unidade)	Tratamento ¹		Pressuposições ²				ANAVA ³	
	Clotrimazol 10µg mL ⁻¹	GA ₃ a 10µg mL ⁻¹	KNO ₃ a 0,2%	W	F	F/H	F/H	
G (%)	67,2 a	63,6 a	70,0 a	0,940 (0,249)	0,506 (0,620)	2,076 (0,144)		
T (dia)	5,086 a	5,139 a	5,212 a	0,959 (0,532)	0,124 (0,944)	0,067 (0,977)		
CVG (dia ²)	0,156 a	0,202 a	0,119 a	0,977 (0,873)	7,500 (0,002)	5,274 (0,153)		
CV _t (%)	54,519 a	50,300 a	59,254 a	0,962 (0,585)	2,060 (0,146)	2,025 (0,151)		
T̄ (dia ⁻¹)	0,198 a	0,195 a	0,193 a	0,941 (0,257)	0,100 (0,959)	0,059 (0,981)		
VE (semente.dia ⁻¹)	7,876 a	7,345 a	8,353 a	0,927 (0,145)	0,739 (0,544)	2,202 (0,128)		
T (% dia)	1389,6 a	1401,2 a	1455,2 a	0,928 (0,149)	1,227 (0,332)	1,661 (0,215)		
T _{mod} (dia)	41,83 a	41,72 a	41,58 a	0,959 (0,532)	0,124 (0,944)	0,067 (0,977)		
ER (semente.dia)	661,6 a	631,4 a	692,6 a	0,927 (0,142)	1,263 (0,320)	1,634 (0,221)		
ER _{mod} (dia)	19,91 a	19,86 a	19,79 a	0,959 (0,532)	0,124 (0,944)	0,067 (0,977)		
GV (% dia ²)	26,93 a	24,03 a	29,89 a	0,930 (0,166)	1,867 (0,176)	1,246 (0,326)		
GR (semente.dia ⁻¹)	15,75 a	14,69 a	16,71 a	0,927 (0,145)	0,739 (0,544)	2,202 (0,128)		
GI (dia)	27,79 a	26,53 a	29,10 a	0,928 (0,149)	1,227 (0,332)	1,661 (0,215)		
I (bits)	2,471 a	2,553 a	2,541 a	0,948 (0,343)	0,974 (0,430)	0,327 (0,806)		
Z	0,205 a	0,187 a	0,199 a	0,975 (0,847)	1,520 (0,224)	0,387 (0,764)		

¹ Médias na linha seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ou Wilcoxon-Mann-Whitney a 0,05 de significância; ² W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos resíduos; F: Estatística do teste de Levene para a homogeneidade entre as variâncias; ³ F: Estatística do teste de Snedecor para a análise da variância; H: estatística do teste de Kruskal-Wallis; ⁴ G: porcentagem de germinação; ⁵ T̄: tempo médio de germinação (Labouriau, 1983); CVG: coeficiente de uniformidade de germinação (Heydecker, 1973); CV_t: coeficiente de variação do tempo (Ranal; Santana, 2003); ⁶ T̄: velocidade média de germinação (Labouriau, 1970); VE: velocidade de emergência (Maguire, 1962); T: índice proposto por Timson (Timson, 1965); T_{mod}: índice proposto por Timson e modificado (Labouriau, dados não publicados); ER: índice de velocidade de emergência (Shmueli; Goldberg, 1971); ER_{mod}: ER corrigido pelo número de aquênios germinados (Ranal; Santana, 2003); GV: valor de germinação (Czabator, 1962); GR: velocidade de germinação (Brown; Mayer, 1988); GI: índice de germinação (Melville et al., 1980); I: índice de incerteza (Laboriae Valadares, 1976); Z: índice de sincronia (Primack, 1980).

No experimento com 75 aquênios por parcela (Tabela 3), aquênios apresentaram germinabilidade variando entre 52,8% e 59,7%, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos ($P>0,05$) para esta medida.

A maior sincronia e a menor incerteza foram obtidas no tratamento de estratificação por 24 h, seguido de KNO_3 , citocinina, GA_3 e água no claro (Tabela 3).

Os aquênios que foram submetidos à estratificação por 24 horas (Tabela 3) apresentaram menor tempo médio de germinação, além de maior sincronia, velocidade (\bar{v} , VE , T_{mod} , ERI_{mod} , GV e GR) e menor incerteza, tendo este tratamento maior velocidade média quando comparado à testemunha. Ainda com relação à estratificação por 24 horas, este diferiu significativamente do tratamento com citocinina a $10\mu g mL^{-1}$, que apresentou maior tempo médio e menor velocidade (\bar{v} , T_{mod} e ERI_{mod}).

TABELA 3. Medidas de germinação de aquênios de *Pimpinella anisum* L. em diferentes tratamentos obtidas de parcelas com 75 aquênios.

Medida (unidade)	Tratamento ¹					Pressuposições ²			ANAVA ³
	Água/claro	Citocinina a 10µg mL ⁻¹	GA ₃ a 10µg mL ⁻¹	KNO ₃ a 0,2%	Estratificação por 24 h	Agua/Escuro	#F	F	
G (%) ⁴	56,0 a	52,8 a	54,9 a	56,5 a	54,9 a	59,7 a	0,977 (0,780)	0,771 (0,580)	0,647 (0,667)
T (dia)	5,933 b	5,421 ab	5,633 ab	5,234 a	4,965 a	-	0,986 (0,968)	1,502 (0,239)	5,081 (0,050)
CLUG (dia ²)	0,124 a	0,131 a	0,184 a	0,221 a	0,230 a	-	0,970 (0,643)	0,456 (0,767)	2,054 (0,125)
CV _T (%)	56,23 a	56,36 a	44,25 a	41,87 a	45,77 a	-	0,950 (0,259)	1,980 (0,136)	1,652 (0,201)
\bar{V} (dia ⁻¹)	0,170 b	0,185 ab	0,178 b	0,191 ab	0,202 a	-	0,965 (0,532)	1,058 (0,403)	5,197 (0,005)
VE (semente.dia ⁻¹)	8,905 a	9,007 a	8,678 a	9,440 a	9,752 a	-	0,973 (0,732)	0,206 (0,932)	0,806 (0,536)
T (% dia)	1125,9 a	1087,2 a	1063,9 a	1173,3 a	1155,2 a	-	0,931 (0,095)	0,213 (0,928)	0,519 (0,723)
T _{med} (dia)	26,76 b	27,44 ab	25,76 b	27,69 ab	28,05 a	-	0,716 (0,000)	4,396 (0,010)	14,348 (0,006)
ERI (semente.dia)	802,4 a	775,8 a	797,4 a	837,6 a	825,2 a	-	0,942 (0,176)	2,014 (0,131)	0,354 (0,838)
ERI _{med} (dia)	19,07 b	19,58 ab	19,37 ab	19,77 a	20,04 a	-	0,986 (0,968)	1,502 (0,239)	5,081 (0,005)
GF (% ² dia ²)	16,05 a	15,67 a	14,42 a	17,12 a	17,87 a	-	0,949 (0,248)	1,172 (0,253)	0,658 (0,628)
GR (semente.dia ⁻¹)	11,87 a	12,01 a	10,98 a	12,59 a	13,00 a	-	0,960 (0,424)	0,071 (0,990)	1,282 (0,310)
GI (bits)	15,01 a	14,50 a	14,18 a	15,64 a	15,40 a	-	0,931 (0,095)	0,214 (0,928)	0,519 (0,723)
I (bits)	2,919 b	2,756 ab	2,876 ab	2,690 ab	2,59 a	-	0,968 (0,594)	1,472 (0,241)	3,556 (0,024)
Z	0,144 a	0,161 a	0,148 a	0,163 a	0,193 a	-	0,890 (0,011)	1,178 (0,351)	7,404 (0,116)

¹ Médias na linha seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ou Wilcoxon-Mann-Whitney a 0,05 de significância; ² #F: Estatística do teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos resíduos; F: Estatística do teste de Levene para a homogeneidade entre as variâncias; ³ F: Estatística do teste de Snedecor para a análise da variância; H: estatística do teste de Kruskal-Wallis; ⁴ G: porcentagem de germinação; T: tempo médio de germinação (Labouriau, 1983); CLUG: coeficiente de uniformidade de germinação (Heydecker, 1973); CV: coeficiente de variação do tempo (Ranal; Santana, 2003); \bar{V} : velocidade média de germinação (Labouriau, 1970); VE: velocidade de emergência (Maguire, 1962); T: índice proposto por Timson (Timson, 1965); T_{med}: índice proposto por Timson e modificado (Labouriau, dados não publicados); ERI: índice de velocidade de emergência (Shmueli; Goldberg, 1971); ERI_{med}: ERI corrigido pelo número de aquênios germinados (Ranal; Santana, 2003); GF: valor de germinação (Czabator, 1962); GI: velocidade de germinação (Brown; Mayer, 1988); GR: índice de germinação (Melville et al., 1980); I: índice de incerteza (Labouriau; Valadares, 1976); Z: índice de sincronia (Primack, 1980).

No experimento com 100 aquênios por parcela (Tabela 4), o tratamento com KNO_3 apresentou aquênios com a maior porcentagem de germinação, não diferindo dos demais tratamentos ($P>0,05$); maior velocidade medida por VE , T , ERI , GV e GI , mas não diferindo estatisticamente das demais ($P>0,05$). Esta associação entre germinação e velocidade revela a influência que a porcentagem de germinação ou o número de aquênios germinados exerceram sobre as medidas VE , T , ERI , GV e GI (Brown; Mayer, 1988; Ranal; Santana, 2002, Santana; Ranal, 2003).

Mesmo não apresentando o maior percentual de germinação, o tratamento de estratificação por 24 horas diminuiu o tempo médio de germinação dos aquênios, aumentou a velocidade do processo (\bar{v} , T_{mod} e ERI_{mod}), e proporcionou maior uniformidade, maior sincronia e menor incerteza. Maior velocidade e uniformidade foram observadas por Diederichsen (1996) e Rubatzky (1999) nos trabalhos com aquênios de coentro e aipo, respectivamente. Uma provável explicação para este fato é que algumas espécies da família, como o aipo e o coentro, requerem baixas temperaturas para que o processo germinativo inicie.

TABELA 4. Medidas de germinação de aquênios de *Pimpinella anisum* L. em diferentes tratamentos obtidas de parcelas com 100 aquênios.

Medida (unidade)	Tratamento ¹					Pressuposições ²			ANAVA ³
	Água/claro	Citocinina a 10µg mL ⁻¹	GAs a 10µg mL ⁻¹	KNO ₃ a 0,2%	Estratificação por 24 h	Água/Escuro	W	F	
G (%) ⁴	56,4 a	57,8 a	53,0 a	60,4 a	55,6 a	55,8 a	0,970 (0,579)	1,453 (0,242)	1,938 (0,125)
T (dia)	5,723 ab	5,861 b	5,753 ab	5,411 ab	5,306 a	-	0,988 (0,982)	2,199 (0,106)	4,142 (0,013)
CVG (dia ⁻¹)	0,200 a	0,150 a	0,155 a	0,167 a	0,248 a	-	0,947 (0,223)	1,054 (0,405)	1,698 (0,190)
CV (%)	41,22 a	47,33 a	45,31 a	46,67 a	39,73 a	-	0,986 (0,963)	0,258 (0,901)	1,294 (0,306)
V (dia ⁻¹)	0,175 ab	0,171 b	0,174 ab	0,185 ab	0,189 a	-	0,983 (0,939)	1,680 (0,194)	4,217 (0,012)
VE (semente.dia ⁻¹)	11,379 b	11,721 ab	10,803 b	13,591 a	12,401 ab	-	0,979 (0,855)	1,250 (0,322)	5,460 (0,004)
T (%) dia	1143,4 a	1163,8 a	1073,0 a	1244,0 a	1150,8 a	-	0,971 (0,663)	1,548 (0,227)	2,467 (0,078)
T _{med} (dia)	20,28 ab	20,14 b	20,25 ab	20,59 ab	20,69 a	-	0,988 (0,983)	2,199 (0,106)	1,142 (0,013)
ER (semente.dia)	1087,0 a	1106,0 a	1020,0 a	1183,6 a	1095,2 a	-	0,971 (0,677)	1,548 (0,227)	2,485 (0,077)
ER _{med} (dia)	19,28 ab	19,14 b	19,25 ab	19,59 ab	19,69 a	-	0,988 (0,983)	2,199 (0,106)	4,142 (0,013)
GV (% ⁵ dia ⁻¹)	15,63 a	16,69 a	14,11 a	19,66 a	17,34 a	-	0,964 (0,505)	1,265 (0,316)	2,426 (0,082)
GR (semente.dia ⁻¹)	11,38 b	11,72 ab	10,80 b	13,59 a	12,40 ab	-	0,998 (0,855)	1,250 (0,322)	5,460 (0,004)
GI (dia)	11,43 a	11,64 a	10,73 a	12,44 a	11,51 a	-	0,971 (0,663)	1,548 (0,227)	2,467 (0,078)
I (bits)	2,878 a	2,907 a	2,899 a	2,857 a	2,713 a	-	0,929 (0,086)	0,239 (0,913)	1,146 (0,364)
Z	0,151 a	0,164 a	0,152 a	0,163 a	0,181 a	-	0,952 (0,294)	0,970 (0,446)	1,248 (0,323)

¹ Médias na linha seguidas de mesma letra não apresentam diferença significativa pelo teste de Tukey ou Wilcoxon-Mann-Whitney a 0,05 de significância; ² W: Estatística do teste de Shapiro-Wilk para a normalidade dos resíduos; F: Estatística do teste de Levene para a homogeneidade entre as variâncias; ³ F: Estatística do teste de Snedecor para a análise da variância; H: estatística do teste de Kruskal-Wallis; ⁴ G: germinabilidade; T: tempo médio de germinação (Labouriau, 1983); CVG: coeficiente de uniformidade de germinação (Heydecker, 1973); CV: coeficiente de variação do tempo (Ranal; Santana, 2003); V: velocidade média de germinação (Labouriau, 1970); VE: velocidade de emergência (Maguire, 1962); T: índice proposto por Timson (Timson, 1965); T_{med}: índice proposto por Timson e modificado (Labouriau, dados não publicados); ER: índice de velocidade de emergência (Shmueli; Goldberg, 1971); ER_{med}: ER corrigido pelo número de aquênios germinados (Ranal; Santana, 2002); GI: valor de germinação (Czabator, 1962); GR: velocidade de germinação (Brown; Mayer, 1988); GV: índice de germinação (Melville et al., 1980); I: índice de incerteza (Labouriau; Valadares, 1976); Z: índice de sincronia (Primack, 1980).

4.2. Considerações

Os aquênios de erva-doce se mostraram indiferentes à luz, pois germinaram tanto sob luz branca fluorescente contínua como no escuro, sendo que estes dois tratamentos não diferiram significativamente ($P>0,05$) nos experimentos com 75 e 100 aquênios por parcela (Tabelas 3 e 4, respectivamente).

Nas diferentes densidades de semeadura (Tabelas 1 a 4), os tratamentos KNO_3 e estratificação por 24 horas aceleraram o processo de germinação e proporcionaram altos valores de germinabilidade.

Os tratamentos com citocinina a $10 \mu g mL^{-1}$, GA_3 a $10 \mu g mL^{-1}$ e KNO_3 a 0,2% não diferiram significativamente entre si para o tempo médio de germinação, medidas de velocidade, uniformidade, incerteza e sincronia nos experimentos com 25, 50, 75 e 100 aquênios (Tabelas 1 a 4) por parcela. Uma exceção ocorreu com o experimento com 100 aquênios por parcela com o *VE* e *GR*, apresentando diferença significativa entre a velocidade no KNO_3 e GA_3 . Possivelmente, estas medidas foram influenciadas pelo percentual de germinação dos aquênios nestes tratamentos.

O percentual de germinação diminuiu para todos os tratamentos nos experimentos com 75 e 100 aquênios por parcela em relação aos experimentos com 25 e 50 aquênios. Esta diminuição revela a perda da qualidade fisiológica dos aquênios pelo armazenamento, justificando as diferenças significativas encontradas nos experimentos com 75 e 100 aquênios por parcela para tempo e velocidade de germinação. Os reguladores de crescimento, assim como a estratificação, detectaram diferentes classes de vigor para os aquênios de erva-doce. O mesmo foi observado por Bevilaqua et al.(1997), que constataram

queda no vigor de aquênios de cenoura armazenados por um período de 75 dias em atmosfera seca.

Em todos os experimentos (Tabelas 1 a 4), a sincronia de germinação foi baixa, sendo a maior $Z=0,219$ e a menor $Z=0,148$. Este resultado confirma a desuniformidade na germinação da espécie, citada na literatura (Rubatzky, 1999). Mesmo no tratamento com estratificação por 24 horas, a sincronia foi baixa (Tabelas 3 e 4), contrariando alguns autores que afirmaram que este tratamento aumenta a sincronia do processo germinativo (Diederichsen, 1996; Kaye; Kuykendall, 2001).

Da mesma forma, os valores de incerteza (I) foram altos ($I > 2,193$) para todos os experimentos e tratamentos.

4.3. Precisão do experimento

À medida que o número de aquênios por parcela diminuiu, houve um acréscimo de ocorrências de falta de normalidade dos resíduos ($P < 0,05$) e de homogeneidade entre as variâncias ($P < 0,05$), de tal maneira que com 100 aquênios por parcela (Tabela 4), para todas as medidas de germinação, os resíduos apresentaram distribuição normal e variâncias homogêneas.

Os maiores valores de coeficiente de variação foram encontrados para *CUG* (Tabela 5) e os menores para T_{mod} e ERI_{mod} . Padrões de CV abaixo de 10%, considerados ótimos (Pimentel Gomes, 1985) foram obtidos para todas as medidas, exceto *CUG*, CV_t , *GV* e *Z*. Em ensaios agrícolas, Pimentel Gomes (1985) considera os coeficientes de variação como baixos, quando inferiores a 10%; médios, quando de 10 a 20%; altos, quando entre 20 e 30%, e muito altos, quando superiores a 30%. Coeficientes acima de 30% para todos os experimentos ocorreram apenas para *CUG*.

Para todas as medidas de germinação, os maiores valores de coeficiente de variação foram encontrados para o experimento com 25 aquênios por parcela, o que indica uma baixa precisão experimental para este tamanho de parcela. Com o aumento do número de aquênios por parcela, há um decréscimo dos valores do coeficiente de variação. No entanto, observa-se que este decréscimo não é linear; para muitas medidas, entre os experimentos de 50 e 75 aquênios por parcela houve um aumento dos valores de CV. Como os experimentos de 25 e 50 aquênios foram montados em outubro de 2002 e os experimentos de 75 e 100 aquênios em março de 2003, houve uma perda de vigor dos aquênios devido ao

armazenamento, o que explica maiores coeficientes de variação no experimento de 75 aquênios em relação a 50 aquênios por parcela (Tabela 5).

Medidas de velocidade de germinação influenciadas pela germinabilidade (VE , T , ERI , GI , GV e GR) apresentaram coeficientes de variação também influenciados pela germinabilidade.

Tabela 5. Coeficientes de variação das medidas de germinação de *Pimpinella anisum* L., para os diferentes tamanhos de parcela.

Medida (unidade)	Número de sementes por parcela			
	25	50	75	100
G (%)	17,723	6,118	11,485	7,017
\bar{t} (dia)	14,950	8,673	6,760	4,675
CUG (dia ⁻²)	114,877	64,741	43,176	38,156
CV_t (%)	34,979	25,100	24,540	15,104
\bar{v} (dia ⁻¹)	15,217	8,922	6,499	4,636
VE (semente.dia ⁻¹)	21,988	9,221	11,775	8,554
T (% dia)	18,200	6,584	12,640	7,516
T_{mod} (dia)	3,655	2,139	4,816	1,287
ERI (semente.dia)	18,241	6,625	11,286	7,532
ERI_{mod} (dia)	3,839	2,247	1,879	1,353
GV (% ² dia ²)	39,541	17,971	22,616	17,727
GR (semente.dia ⁻¹)	21,988	9,221	12,593	8,554
GI (dia)	18,200	6,584	12,640	7,516
I (bits)	17,023	8,921	5,689	5,811
Z	36,607	16,402	16,965	15,100

G : germinabilidade; \bar{t} : tempo médio de germinação (Labouriau, 1983); CUG : coeficiente de uniformidade de germinação (Heydecker, 1973); CV_t : coeficiente de variação do tempo (Ranal; Santana, 2003); \bar{v} : velocidade média de germinação (Labouriau, 1970); VE : velocidade de emergência (Maguire, 1962); T : índice proposto por Timson (Timson, 1965); T_{mod} : índice proposto por Timson e modificado (Labouriau, dados não publicados); ERI : índice de velocidade de emergência (Shmueli; Goldberg, 1971); ERI_{mod} : ERI corrigido pelo número de aquênios germinados (Ranal; Santana, 2003); GV : valor de germinação (Czabator, 1962); GR : velocidade de germinação (Brown; Mayer, 1988); GI : índice de germinação (Melville et al., 1980); I : índice de incerteza (Labouriau; Valadares, 1976); Z : índice de sincronia (Primack, 1980).

5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a sincronia de germinação dos aquênios de erva-doce foi baixa, indicando uma menor incerteza do processo de germinação. Com relação à precisão, parcelas com 25 aquênios apresentaram menor precisão experimental para todas as medidas de germinação.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAGOURY, E. H. O.; NIYARI, M. A. Effects of different fertilizers on the germination and hard seed percentage of Egyptian clover seeds (*Trifolium alexandrinus* L.). **Seed & Science Technology**, Zurich, v. 1, n. 2, p.773-779, 1973.

BEVILAQUA, G. A. P., PESKE, S. T., FILHO, B. G. S., SANTOS, D. S. B. Efeito da embebição-secagem de sementes de cenoura no vigor e potencial de armazenamento. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.3, n.3, p.131-138, set-dez. 1997.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: viability, dormancy, and environmental control**. New York: Springer-Verlag, 1982. v.2.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MANAD-LANARV, 1992. 365p.

BROWN, R.F.; MAYER, D.G. Representing cumulative germination. 1. A critical analysis of single-value germination indices. **Annals of Botany**, London, v.61, p.117-125, 1988.

CARDOSO, A.I.I. Produção e qualidade de sementes de cenoura das cultivares Brasília e Carandaí. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.77-81, 2000.

CARNEIRO, J. W. P., BRACCINI, A. L., GUEDES, T. A., AMARAL, D. Influência do estresse hídrico, térmico e do condicionamento osmótico no desempenho germinativo de sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 208-216, 1999.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 429p.

CASTRO, L. O.; CHEMALE, V. M. **Plantas medicinais, condimentares e aromáticas: descrição e cultivo**. Guaíba: Agropecuária, 1995. 196p.

CLEMENTE, A.L.; MUNIZ, J.A. Avaliação do coeficiente de variação em experimentos com gramíneas forrageiras. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p.197-203, jan./fev. 2002.

COSTA, N.H. de A.D.; SERAPHIN, J.C.; ZIMMERMANN, F.J.P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p.243-249, mar. 2002.

CZABATOR, F.J. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. **Forest Science**, Lawrence, v. 8, n. 4, p.386-396, 1962.

DIEDERICHSEN, A. **Coriander – Coriandrum sativum L.** CABI Publishing, 1996. 83p.

GILL, J. L. **Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences.** Ames: The Iowa State University Press, 1987. v.1.

HENDRICKS, S. B.; TAYLORSON, R. B. Promotion of seed germination by nitrates, nitrite, hydroxylamine, and ammonium salts. **Plant Physiology**, Minneapolis, v.54, p.304-309, 1974.

HEYDECKER, W. Glossary of terms. In: HEYDECKER, W. **Seed Ecology.** London: Butterworths, 1973. p.553-557.

HILHORST, H. W. M., SMITT, A. I., KARSSSEN, C. M. Gibberellin-biosynthesis and – sensitivity mediated stimulation of *Sisymbrium officinale* by red light and nitrate. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, n.67, P.285-290, 1986.

JUDICE, M. G.; MUNIZ, J. A.; CARVALHEIRO, R. Avaliação do coeficiente de variação na experimentação com suínos. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.1, p.170-173, jan./mar. 1999.

KAYE, T. N., KUYKENDALL, K. Germination and propagation techniques for restoring rares Pacific northwest prairie plants. In: REICHARD, S. H., DUNWIDDIE, P. W., GAMON, J. G., KRUCKEBERG, A. R., SALSTROM, D. L. **Conservation of Washington's Native Plants and Ecosystems**. Seattle: Washington Native Plant Society, 2001, p.213-224.

LABOURIAU, L. G. On physiology of seed germination in *Vicia graminea* Sm. I. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 42, p. 235-262, 1970.

LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Série de Biologia, Monografia 24. Organização dos Estados Americanos. Programa Regional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Washington, 1983. 174p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. **Anais da Academis Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.48, p.263-284, 1976.

LESSMAN, K. J.; ATKINS, R. E. Optimum plot size and relative efficiency of lattice designs for grain sorghum yield test. **Crop Science**, Madison, v.3, p.477-481, 1963.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 1, p.176-177, 1962.

MARTINS, E. R. ; CASTRO, D. M. ; CASTELLANI, D. C.; DIAS, J. E. **Plantas medicinais**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1995. 220p.

MECELIS, N. R.; SCHAMMASS, E. A.; DIAS, L. M. Efeitos da escarificação, nitrato de potássio e adubação nitrogenada sobre germinação de sementes recém-colhidas e armazenadas de capim ramirez. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 31-36, 1991.

MELVILLE, A.H.; GALLETA, G. J.; DRAPER, A. D. Seed germination and early seedling vigour in progenies of indred strawberry selections. **HortScience**, St. Joseph, v. 15, p. 749-750, 1980.

MORAES, D. M., LOPES, N. F. Germinação e vigor de sementes de coentro (*Coriandrum sativum* L.) submetidas a reguladores de crescimento vegetal. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 93-99, 1998.

NASCIMENTO, W. M. Efeito da ordem das umbelas na produção e qualidade de sementes de cenoura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 2, p. 131-133, 1991.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: USP/ESALQ, 1985. 467p.

PRIMACK, R.B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, London, v. 68, p. 849-862, 1980.

ROSA, S. D. V. F., VON PINHO, E. V. R., VIEIRA, M. G. G. C., VEIGA, R. D. Efeito do tamanho de amostra sobre alguns parâmetros físicos de espiga de milho e da qualidade fisiológica das sementes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 1, p. 57-65, jan./fev. 2002.

RUBATZKY, V.E. **Carrots and related vegetable umbelliferae**. CABI Publishing, 1999. 304p.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. Análise estatística na germinação. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, São Carlos, edição especial, v.12, p.205-237, 2000.

SANTANA, D.G.; RANAL, M.A. Extratos de *Copaifera langsdorffii* Desf. na germinação de sementes de *Bidens pilosa* L.. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 54, 2003, Belém. **Resumos....** Belém: SBB, 2003.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P. de; CRUZ, C. D. Uma proposta para classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, maio, 1995.

SEDIYAMA, M. A. N., CASALI, V. W. D., SILVA, E. A. M., CARDOSO, A. A., SILVA, R. F. Influência da época de colheita e estágio de maturação na germinação de sementes de mandioquinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Banc.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 69-71, 1991.

SHMUELI, M., GOLDBERG, D. Emergence, early growth, and salinity of five vegetable crops germinated by sprinkle and trickle irrigation in an arid zone. **HortScience**, St. Joseph, v.6, p.563-565, 1971.

SMITH, H. F. Na empirical law describing heterogeneity in the yields of agricultural crops. **Journal of Agricultural Science**, Canberra, v.28, p.1-23, 1938.

THOMAS, T. H. Environmental and chemical effects on celery (*Apium graveolens* L.) seed production. **Acta Horticulturae**, v.111, p.131-138, 1981.

TIMSON, J. New method of recording germination data. **Nature**, London, v.207, p.216-217, 1965.

ZANON, M. L. B.; STORCK, L. Tamanho ótimo de parcelas experimentais para *Eucalyptus saligna* Smith em dois estádios de desenvolvimento. **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 104-111, 2000.