

**CARACTERÍSTICAS MORFO-AGRONÔMICAS E
DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM SEMENTES DE
TAGETES**

FERNANDA CRISTIANE SIMÕES NERI

2006

FERNANDA CRISTIANE SIMÕES NERI

**CARACTERÍSTICAS MORFO-AGRONÔMICAS E
DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM SEMENTES DE
TAGETES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso de Doutorado em
Fitotecnia, área de concentração em Floricultura e
Paisagismo, para obtenção do título de "Doutor".

Orientadora

Profa. Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Neri, Fernanda Cristiane Simões

Características morfo-agronômicas e deterioração controlada em sementes de
tagetes / Fernanda Cristiane Simões Neri. -- Lavras : UFLA, 2006.

69 p. : il.

Orientadora: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Tagetes. 2. Deterioração controlada. 3. Viabilidade. 4. Semente. 5.
Morfologia. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 635.91535

FERNANDA CRISTIANE SIMÕES NERI

**CARACTERÍSTICAS MORFO-AGRONÔMICAS E
DETERIORAÇÃO CONTROLADA EM SEMENTES DE
TAGETES**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso de Doutorado em
Fitotecnia, área de concentração em Floricultura e
Paisagismo, para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em 21 de fevereiro de 2006.

Prof. Dr. Roberto Usberti	CATI
Prof. Dr. José Alfredo Usberti Filho	IAC
Profa. Dra. Solange Carvalho Barrios Roveri José	UFLA
Prof. Dr. Marcelo Murad Magalhães	UFLA

Profa. Dra. Patrícia Duarte de Oliveira Paiva

UFLA

(Orientadora)

LAVRAS

MINAS GERAIS – BRASIL

Ao meu marido, Guilherme Neri, que é o alicerce
de minha vida, pelo apoio incondicional, por todo
amor e compreensão e também pelo exemplo de profissional,

DEDICO

Aos meus co-orientadores, Dr. Roberto Usberti e
Dr. José Alfredo Usberti Filho, por todo auxílio,
incentivo e amizade,
com gratidão,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Manoel e Maria José, que sempre me apoiaram.

Às minhas irmãs, Cinthya, Andréa e Ana, aos meus cunhados e as minhas sobrinhas, Caroline, Rafaela, Laura e Isabela.

Em especial agradeço à minha orientadora, professora Patrícia Duarte de Oliveira Paiva, por toda a confiança.

Aos membros da banca, Dra. Solange Carvalho Barrios Roveri José e Dr. Marcelo Murad Magalhães.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Agricultura.

À empresa Sakata Seeds, pela doação das sementes, que foram imprescindíveis para a execução deste trabalho.

Agradeço ao Guto e toda equipe Agroshop o apoio, confiança e amizade.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e ao Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pelo suporte para a realização de todos os experimentos.

À Rosa Helena de Aguiar, por toda colaboração e auxílio e a todos os colegas do Laboratório de Pós-Colheita da UNICAMP .

À Carolina Gomes, em especial, agradeço por toda a amizade, mesmo à distância.

Aos colegas Paulo Landgraf, Peterson, Tatiana e Nahum.

À Teca, pelo carinho e companhia.

A todos aqueles que incentivaram e apoiaram, direta ou indiretamente, esta conquista.

Acima de tudo, a Deus, pois, sem Ele nada seria possível.

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	4
2.1 Tagetes patula L.....	4
2.2 Produção de sementes de flores.....	5
2.3 Qualidade de sementes.....	7
2.4 Longevidade de sementes.....	8
2.5 Qualidade das sementes após o processo de secagem.....	10
2.6 Comportamento das sementes durante o armazenamento.....	13
2.7 Atividade de água (Aw).....	14
2.8 Grau de umidade de equilíbrio.....	15
2.9 O efeito histerese.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
3.1 Material vegetal.....	19
3.2 Análise de características morfo-agronômicas.....	20
3.2.1 Análise estatística	20
3.3 Análise de deterioração controlada.....	21
3.3.1 Determinação do grau de umidade das sementes	21
3.3.2 Acondicionamento e armazenamento das sementes.....	21
3.3.3 Germinação das sementes.....	23
3.3.4 Determinação de atividade de água	24
3.4 Determinação do teor de lipídios.....	25
3.5 Análise estatística.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
4.1 Caracteres morfo-agronômicos.....	27
4.1.1 Altura média de planta (AP).....	28
4.1.2 Número médio de hastes por planta (NHP).....	29
4.1.3 Número médio de inflorescências por planta (NIP)	29
4.1.4 Diâmetro médio de haste (DH).....	30
4.1.5 Diâmetro médio de inflorescência (DI)	30
4.1.6 Ciclo médio de florescimento (CF)	31
4.1.7 Duração média de florescimento (DF)	31
4.1.8 Peso fresco e seco da parte aérea (PFPA e PSPA)	32
4.1.9 Peso fresco e seco de raiz (PFR e PSR).....	32
4.2 Correlação entre os caracteres morfo-agronômicos selecionados.....	33
4.3 Testes de deterioração controlada.....	36
4.3.1 Secagem das sementes.....	36
4.3.2 Grau de umidade da semente e a umidade relativa de equilíbrio	38
4.3.3 Teor de lipídios.....	40

4.3.4	Curvas de sobrevivência	40
4.3.5	Constantes de viabilidade para os cultivares	46
4.3.6	Constantes de viabilidade para a espécie <i>Tagetes patula</i>	54
5	CONCLUSÕES.....	60
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

RESUMO

NERI, Fernanda Cristiane Simões. **Características morfo-agronômicas e deterioração controlada em sementes de *Tagetes***. 2006. 69 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, MG¹.

As espécies do gênero *Tagetes*, conhecidas vulgarmente por cravo-de-defunto, são plantas de fácil cultivo, bastante decorativas e de ciclo relativamente longo. Os cultivares de *T. patula* L., florescem durante todo o verão, são muito usadas em paisagismo; podem ser utilizadas como flor de corte ou planta envasada. Apesar da sua importância, pouco se conhece sobre os seus caracteres morfo-agronômicos e a viabilidade de suas sementes. O presente estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia de Sementes e Pós-Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola, UNICAMP e no Departamento de Genética do IAC, Campinas, SP e teve como objetivos verificar as diferenças morfo-agronômicas entre quatro cultivares de *Tagetes patula* e também determinar as constantes das equações de viabilidade para a espécie. Foram utilizadas sementes da espécie *Tagetes patula* cv. French Marigold série Bounty, (cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow). Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes e determinação das constantes da equação de viabilidade para a espécie, foi utilizado o teste de deterioração controlada. Dentre os cultivares analisados de *Tagetes patula*, os de ciclo tardio proporcionaram plantas mais altas e hastes mais grossas, inflorescências maiores, parte aérea e radicular mais desenvolvida e menor duração do florescimento. Os cultivares precoces mostraram maior número de inflorescências por planta e por haste e também maior duração do florescimento. As sementes do cultivar Flame mostraram menor armazenabilidade em comparação com as outros cultivares analisados. Foi observada uma relação inversa entre o teor de água e a longevidade das sementes. Grupos de constantes foram obtidos para prever a longevidade de sementes dos quatro cultivares de *Tagetes patula* analisados, Spry, Orange, Flame e Yellow, a saber: $K_E=13,82$; 12,02; 12,70 e 13,93; $C_W= 3,487$; 2,147; 3,465 e 3,544; $C_H= 0,3221$; 0,3062; 0,2758 e 0,3244; $C_Q= 0,002626$; 0,002557; 0,002084 e 0,002649, respectivamente. As constantes para prever a longevidade para a espécie *Tagetes patula*, foram: $K_E=14,83$; $C_W= 3,362$; $C_H= 0,3691$ e $C_Q= 0,003076$.

¹Comitê de Orientação: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva - UFLA (Orientadora); Roberto Usberti - CATI (Co-orientador)

ABSTRACT

Morpho-agronomic characteristics and controlled deterioration in *Tagetes* seeds. 2006. 69 p. Thesis (Agronomy Doctorate) - Federal University of Lavras, Minas Gerais State, Brazil¹.

The species of the genus *Tagetes*, commonly known by Marigold, present easy cultivation, are quite ornamental and show a relatively long flowering cycle. *T. patula* L. cultivars present a full blooming during the summer and can be traded either as cut flowers or as potted plants. On despite of its economic importance, little is known about their morpho-agronomic characters as well as their seed viability. This research has been performed at Post-Harvest Technology Laboratory, Faculty of Agricultural Engineering, Campinas State University, UNICAMP and at Genetic Department, Campinas Agronomic Institute, IAC, aiming at verifying morpho-agronomic differences among cultivars as well as determining seed viability constants for the species. The cultivars tested were Spry, Orange, Flame and Yellow, from *Tagetes patula* cv. French Marigold Bounty series. The evaluation of seed physiological quality and the determination of the viability constants were carried out under controlled deterioration conditions (constant storage temperatures and moisture contents). Late flowering cultivars revealed higher plants and thicker stems, larger inflorescence leaves, higher dry matter contents in leaves and roots and shorter flowering periods. Otherwise, early cultivars presented higher number of inflorescences / plant and stem and longer flowering period. Cultivar Flame seeds revealed lower storability among the others cultivars. An inverse relationship was observed between moisture content and seed longevity. Different viability constant sets were estimated for the cultivars Spry, Orange, Flame and Yellows, as follows: $K_E = 13.82, 12.02, 12.70, 13.93$; $C_W = 3.487, 2.147, 3.465, 3.544$; $C_H = 0.3221, 0.3062, 0.2758, 0.3244$; $C_Q = 0.002626, 0.002557, 0.002084, 0.002649$, respectively. Viability equation constants for the species *Tagetes patula* were: $K_E = 14.83$; $C_W = 3.362$; $C_H = 0.3691$, $C_Q = 0.003076$.

¹Supervising Committee: Patrícia Duarte de Oliveira Paiva - UFLA (Supervisor); Roberto Usberti - CATI (Co-supervisor)

1 INTRODUÇÃO

Até alguns anos atrás, a floricultura brasileira constituía-se basicamente do cultivo de flores nos jardins e quintais das residências, onde desempenhava função de embelezamento ou, quando colhidas, eram empregadas na decoração de interiores. Seu uso econômico e tecnológico era inexpressivo, caracterizando-se como uma atividade paralela a outros setores agrícolas.

A floricultura evoluiu e abrange o cultivo de plantas ornamentais, desde flores de corte, plantas envasadas, floríferas ou não, até a produção de sementes, bulbos e mudas de árvores de grande porte. É uma área competitiva, que exige a utilização de tecnologias avançadas e conhecimento técnico pelo produtor, possuindo um sistema eficiente de produção, distribuição e comercialização (Doni, 1989). A floricultura brasileira representa um setor do agronegócio altamente competitivo e é a segunda atividade agrícola que mais cresceu no país (Simões, 2001).

Dentre as plantas ornamentais, as espécies de flores anuais são as mais usadas para a composição dos jardins. A família Asteraceae é representada por espécies dos gêneros *Ageratum*, *Calendula*, *Coreopsis*, *Chrysanthemum*, *Cosmos*, *Dahlia*, *Gaillardia*, *Gazania*, *Gerbera*, *Tagetes* e *Zinnia*, dentre outras (Mejias e Ruano, 1990), com múltiplos usos em paisagismo.

As espécies do gênero *Tagetes*, conhecidas vulgarmente por cravo-de-defunto (Hoehne, 1993) e, em países de língua inglesa, por “Marigold”, são plantas de fácil cultivo, bastante decorativas e de ciclo relativamente longo (Clark e Williamson, 1979). Podem ser divididas em quatro grupos: Americano (*T. erecta* L.), Francês (*T. patula* L.), Signet (*T. signata* L., *T. tenuifolia* Cav.) e híbridos triplóides (Parodi, 1959; Clark e Williamson, 1979).

No Brasil, é praticamente insignificante a produção comercial de sementes de flores, embora algumas tentativas de produção tenham sido feitas

por particulares ou por empresas, sem alcançarem êxito para o estabelecimento de uma atividade duradoura, que funcionaria como um centro de referência. Os produtores mundiais com tradição na área inibem a iniciativa nacional, devido às facilidades de importação e a garantia de qualidade das sementes (Doni, 1989).

Esta situação resulta na total dependência do Brasil por sementes importadas, devido à falta de hábito do consumidor brasileiro, ao uso de cultivares não adaptadas, à degeneração varietal (híbridos) ou à falta de isolamento na produção, à falta de melhoramento genético, ao custo elevado de mão-de-obra para a colheita, à necessidade de equipamentos de beneficiamento específico não existentes no país e ao desconhecimento de métodos de produção (Doni, 1989).

O estudo de sementes de espécies ornamentais de uso comercial, em condições controladas de armazenamento, pode contribuir para a preservação de sua viabilidade, principalmente quando tratam-se de sementes importadas. O período em que a viabilidade pode ser mantida faz com que as pesquisas com armazenamento de sementes de espécies ornamentais assumam caráter de extrema importância. Para se reduzir ao mínimo o processo de deterioração, as sementes devem ser adequadamente armazenadas. Durante o período de armazenamento, a deterioração das sementes é influenciada pelo grau de umidade, umidade relativa e a temperatura do ar e também pelas características genéticas da cultivar, da qualidade inicial das sementes, da localização dos danos mecânicos e da presença de patógenos (Carvalho e Nakagawa, 1988).

Para a espécie *Tagetes patula*, no entanto, não há, até o momento, estudos sobre o comportamento dessas sementes em condições controladas de armazenamento. Dessa forma, conhecer o comportamento dessa espécie auxiliaria no desenvolvimento de metodologia de conservação de suas sementes.

Os objetivos deste trabalho foram verificar as diferenças morfo-agronômicas entre quatro cultivares de *Tagetes patula* e também determinar as constantes da equação de viabilidade para essa espécie.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 *Tagetes patula* L.

Duas espécies de *Tagetes* são comumente cultivadas: *Tagetes patula* (Marigold French) e *Tagetes erecta* (Marigold African), ambas originárias do México. O *T. patula* é menor que o *T. erecta* e necessita de duas semanas a mais para florescer (Kessler, 1998).

Os cultivares de *T. patula* L., planta herbácea anual, também conhecido como cravo-anão-de-jardim, florescem durante todo o verão e são de fácil cultivo. São muito usados em paisagismo, podendo também utilizá-las como flor de corte e planta envasada. A altura de planta varia com o cultivar (média entre 20 a 30 cm), sendo consideradas plantas compactas de folhagem, com cheiro característico. Suas flores são constituídas de capítulos pequenos, simples ou dobrados, solitários, em tonalidades variáveis de amarelo, alaranjado e marrom-avermelhado (Kessler, 1998).

Esta espécie é cultivada a pleno sol, quase exclusivamente em bordaduras ou como forração de jardins, formando maciços compactados desenhados, em canteiros de terra enriquecida com húmus, em solo bem drenado, com alta concentração de matéria orgânica. Para o plantio podem ser utilizadas mudas ou semeadura direta no local definitivo. É uma das poucas espécies anuais que podem ser cultivadas em regiões tropicais durante o período de verão (Lorenzi e Souza, 1995).

2.1.1 Marigold French

O cultivar Marigold French apresenta plantas pequenas com flores de até 5 cm de diâmetro, dispostas transversalmente. As flores podem ser únicas ou dobradas, nas cores amarela, alaranjada, vermelho-escura ou bicolores. A altura de planta pode variar entre 15 e 45 cm. A série 'Bounty' possui plantas com

altura entre 25 a 30 cm. Este cravo-anão é compacto e se desenvolve bem em locais de clima quente e úmido. Na série ‘Bounty’, as principais cultivares são:

- ‘Spry’: apresenta as extremidades das pétalas em tom vermelho escuro e o centro da cor amarela;
- ‘Orange’: possui as pétalas em tom alaranjado;
- ‘Flame’: as extremidades das pétalas são amarelas e o centro vermelho;
- ‘Yellow’: este cultivar possui todas as pétalas na cor amarela.

As plantas da série ‘Bonanza’ crescem somente até 20 a 25 cm de altura. As cores incluem vermelho-escuro com centro alaranjado, alaranjado dourado e brilhante, amarelo com vermelho e amarelo dourado.

O cravo-anão da série ‘Little Hero’ cresce até 20 cm e possui flores dobradas, nas cores amarelo ouro, amarelo, vermelho e laranja, sendo muito resistentes a temperaturas elevadas.

A série ‘Safari’ apresenta plantas compactas com até 35 cm de altura, nas cores amarelo, alaranjado, vermelho e mistura de amarelo ouro e vermelho-mogno (Russ, 2006).

2.2 Produção de sementes de flores

A produção comercial de sementes de flores iniciou-se na segunda metade do século XIX. Nesta época, as empresas mais importantes eram localizadas na Alemanha, França, Inglaterra e, principalmente, na Holanda, país que se destacou na comercialização de flores associada à produção e comercialização de sementes de hortaliças. Os principais centros de produção estavam localizados em Erfurt e Quedlinburg, na Alemanha, na região de Provance na França e na região de Enkuizen, na Holanda. Após a Segunda Guerra Mundial, a produção foi transferida para outros países que possuíam

condições climáticas também favoráveis para cultivo de várias espécies, ficando assim a nova distribuição: Alemanha, Hungria, França, Itália, USA, Holanda, Canadá, Japão, Inglaterra, Sul e Centro Africanos, além de outras áreas de menor importância (Vis, 1980).

A produção de sementes de flores se distingue de outras plantas pelo controle da produção. A produção é realizada em canteiros relativamente pequenos em relação ao grande número de sementes produzidas, requerendo, assim mão-de-obra especializada. Para a produção de sementes de flores, algumas exigências devem ser observadas: a) solo com boa fertilidade, principalmente de fósforo e potássio e rico em matéria orgânica; b) irrigação, a água é importante para a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas, durante a floração e no desenvolvimento das sementes; c) controle de plantas daninhas, doenças e insetos; d) a colheita, muitas vezes, é manual, pois os frutos e sementes atingem a maturidade em épocas diferentes e e) normalmente, os procedimentos de armazenamento são semelhantes aos utilizados para outras culturas (McDonald e Copeland, 1996).

Desai, Kotecha e Salunke (1997) relataram os quatro fatores básicos para um sistema de produção de sementes eficiente: a) uma taxação da demanda mundial de sementes, sendo constantes ou estáveis e com uma eficaz estrutura de avaliação; b) melhor identificação da qualidade das sementes produzidas e determinação do potencial de exportação, baseado na existência global da demanda por sementes e facilidades disponíveis; c) promoção de ambos no comércio nacional e internacional de sementes e d) desenvolvimento da infraestrutura básica para a produção de sementes das flores.

2.3 Qualidade de sementes

Um dos aspectos mais pesquisados nos últimos anos tem sido a qualidade fisiológica das sementes, em decorrência de estarem sujeitas a mudanças degenerativas de origem bioquímica, fisiológica e física após a sua maturação, as quais estão associadas com a redução do vigor (Aligaza et al., 1990). Nesse sentido, além das condições ambientais, o tipo de embalagem durante o armazenamento tem influência significativa na qualidade fisiológica das sementes (Carvalho e Nakagawa, 1988).

De acordo com as prescrições das Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), além de luz, temperatura, água e oxigênio, a escolha do substrato tem fundamental importância nos resultados do teste padrão de germinação. Fatores como aeração, estrutura, capacidade de retenção de água e oxigênio, grau de infestação de patógenos, entre outros, podem variar de um substrato para outro, favorecendo ou prejudicando a germinação das sementes (Scalon et al., 1993).

A temperatura influencia tanto a porcentagem quanto a velocidade de germinação, alterando a absorção de água pela semente e as reações bioquímicas que regulam o metabolismo envolvido nesse processo (Bewley e Black, 1994). Segundo Mayer e Poljakoff-Mayber (1989), pode ser considerada como ótima a temperatura na qual a mais alta porcentagem de germinação é obtida, em menor tempo. São consideradas, ainda, a temperatura mínima e a máxima em que a germinação ocorre. Forsyth e Van Staden (1983), estudando a influência da temperatura para a germinação de sementes de *Tagetes minuta*, identificaram como ideal, em condições de luz, a temperatura de 25°C e a germinação não foi observada a 35°C ou a 10°C ou, ainda, em condições de escuro.

Existe um grande número de fatores que afetam a qualidade das sementes, destacando-se os genéticos, os fisiológicos e os ambientais. Como genéticos destacam-se diferenças de vigor, longevidade e vantagens aferidas pela heterose. Os fisiológicos têm sua ação determinada pelo ambiente durante a produção, colheita, beneficiamento e armazenamento (Lucca, 1985).

Embora os trabalhos na área de patologia de sementes no Brasil venham sendo desenvolvidos desde a década de 1950, a maioria das pesquisas se limitava ao controle das doenças transmitidas por fungos através das sementes e seu controle com o uso de fungicidas (Lucca, 1985).

Muitos trabalhos foram realizados em patologia de sementes nas áreas de desenvolvimento de variedades resistentes, influência da adubação, época e tipo de colheita, instalação de campos em áreas de climas mais adequados. Porém, esses trabalhos mostram a preocupação dos pesquisadores em obter informações que sirvam de base para a produção de sementes de qualidade, mediante o uso de práticas culturais e não a obtenção da qualidade por meio de tratamentos (Lasca, 1985).

No mercado de plantas para jardim, a germinação e o crescimento uniforme são essenciais para o marketing do produto. Com a expansão desse mercado tem sido exigida uma maior qualidade da germinação de sementes usadas para propagação. No entanto, são bastante escassas as informações científicas quando se consideram plantas ornamentais (Bradford, 1987).

2.4 Longevidade de sementes

A longevidade da uma semente corresponde ao período de tempo em que ela se mantém viável. As sementes de algumas espécies deterioram-se rapidamente, enquanto outras mantêm sua viabilidade por longo período de tempo (Carneiro e Aguiar, 1993). O verdadeiro período de longevidade das

sementes de uma espécie só seria determinado se fosse possível colocá-las em condições ideais de armazenamento, o que é difícil, na prática. É possível, porém, determinar a sua viabilidade, que é o período de vida da semente em uma determinada condição ambiental (Carvalho e Nakagawa, 1988).

A viabilidade das sementes resulta de vários fatores: características genéticas da espécie ou cultivar, vigor das plantas progenitoras, condições climáticas predominantes durante a maturação das sementes, grau de dano mecânico e condições ambientais de armazenamento (Carvalho e Nakagawa, 1988). Para Toledo e Marcos-Filho (1977), as condições ambientais de armazenamento são os fatores mais importantes para a conservação da viabilidade das sementes, com ênfase para temperatura e o grau de umidade (Delouche, 1980; Ellis e Roberts, 1980).

a) Temperatura

A temperatura influencia todas as atividades biológicas. O aumento da temperatura do ambiente de armazenamento provoca aumento da taxa respiratória da semente, de fungos e de insetos que acompanham a semente (Popinigis, 1985).

b) Umidade

O alto grau de umidade das sementes é uma das principais causas da perda do poder germinativo durante o armazenamento (Desai et al., 1997), causando aumento da taxa respiratória e da ação dos microrganismos. Valores acima de 20% podem promover o aquecimento da massa de sementes a uma temperatura letal (Harrington, 1972).

c) Qualidade

A conservação da qualidade das sementes é realizada pela redução do seu grau de umidade e da temperatura de armazenamento. De acordo com

Harrington (1972), o período de viabilidade da semente pode ser dobrado a cada redução de 1% no grau de umidade e a cada diminuição da temperatura em 5,6°C. Deve-se ressaltar que existem sementes que não toleram a redução do grau de umidade nem temperaturas baixas (sementes recalcitrantes), o que dificulta a sua conservação no armazenamento.

A qualidade das sementes não é melhorada pelo armazenamento, mas pode ser mantida com um mínimo de deterioração possível, por meio do armazenamento adequado visando manter o vigor e o poder germinativo pelo maior período possível. A deterioração é irreversível, sendo mínima por ocasião da maturidade fisiológica das sementes (Popinigis, 1985).

As condições climáticas ocorridas durante a maturação e a determinação do ponto de maturidade fisiológica nas sementes na colheita são os fatores que afetam a qualidade inicial (Delouche, 1980; Ellis e Roberts, 1980). A semente atinge sua maturidade fisiológica quando alcança o máximo teor de matéria seca (Popinigis, 1985).

Segundo Popinigis (1985), a qualidade da semente é expressa pela interação de quatro componentes: genético (características intrínsecas do cultivar, no que diz respeito à produtividade, resistência a pragas e doenças, etc.), fisiológico (potencial de longevidade da semente e à sua capacidade para gerar uma planta perfeita e vigorosa), físico (pureza física do lote e condição física da semente) e sanitário (efeito prejudicial provocado pelos insetos e microrganismos associados às sementes, desde o campo até o armazenamento).

2.5 Qualidade das sementes após o processo de secagem

Dentre os fatores que contribuem para a manutenção da viabilidade de sementes durante o armazenamento, o processo de secagem é de extrema importância (Ramos e Zanon, 1985; Carvalho e Nakagawa, 1988). Para

sementes passíveis de secagem, a redução do grau de umidade associada ao armazenamento apropriado restringe a velocidade do processo de deterioração, conferindo-lhes maior longevidade (Harrington, 1972; Roberts, 1973).

De acordo com Leopold e Vertucci (1989), na semente existem pelo menos três tipos de águas ligadas às macromoléculas, tipos esses definidos pela força com que a água se encontra ligada à sua superfície. Os autores mostraram, em sementes de soja, que a água está no estado “água ligada” até um nível de aproximadamente 35%. Acima deste valor, as moléculas de água, em função da união com as partículas coloidais, adquirem uma configuração estrutural (espacial) diferente daquela de seu estado livre.

A água pode estar presente no material biológico sob as seguintes formas (Athié et al., 1998):

- água livre: pode ser removida facilmente durante o processo de secagem;
- água solvente: é, em grande parte, retirada na secagem;
- água pseudo-ligada: estão fortemente absorvidas.
- água de constituição: só pode ser removida em condições extremas de aquecimento utilizadas para a determinação de umidade em laboratório.

Para os estudos de secagem e de armazenamento, a água que realmente é importante é a adsorvida, ou seja, aquela que, segundo Hunt e Pixton (1974), resultaria em teores de água na faixa de 0% a 25%.

Como todo material higroscópico, a semente cede ou absorve umidade do ar que a envolve, ficando em equilíbrio com determinada umidade relativa ao ar, para uma mesma temperatura. Quando a semente e o ar que a envolve apresentam diferentes pressões de vapor, a umidade se movimenta da substância

com maior pressão de vapor para aquela com menor pressão, até atingir um ponto de equilíbrio. Neste ponto cessa o movimento da umidade (Puzzi, 1986).

A velocidade de perda de umidade da superfície da semente para o ambiente é maior do que o deslocamento de umidade do interior para a sua superfície. Em função disso, o processo de secagem deve ser lento e gradativo, possibilitando a migração de umidade de dentro para fora. A secagem drástica e rápida, como a obtida com o emprego de altas temperaturas, pode induzir dormência secundária, como verificaram Kageyama e Marquez (1980), em sementes de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

No entanto, a secagem não deve ser muito lenta, pois propicia o aparecimento de microrganismos, afetando a qualidade das sementes pela rápida perda de germinação e vigor. O período de secagem depende da espécie, do tipo de fruto, do estágio de maturação dos frutos, da umidade inicial das sementes, da velocidade de secagem, do aumento da corrente de ar e do grau final de umidade desejado. Sementes de algumas espécies perdem mais rapidamente a umidade no início do processo e mais lentamente à proporção que perdem umidade. Portanto, para se obter boa secagem, é preciso conhecer a espécie em questão (Silva, Figliolia e Aguiar, 1993).

Durante o processo de dessecação, os principais danos que acontecem nas sementes são relativos às membranas fosfolipídicas das células, à desestruturação de macromoléculas e à oxidação de lipídios (Guimarães, 1999).

A tolerância à dessecação é o resultado da interação de vários fatores e a ausência ou a deficiência de um deles determinam o grau de sensibilidade das sementes ao processo. Dentre estes fatores, ressaltam-se algumas características físicas intracelulares, como a quantidade e a natureza das reservas insolúveis acumuladas, da diferenciação intracelular, a presença e a eficiente operação dos sistemas antioxidantes, o acúmulo de substâncias supostamente protetoras, como

as proteínas LEA, sacarose e certos oligossacarídeos, o desenvolvimento de certas moléculas anfipáticas e a presença da operação de reparo dos sistemas de membranas durante a reidratação (Pammenter e Berjak, 1999).

2.6 Comportamento das sementes durante o armazenamento

De acordo com Hong e Ellis (1996), as sementes de espécies tropicais e temperadas seguem basicamente três padrões quanto ao comportamento durante o armazenamento: ortodoxo, intermediário e recalcitrante.

As sementes denominadas ortodoxas são tolerantes à dessecação e a temperaturas baixas, sem que nenhum dano fisiológico ocorra, o que permite a retenção do poder germinativo por longos períodos de armazenamento (Roberts, 1973). Estas sementes podem ser conservadas por meio da técnica da criopreservação que, em longo prazo, consiste em submeter as sementes, com o teor de água reduzido, a temperaturas de -80°C a -196°C em nitrogênio líquido (FAO, 1993). A identificação correta da categoria a que a semente de uma espécie pertence é fundamental para o estabelecimento da metodologia de conservação de germoplasma (Roberts, 1973).

As intermediárias só podem ser conservadas em médio prazo e as recalcitrantes em curto prazo (Ellis, Hong e Roberts, 1990a; 1991).

Sementes recalcitrantes pertencem a um grupo de espécies que produzem sementes sensíveis à desidratação, mesmo quando seu grau de umidade é reduzido a níveis ainda altos, perdendo a viabilidade em um período de tempo relativamente curto (Roberts, 1973).

Há, ainda, sementes de algumas espécies que sofrem danos de secagem a graus de umidade próximos a 10%. Quando essas sementes são secas, podem sofrer injúria de frio, portanto, não se comportando inteiramente como ortodoxas

ou recalcitrantes e sendo classificadas como intermediárias (Ellis et al., 1990a; 1991).

A viabilidade das sementes de espécies pioneiras pode ser mantida por longos períodos de armazenamento (Kageyama e Viana, 1989), o que corresponde ao comportamento ortodoxo de armazenamento. Segundo Hong e Ellis (1996), as espécies clímax apresentam comportamento recalcitrante, podendo ocorrer, também comportamento ortodoxo e intermediário.

A maioria das espécies vegetais produz sementes cujo comportamento durante o armazenamento é identificado por Roberts (1974) como do tipo ortodoxo, isto é, o armazenamento é tanto melhor quanto mais secas e ou frias forem as condições ambientais. Nos casos em que a conservação da capacidade germinativa e da conservação das características genéticas das sementes é muito importante, como em bancos de germoplasma, procura-se controlar eficazmente esses fatores (umidade relativa e temperatura do ar), bem como dar início ao armazenamento somente após as sementes terem sido secas a valores de umidade que garantam redução significativa das atividades metabólicas. Estes valores de umidade oscilam entre 5% e 7% (Carvalho e Nakagawa, 1988).

2.7 Atividade de água (A_w)

A remoção de água de alimentos sólidos surgiu, inicialmente, como uma forma de redução da atividade de água, inibindo o crescimento microbiano. Apresenta a importância para a redução dos custos energéticos de transporte, embalagem e armazenagem destes produtos, que possuem grande quantidade de água em sua composição (Park e Nogueira, 1992).

Em materiais compostos, como sementes, a água interage em vários níveis, limitados por outras moléculas. O nível para o qual o teor de água é limitado é denominado atividade de água. A atividade de água em uma determinada temperatura e pressão é descrita pela isoterma de sorção.

Quando uma amostra é colocada em contato com uma atmosfera com pressão de vapor constante e se a amostra está com umidade suficiente para ter a pressão de vapor em sua superfície maior que o ar, o produto irá perder umidade para o ar. O processo continua até que um estado de equilíbrio seja alcançado. A umidade do produto nesse ponto é denominada grau de umidade de equilíbrio sendo este processo conhecido como desorção. No entanto, se a amostra apresenta uma pressão de vapor menor que o ar, o produto irá ganhar umidade, até que o ponto de equilíbrio seja alcançado. Este processo é denominado sorção (Fioreze, 1989).

É possível estabelecer uma relação entre o teor de água livre na semente e sua conservação. O teor de água livre é expresso pela atividade de água, que é dada pela relação entre a pressão de vapor de água em equilíbrio sobre o alimento e a pressão de vapor de água pura, à mesma temperatura (Mohsenin, 1986). A atividade de água também pode ser entendida como a umidade relativa em equilíbrio com o produto na temperatura considerada. Portanto, a atividade de água da semente determina a quantidade da água que tende a permanecer ou sair dessa semente e, conseqüentemente, sua disponibilidade.

2.8 Grau de umidade de equilíbrio

O grau de umidade de equilíbrio é definido como a quantidade de massa de água que o produto contém quando é submetida à determinada condição controlada de temperatura e umidade relativa do ar. Portanto, para determinadas condições de secagem (temperatura e umidade relativa do ar), existe uma umidade de equilíbrio do produto. O diferencial entre a umidade inicial do produto a ser seco e a umidade de equilíbrio ($U_o - U_e$) é definido como potencial de secagem. De outra forma, o produto só poderá ser seco até a umidade de equilíbrio para as condições de temperatura e umidade relativa preestabelecidas (Cavalcanti-Mata, 1997).

As sementes ricas em óleo apresentam grau de umidade de equilíbrio mais baixo em relação às sementes amiláceas, quando armazenadas em condições semelhantes, pois, sendo hidrófobas, absorvem bem menos água. Por exemplo, a 25°C e 70% UR, a soja tem o grau de umidade de equilíbrio de 11,5% e o trigo de 13,9%. Assim, para um armazenamento seguro, a soja deveria ser armazenada a um grau de umidade mais baixo que o trigo e outras sementes amiláceas (Brooker et al., 1992).

O conhecimento de isotermas de equilíbrio higroscópico de grãos e sementes é de essencial importância, por elas estarem diretamente ligadas às operações de manuseio, armazenamento, secagem e comercialização das matérias primas (Roa e Rossi, 1977).

Este tipo de informação pode ser usado para prever o crescimento de microrganismos no armazenamento de grãos e sementes e o potencial de deterioração no armazenamento. A maioria dos fungos de armazenamento não cresce e não se reproduz nos grãos que estão em equilíbrio com umidade relativa menor que 65%. Além disso, a atividade dos insetos de armazenamento diminui significativamente abaixo de 50% UR (Loewer, Bridges e Bucklin, 1994).

Segundo Brooker et al. (1992), a variação do grau de umidade de equilíbrio é causada pela variedade, maturidade e história da semente, bem como pela técnica da medição da umidade relativa e pelo método de determinação do grau de umidade de equilíbrio.

O estudo da atividade de água pode ser feito por meio das isotermas de sorção. Uma isoterma é uma curva que descreve, em uma umidade específica, a relação de equilíbrio de uma quantidade de água sorvida por componentes da semente e a pressão de vapor ou umidade relativa, a uma dada temperatura. Esta relação é complexa e depende da composição química dos alimentos (gorduras, amidos, açúcares, proteínas, etc.) (Park e Nogueira, 1992).

2.9 O efeito histerese

A curva de sorção é determinada, partindo do produto com baixo conteúdo de umidade e colocando amostras em ambientes de diferentes umidades relativas e temperaturas constantes. Depois de obtido o equilíbrio higroscópico da amostra de sementes com o ambiente, determina-se o conteúdo de umidade do produto. Os resultados são representados graficamente. Uma outra curva pode ser obtida, desta vez por perda de água das amostras. Este processo, representado em um gráfico, resulta na curva de desorção. Os extremos das curvas sempre coincidem e o ciclo formado entre a sorção e a desorção é chamado histerese, conforme se observa na Figura 1.

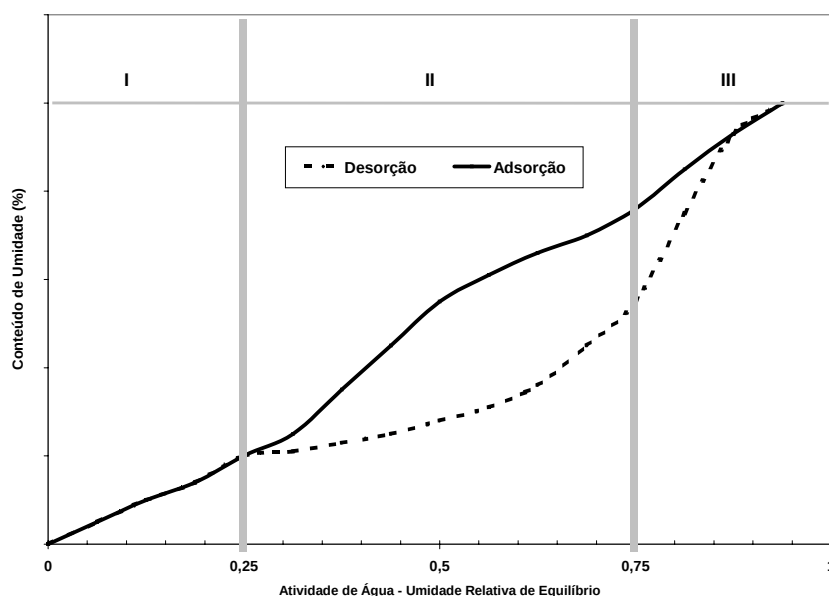


FIGURA 1. Representação do efeito histerese (Chung e Pfof, 1967b).

O equilíbrio higroscópico é um pouco diferente quando o produto está absorvendo água (sorção) ou quando está cedendo água (desorção). Esta diferença entre os valores de umidade de equilíbrio é conhecida como histerese.

Segundo Chung e Pfof (1967b), essa diferença se deve a forças físicas (forças de Van der Waals) devido às cargas positivas e negativas das grandes cadeias carbônicas. Uma molécula de água, entre duas cadeias carbônicas, está levemente presa, devido à sua polaridade. Com esse processo ocorrendo em todo o interior do produto, no final, o conteúdo de umidade de equilíbrio alcançado é menor que no processo de desorção. O efeito de histerese nem sempre ocorre. Estudando o efeito de ciclos sucessivos de desorção/sorção, os autores verificaram que, a partir do terceiro ciclo, cessa o efeito histerese. Em função dessas observações, formularam a hipótese de que a histerese ocorre quando o calor de desorção é maior do que o de sorção.

Chung e Pfof (1967a) verificaram que, para milho, entre os conteúdos de umidade de 4% e 20%, a 31°C, o calor de sorção/desorção estaria entre 10,5 e 16 kcal/mol.

O efeito histerese ficou bem caracterizado para as sementes de amendoim, feijão, milho e trigo, enquanto, para arroz em casca e soja, as curvas de sorção e desorção se confundem, não ficando clara a ocorrência deste fenômeno, segundo Benedetti e Jorge (1987).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia Pós-Colheita da Faculdade de Engenharia Agrícola da UNICAMP e no Departamento de Genética do IAC, Campinas, SP.

3.1 Material vegetal

Para os experimentos foram utilizadas sementes da espécie *Tagetes patula* cv. French Marigold série Bounty, cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow (nas cores borda vermelha e centro amarelo, laranja, pétalas avermelhadas com a borda amarela e amarela, respectivamente) (Figura 2), fornecidas pela empresa Sakata Seeds em embalagens herméticas contendo 25 gramas. As sementes tinham 99,9% de pureza e foram previamente tratadas com 0,2% de Thiram.



FIGURA 2. Cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow, da espécie *Tagetes patula*

3.2 Análise de características morfo-agronômicas

Os experimentos que analisaram as características morfo-agronômicas foram realizados em casa de vegetação do Departamento de Genética do IAC, Campinas, SP.

As sementes foram semeadas em bandejas de polietileno, com 72 células, sendo duas sementes por célula, para obter-se, no mínimo, 1 muda por célula, as quais permaneceram em casa de vegetação, realizando-se regas diárias. O substrato utilizado para a germinação das sementes foi uma mistura de terra de barranco peneirada e areia fina para cobertura, na proporção 2:1. As mudas obtidas foram transferidas para saquinhos de polietileno (11 x 22 cm) com substrato constituído de partes iguais de terra peneirada e esterco de curral curtido, com adição de fósforo e potássio em quantidade adequada. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo a parcela experimental constituída por 10 plantas de cada cultivar.

As avaliações foram realizadas quando todas as flores estavam abertas, sendo observados: altura de planta, diâmetro de caule e da inflorescência, número de pedúnculos e inflorescências por planta, comprimento do pedúnculo, pedúnculos que floresceram, peso da matéria fresca e seca de parte aérea e de raiz, ciclo e duração do florescimento.

3.2.1 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3.3 Análise de deterioração controlada

Com o intuito de avaliar a qualidade das sementes, realizou-se o teste de deterioração controlada.

3.3.1 Determinação do grau de umidade das sementes

O grau de umidade das sementes foi determinado em duas subamostras de 3g de sementes, mantidas em estufa de circulação forçada, a $105\pm 3^{\circ}\text{C}$, durante 24 horas. Após esse período, os recipientes foram retirados da estufa, tampados e colocados em dessecador com sílica gel durante 10 a 15 minutos. A porcentagem de umidade foi calculada na base do peso úmido, aplicando-se a seguinte fórmula:

% umidade (U): $100 (P-p)/P-t$, onde

P =[peso inicial(g) – peso(g) do recipiente e tampa] + peso úmido (g)

p =[peso final (g) – peso (g) do recipiente e tampa] + peso seco (g)

t =tara – peso (g) do recipiente e tampa

O resultado final (grau de umidade das sementes) foi obtido por meio da média aritmética das porcentagens de cada uma das subamostras (Brasil, 1992).

3.3.2 Acondicionamento e armazenamento das sementes

Os graus de umidade das sementes foram ajustados a partir de seu valor inicial, antes do armazenamento, por meio de umidificação em dessecador, com uma lâmina de água destilada na sua base. Sobre o suporte do dessecador foram colocadas placas de Petri, com as sementes a serem reidratadas. Para a secagem, as sementes foram colocadas em dessecadores com sílica gel, constantemente regenerada, até a obtenção dos valores de umidade desejados, conforme mostram as Tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Períodos de umidificação (horas) necessários para atingir os níveis desejados de umidade (% base úmida), para *Tagetes patula* cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow, a partir dos valores iniciais de grau de umidade.

Umidificação (horas)	Spry (%)	Orange (%)	Flame (%)	Yellow (%)
0	6,86	6,91	7,86	7,30
2 e 1/2	7,92	8,03	8,73	8,50
5	10,52	10,94	10,23	10,17
24	12,46	13,06	12,43	16,67

TABELA 2. Períodos de secagem (dias) necessários para atingir os níveis desejados de umidade, para *Tagetes patula* cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow, a partir dos valores iniciais de grau de umidade.

Secagem (dias)	Spry (%)	Orange (%)	Flame (%)	Yellow (%)
0	6,86	6,91	7,86	7,30
2	5,46	5,21	5,70	5,46
69	1,82	2,21	1,89	2,28

Durante os processos de secagem ou reidratação das sementes das quatro variedades, as subamostras foram pesadas periodicamente, para controle da quantidade de água removida ou adquirida, empregando-se a equação proposta por Valentini (1992):

$$Mf = ((PBi-T)*Mi + 100*(PBf-PBi)) / (PBf-T), \text{ onde:}$$

Mf = grau de umidade final (% base úmida); Pbi = peso bruto inicial (g); T = tara (peso do recipiente, g); Mi = grau de umidade inicial (% base úmida) PBf = peso bruto final (g).

Ao ser atingido o peso desejado, correspondente ao grau de umidade final desejado para cada tratamento, o processo foi encerrado.

As sementes foram, então, acondicionadas em embalagens de alumínio hermeticamente fechadas em termossoldadora, operando com uma barra aquecida a 204°C e 2" de contato. O papel laminado usado apresenta estrutura poliéster (PET)/alumínio(Al)/polietileno de baixa densidade (PEBD), com espessura total de 120 µm, por componentes 12/15/90 µm (PET/Al/PEBD).

Em seguida, as embalagens foram armazenadas em estufas a 40°C, 50°C e 65°C ($\pm 0,5^\circ\text{C}$), com controladores eletrônicos de temperatura, até a obtenção de curvas completas de deterioração, conforme metodologia de Ellis e Roberts (1980). A distribuição das sementes em temperaturas a 40°C, 50°C e 65°C, nos diferentes graus de umidade, encontra-se na Tabela 3

TABELA 3. Grau de umidade das sementes de *Tagetes patula*, cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow armazenadas a 40, 50 e 65°C.

Cultivares											
Spry			Orange			Flame			Yellow		
Temperatura de armazenamento (°C)											
40	50	65	40	50	65	40	50	65	40	50	65
6,86	6,86	6,86	6,91	6,91	6,91	7,86	7,86	7,86	7,30	7,30	7,30
---	5,46	5,46	---	5,21	5,21	---	5,70	5,70	---	5,46	5,46
---	---	1,82	---	---	2,21	---	---	1,89	---	---	2,28
7,92	7,92	7,92	8,03	8,03	8,03	8,73	8,73	8,73	8,50	8,50	8,50
10,5	10,5	10,5	10,9	10,9	10,9	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2
12,5	12,5	---	13,1	13,1	---	12,4	12,4	---	16,7	16,7	---

3.3.3 Germinação das sementes

O teste de germinação foi realizado em caixas plásticas, tipo gerbox (11x11x3,5 cm), sobre duas folhas de papel (tipo mata-borrão), umedecidas com quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso seco, com duas subamostras de 50

sementes, em germinador com alternância de temperaturas (20°C a 30°C, 16/8 horas) de luz fluorescente de 40W (16 horas de escuro a 20°C e 8 horas de luz a 30°C).

As contagens foram realizadas após 3, 6, 10 e 14 dias do início do teste, considerando-se como germinadas as sementes que emitiram a radícula, conforme critério adotado por Dickie e Smith (1995). A germinação é considerada como a retomada de crescimento do embrião, com o conseqüente rompimento do tegumento pela radícula, conforme definição de Labouriau (1983).

Para as sementes com umidades ajustadas abaixo da umidade inicial, foi realizada a reidratação lenta das mesmas, previamente à instalação do teste de germinação, para evitar possíveis danos provocados pela embebição rápida (Ellis, Hong e Roberts, 1988). As sementes permaneceram durante 48 horas em bandejas de náilon colocadas sobre um apoio no interior de uma caixa de plástica tipo gerbox vedada, a aproximadamente 3 cm acima de uma lâmina de água destilada.

3.3.4 Determinação de atividade de água

Para cada tratamento, ou seja, para cada umidade ajustada, foram obtidas, ao acaso, três subamostras de 100 sementes inteiras, com peso médio de 3 g, para determinar a atividade de água em aparelho Decagon, com a utilização da técnica do ponto de orvalho em espelho resfriado. Cada vez que se forma o orvalho no espelho, o aparelho mede a temperatura e calcula a atividade de água da amostra, guardando estes valores para compará-los com valores prévios, até a reprodução das leituras (Aqualab, 1997).

A determinação de atividade de água realizada na Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, que utiliza um higrômetro baseado em

psicrometria, com resolução de 0,01 Aw. Este equipamento é acoplado a um banho termostatzado com resolução de 0,1°C. As determinações foram feitas na temperatura de 25°C±0,3°C.

3.4 Determinação do teor de lipídios

Para determinação do teor de lipídios, 2g de sementes de cada cultivar foram colocadas em cartuchos de papel Whatman com 80mm de comprimento e 33mm de diâmetro interno. A extração foi realizada em aparelho de Soxhlet durante 5 horas utilizando éter de petróleo, sendo a quantidade de lipídios determinada gravimetricamente (Association of Official Analytical Chemists, 1995).

3.5 Análise estatística

Para cada combinação umidade/temperatura foi determinada a curva de sobrevivência de cada cultivar, com os valores de porcentagem de germinação obtidos durante o período de armazenamento. Na obtenção da equação de viabilidade, torna-se necessária a transformação dos valores de porcentagem de germinação em probit, pois, desse modo, os ciclos de vida individuais das sementes ficam uniformemente distribuídos. A seguir procedeu-se a análise e ao ajuste de regressão. Assim, para cada tratamento (grau de umidade/temperatura), foram obtidas as curvas de longevidade em probit para cada cultivar.

Os pontos de origem das retas no eixo Y (que equivale ao valor de K_i) comumente nunca convergem para o mesmo ponto, necessitando, portanto de um ajuste estatístico em cada curva, forçando-as a atingirem o mesmo valor com o menor erro possível. Para tanto, foi utilizado um programa estatístico específico Glim (Baker e Nelder, 1978) para a obtenção dos respectivos valores

de sigma que, em termos práticos, indicam o período de tempo necessário para a redução da viabilidade das sementes de um probit.

Com o uso de logaritmos decimais de sigma e dos graus de umidade, para cada tratamento umidade/temperatura, foi possível, após a análise estatística, a obtenção das constantes de cada cultivar, permitindo, assim, a posterior definição da equação de previsão de longevidade para a espécie.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracteres morfo-agronômicos

Os resultados morfo-agronômicos obtidos para os diversos caracteres estudados são apresentados nas Tabelas 4 e 5.

TABELA 4. Caracteres morfo-agronômicos de cultivares de *Tagetes patula*, cultivados em casa de vegetação.

Cultivares	AP (cm)	NHP	NIP	NIH	DH (cm)	DI (cm)
Spry	23,57 b	6,93 ab	4,45 ab	0,70 a	0,44 b	3,65 b
Orange	21,03 b	7,98 a	5,58 a	0,64 a	0,42 b	3,45 b
Flame	21,52 b	5,81 b	3,62 b	0,62 ab	0,43 b	3,80 ab
Yellow	26,79 a	7,61 a	3,95 b	0,52 b	0,54 a	4,10 a
Média	23,23	7,08	4,40	0,62	0,46	3,75
CV (%)	6,50	10,22	12,63	9,10	7,98	4,62

Obs: a) Valores médios seguidos de mesma(s) letra(s) na coluna não diferem estatisticamente entre si, a de 5% de probabilidade, de acordo com o teste de Tukey.

b) CV= coeficiente de variação; AP= altura de planta; NHP= número de hastes por planta; NIP= número de inflorescência por planta; NIH= número de inflorescência por haste; DH= diâmetro de haste; DI= diâmetro de inflorescência.

c) Valores médios obtidos em experimento em blocos ao acaso com 4 repetições, com 10 observações por parcela experimental.

TABELA 5. Caracteres morfo-agronômicos de cultivares de *Tagetes patula*, cultivados em casa de vegetação.

Cultivares	CF (dias)	DF (dias)	PFPA (g)	PSPA (g)	PFR (g)	PSR (g)
Spry	39,25 c	22,00 b	23,45 b	3,24 b	2,30 b	0,66 b
Orange	36,25 b	24,75 a	21,56 ab	2,28 ab	2,55 b	0,68 b
Flame	42,50 a	18,25 c	25,05 ab	3,91 ab	3,23 b	0,99 b
Yellow	43,50 a	17,50 c	30,63 a	4,81 a	5,78 a	1,26 a
Média	40,38	20,63	25,17	3,56	3,47	0,90
CV (%)	2,42	4,95	16,48	25,13	20,86	28,90

Obs: a) Valores médios seguidos de mesma(s) letra(s) na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, de acordo com o teste de Tukey.

b) CV= coeficiente de variação; CF= ciclo de florescimento; DF= duração de florescimento; PFPA= peso fresco de parte aérea; PSPA= peso seco de parte aérea; PFR= peso seco de raiz; PSR= peso seco de raiz.

c) Valores médios obtidos em experimento em blocos ao acaso com 4 repetições com 10 observações por parcela experimental.

4.1.1 Altura média de planta (AP)

Foram detectadas diferenças significativas entre os cultivares avaliados, tendo o cultivar Yellow apresentou plantas com altura média de 26,79 cm (Tabela 4), valor esse superior ao dos outros três cultivares. Côrrea (2004) observou que sementes de *Tagetes* desenvolvidas em bandejas plásticas de 24 células formaram plantas com altura média de 9,5 cm, quatro semanas após a semeadura. Essa diferença pode ser atribuída à diferença de recipientes utilizados para cultivo.

Observa-se, também, que o cultivar Yellow apresentou ciclo de florescimento tardio, podendo-se concluir que, com um período vegetativo mais longo, houve um maior desenvolvimento da planta como também a formação de uma grande quantidade de hastes. Como observado por Caiado (1981), que

trabalhou com plantas de begônias, não obrigatoriamente, mas, plantas mais altas possuem a melhor formação.

4.1.2 Número médio de hastes por planta (NHP)

Este caráter refere-se à contagem de total de hastes por planta, com ou sem inflorescência. Os cultivares Orange, Yellow e Spry apresentaram os maiores valores com 7,98, 7,61 e 6,93 hastes/planta, respectivamente, sendo estatisticamente semelhantes entre si, enquanto que o menor valor foi observado para o cultivar Flame, que teve o menor número de hastes (5,8 hastes/planta), embora sendo este semelhante àquele detectado para o cultivar Spry.

Uma planta com uma grande quantidade de hastes deveria proporcionar uma grande quantidade de inflorescências. Isto foi observado para os cultivares Orange e Spry, porém, no caso do cultivar Yellow, apesar de possuir um grande número de hastes por planta, nem todas as hastes proporcionaram botões florais.

Para uma planta cultivada em jardins, como o *Tagetes*, uma boa produção e o desenvolvimento de hastes (em número e tamanho) permitem um melhor fechamento do solo, oferecendo um melhor aspecto estético (Freitas, 1996).

4.1.3 Número médio de inflorescências por planta (NIP)

Os cultivares de *T. patula* diferenciaram-se estatisticamente quanto ao número médio de inflorescências/planta. Os maiores valores foram observados nos cultivares Orange e Spry (5,58 e 4,45, inflorescências/planta, respectivamente), enquanto os cultivares Yellow e Flame apresentaram um menor número de inflorescências por planta (3,95 e 3,42), embora semelhante ao Spry.

Como já mencionado anteriormente, observa-se que as plantas com maior número de hastes por planta também proporcionaram uma quantidade maior de inflorescências por planta, já que cada haste forma uma inflorescência.

4.1.4 Diâmetro médio de haste (DH)

Para este caráter, o cultivar Yellow diferenciou-se dos demais, apresentando o maior diâmetro (0,54 cm), em comparação com os valores detectados para os cultivares Spry, Orange e Flame (0,44; 0,42 e 0,43 cm, respectivamente). Todas as hastes dos cultivares analisados apresentavam-se visualmente firmes, apesar das diferenças em diâmetro.

O diâmetro da haste é um fator importante, pois, o maior diâmetro confere à haste maior rigidez, menor tendência ao tombamento e também maior resistência a danos mecânicos durante a colheita e transporte (Stringheta, 1995).

Plantas com haste de maior diâmetro de haste são preferidas, entretanto, é desejável que haja uma certa relação entre altura da planta e seu diâmetro de haste (Caiado, 1981).

4.1.5 Diâmetro médio de inflorescência (DI)

O cultivar Yellow apresentou as maiores inflorescências, com diâmetro médio de 4,1 cm, diferenciando-se estatisticamente dos cultivares Spry e Orange (3,65 e 3,45 cm), os quais, apesar de maiores, foram semelhantes ao cultivar Flame (3,80 cm). Para o produtor de flores, assim como para o uso em canteiros, é desejável que as espécies apresentem o crescimento máximo das inflorescências (Stringheta, 1995).

Além de possuírem em um número menor de inflorescências por planta, em relação aos cultivares Orange e Spry, os cultivares Yellow e Flame

apresentaram flores de maior diâmetro. Esta pode ser uma informação bastante relevante no cultivo desses cultivares, com a opção de plantas com um maior número de inflorescência de tamanho menor ou plantas com um menor número de inflorescência.

4.1.6 Ciclo médio de florescimento (CF)

O ciclo de florescimento compreende o período desde a semeadura das sementes até o início do florescimento, ou seja, até o início da abertura das primeiras inflorescências. Os cultivares puderam ser classificados, a partir dos resultados obtidos, em dois grupos distintos: precoce (Orange - 36,25 dias), intermediário (Spry, 39,25 dias) e tardio (Flame, 42,5 dias e Yellow, 43,5 dias).

Para o cultivo de flores, essa é uma informação bastante importante, pois, para o cultivar Orange, o florescimento será mais precoce em relação aos demais cultivares analisados além de apresentar uma maior duração em dias. Segundo Halevy e Mayak (1979), o estágio de desenvolvimento da inflorescência varia com os diferentes cultivares, estação do ano e condições ambientais. Assim, os cultivares testados apresentaram diferenças em seus ciclos.

4.1.7 Duração média de florescimento (DF)

Para este trabalho, a duração de florescimento foi padronizada como o período entre o início do florescimento, ou seja, a abertura das primeiras inflorescências até a queda total das flores, quando a maioria das inflorescências se desprendia da haste. Também neste caso, os cultivares puderam ser classificados em três grupos: período de florescimento curto (Yellow, 17,5 dias e Flame, 18,25 dias); médio (Spry, 22 dias) e longo (Orange, 24,75 dias).

Em jardins públicos e privados, esta informação seria de bastante utilidade, uma vez que, cultivados em conjunto, o cultivar Orange permaneceria com as inflorescências abertas uma semana a mais que os outros. Observa-se também que, no presente estudo, as inflorescências com cores mais fortes (Orange e Spry) têm maior durabilidade do que as mais claras (Yellow e Flame).

4.1.8 Peso fresco e seco da parte aérea (PFPA e PSPA)

O cultivar Yellow (de ciclo tardio e apresentando a maior altura de planta e diâmetro de haste - Tabela 5) revelou, em valores absolutos, os maiores pesos fresco e seco de parte aérea (30,63 e 4,81 g, respectivamente) que, embora semelhantes aos observados para Spry e Flame (22,05 e 3,91 g), foram estatisticamente maiores do que aqueles do cultivar Orange (21,56 e 2,28 g). A haste, que compreende o maior peso fresco da parte aérea, é a estrutura de sustentação da inflorescência. Assim, é desejável que os valores de matéria fresca e seca sejam elevados, o que pode representar hastes fortes e consistentes (Stringheta, 1995).

4.1.9 Peso fresco e seco de raiz (PFR e PSR)

A mesma tendência observada para peso fresco e seco de parte aérea foi muito mais evidente para peso fresco e seco de raiz. O cultivar Yellow apresentou os maiores valores para os caracteres estudados (5,78 e 1,26 g, respectivamente), revelando possuir um sistema radicular mais desenvolvido.

4.2 Correlação entre os caracteres morfo-agronômicas selecionados

O ciclo de florescimento (CF) e a duração do florescimento (DF) foram as características que permitiram uma clara diferenciação entre os cultivares em estudo (Tabela 5). Devido a isso, foram escolhidas como base das correlações com os demais caracteres; os resultados obtidos são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6. Valores de coeficientes de correlação entre caracteres morfo-agronômicos de cultivares de *Tagetes patula*.

	AP	NHP	NIP	DH	DI	DF	PFPA	PSPA	PFR	PSR
CF	0,60 *	- 0,28 ns	-0,69 *	0,60 *	0,80 *	- 0,99*	0,64*	0,78*	0,68*	0,14 ns
DF	- 0,51 *	0,31 ns	0,69 *	- 0,56 *	-0,79 *	-	-0,62*	-0,77*	-0,66*	-0,12 ns

Obs.: a) AP= altura de planta; NHP= número de haste por planta; NIP= número de inflorescência por planta; NIH= número de inflorescência por haste; DH= diâmetro de haste; DI= diâmetro de inflorescência; CF= ciclo de florescimento; DF= duração de florescimento; PFPA= peso fresco de parte aérea; PSPA= peso seco de parte aérea; PFR= peso fresco de raiz; PSR= peso seco de raiz.

b) * valores significativos a 5% de probabilidade;

c) ns = não significativo

Alguns dos caracteres morfo-agronômicos avaliados mostraram-se positiva e significativamente correlacionados com o ciclo de florescimento, a saber: altura de planta (AP) (60%), diâmetro de haste (DH) (60%), diâmetro de inflorescência (DI) (80%), peso fresco de parte aérea (PFPA) (64%), peso seco de parte aérea (PSPA) (78%) e peso fresco de raiz (PFR) (68%).

Por outro lado, outras características revelaram correlações negativas e significativas com o ciclo de florescimento, como se segue: número de inflorescências por planta (NIP) (-0,69%), e duração do florescimento (DF) (-0,99%).

Ainda outros caracteres mostraram nenhuma correlação com o ciclo de florescimento (número de hastes por planta, NHP e peso seco de raiz, PSR).

Tendo em vista a forte correlação negativa observada entre o ciclo de florescimento (CF) e a duração do florescimento (DF) (-0,99%), era de se esperar a inversão das correlações dos demais caracteres com a duração do florescimento. Isso realmente ocorreu, com as características número de hastes por planta (NHP) e peso seco de raiz (PSR) mantendo a não significância.

Em resumo, considerando o universo de cultivares avaliados (quatro) e as condições dos experimentos conduzidos, a espécie *Tagetes patula* parece obedecer às seguintes tendências:

- cultivares de ciclo tardio revelam plantas mais altas e hastes mais grossas, inflorescências maiores, parte aérea e radicular mais desenvolvida e menor duração do florescimento;
- cultivares precoces, por outro lado, mostram maior número de inflorescências por planta e por haste e maior duração do florescimento.

Resultados muito semelhantes aos acima descritos foram obtidos em híbridos de capim colômbio (Paterniani, 1996), cujos híbridos de ciclo precoce revelaram plantas de menor porte, maior número total de perfilhos (vegetativos e

reprodutivos), maiores porcentagens de perfilhos reprodutivos e maiores produções de sementes puras, quando comparados aos de ciclo intermediário e tardio.

4.3 Testes de deterioração controlada

4.3.1 Secagem das sementes

A partir das porcentagens iniciais de umidade das sementes de *Tagetes patula*, a saber: 6,89 ('Spry'), 6,91 ('Orange'), 7,86 ('Flame') e 7,30% ('Yellow'), foi realizada a desidratação em dessecadores com sílica gel para obtenção dos graus de umidade mais baixos (4,87%; 4,63%; 4,75%; 4,82%, respectivamente).

A qualidade fisiológica das sementes não foi alterada com a obtenção desses valores mais baixos, por meio do uso de sílica gel, pois apresentou valores de germinação semelhantes para todas as subamostras controle nas diferentes umidades testadas (Tabela 7). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Ellis et al. (1988), mostrando que reduções do grau de umidade nesses níveis não acarretam danos às sementes. Além disso, Hu et al. (1998) compararam a eficiência da secagem de sementes em sílica gel e freezer, analisando a taxa de secagem, perda do grau de umidade, custo relativo e morte das sementes e constataram que os dois métodos foram semelhantes. No entanto, em sílica gel foram registrados menores graus de umidade e os custos foram mais baixos.

As sementes com graus de umidade mais baixos resistem melhor às condições adversas do ambiente e, quando expostas a condições adequadas e na ausência de dormência, têm a capacidade de retomada do metabolismo no processo de germinação (Bewley e Black, 1994).

TABELA 7. Resultados médios de germinação (%) de sementes de cultivares de *Tagetes patula* em diferentes graus de umidade (% base úmida), após desidratação em dessecadores com sílica gel. GU = grau de umidade inicial (%); G = germinação (%); P = germinação em probit; * grau de umidade inicial

Spry			Orange			Flame			Yellow		
GU	G	P	GU	G	P	GU	G	P	GU	G	P
4,9	91	1,34	4,6	97	1,89	4,7	78	0,77	4,8	89	1,23
5,5	96	1,75	5,2	97	1,89	5,7	72	0,58	5,5	85	1,04
6,9*	92	1,41	6,9*	93	1,48	7,9*	67	0,44	7,3*	83	0,95

Na Tabela 8 são apresentadas as porcentagens iniciais de germinação dos cultivares de *Tagetes patula*, de acordo com o grau de umidade. Observa-se uma inversão no comportamento padrão na longevidade para o grau de umidade médio de 8,30%, na qual os valores de germinação foram maiores do que para o grau médio de umidade de inicial (7,23%). Isso poderia ter sido causado por um mecanismo de “turnover”, com o reparo das injúrias causadas nas membranas celulares, compensando o processo de deterioração natural das sementes (Villers, 1974).

Verifica-se também que os valores de germinação iniciais de germinação para os cultivares Spry e Orange foram superiores aos de ‘Flame’ e ‘Yellow’, talvez devido ao fato de serem provenientes de lotes diferentes e, desse modo, com diferentes condições ambientais durante a sua multiplicação.

TABELA 8. Porcentagens iniciais de germinação dos cultivares de *Tagetes patula*, de acordo com o grau de umidade.

Grau de umidade (%)	Germinação (%)			
	'Spry'	'Orange'	'Flame'	'Yellow'
4,77	91	97	78	89
5,46	96	97	72	85
7,23	92	93	67	88
8,30	100	100	85	95
10,47	96	97	65	88
13,65	93	98	76	78

4.3.2 Grau de umidade da semente e a umidade relativa de equilíbrio

As umidades relativas de equilíbrio (A_w) detectadas para os cultivares são apresentadas na Tabela 9. Os valores de A_w detectados nas sementes durante o experimento, variando de 0,29 até 0,88, mostrando a amplitude de variação do experimento com relação aos graus de umidade testados.

TABELA 9. Valores de grau de umidade das sementes (GU) e atividade de água (A_w) para os cultivares de *T. patula*.

Cultivares							
Spry		Orange		Flame		Yellow	
GU	A_w	GU	A_w	GU	A_w	GU	A_w
4,87	0,30	4,63	0,29	4,75	0,40	4,82	0,29
5,46	0,37	5,21	0,33	5,70	0,48	5,46	0,31
6,86	0,48	6,91	0,47	7,86	0,46	7,30	0,44
7,92	0,57	8,03	0,57	8,73	0,57	8,50	0,55
10,52	0,67	10,94	0,67	10,23	0,65	10,17	0,67
12,46	0,78	13,06	0,79	12,43	0,78	16,67	0,88

Na Figura 3 são apresentadas as isotermas de sorção e desorção para sementes dos cultivares de *T. patula*, obtidas a 25°C. Observa-se que as isotermas apresentam variações nas extremidades, para os valores mais baixos e mais altos de graus de umidade, enquanto que para os valores médios, a tendência observada parece ser similar.

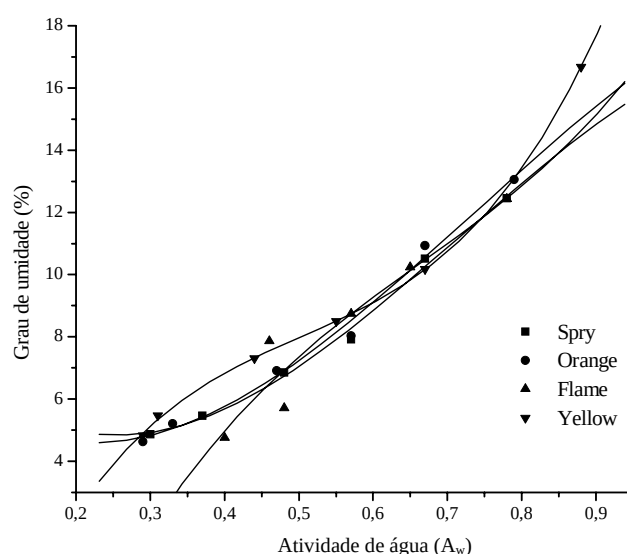


FIGURA 3. Isotermas de sorção e desorção obtidas a 25°C para cultivares de *Tagetes patula*.

Segundo Vertucci e Leopold (1987), as isotermas abrangem três regiões distintas: duas em extremo grau de umidade, em que a umidade aumenta rapidamente para um pequeno aumento na umidade relativa e uma região intermediária, onde o gradiente é lento. As três regiões correspondem, aproximadamente, às diferentes categorias de água ligada que ocorrem nos tecidos: a baixo grau de umidade a água nas sementes é mantida por ligações muito fortes, enquanto que, para umidades intermediárias e altas, a água é mantida por ligações fracas e água multimolecular, respectivamente.

4.3.3 Teor de lipídios

Sementes ricas em óleo apresentam teores de umidade de equilíbrio mais baixos em relação às sementes amiláceas, quando expostas em condições semelhantes, pois não absorvem ou absorvem menos água, por serem hidrófobas (Brooker et al., 1992). Benedetti e Jorge (1987), observaram que sementes de amendoim, com alto teor de lipídeos (40%), apresentaram menor umidade de equilíbrio do que as sementes de arroz, milho, soja e trigo à mesma temperatura.

Na Tabela 10 são apresentados os teores de lipídeos detectados para as sementes dos quatro cultivares. Nota-se que os valores obtidos são similares para os cultivares, na faixa de 18,5% a 21%.

TABELA 10. Teores de lipídios (%) observados em sementes de cultivares de *T. patula*.

Cultivar	Teor de lipídios (%)
Spry	19,14
Orange	19,70
Flame	18,50
Yellow	20,98

4.3.4 Curvas de sobrevivência

As curvas de sobrevivência das sementes de *Tagetes patula* 40°C, 50°C a 65°C são apresentadas nas Figuras 4, 5 e 6, respectivamente, mostrando os efeitos do grau de umidade e da temperatura na armazenabilidade da sementes.

Na obtenção dessas Figuras, os valores de porcentagem de germinação das sementes foram transformados em probit e, a seguir, plotados linearmente em relação ao período de armazenamento das sementes.

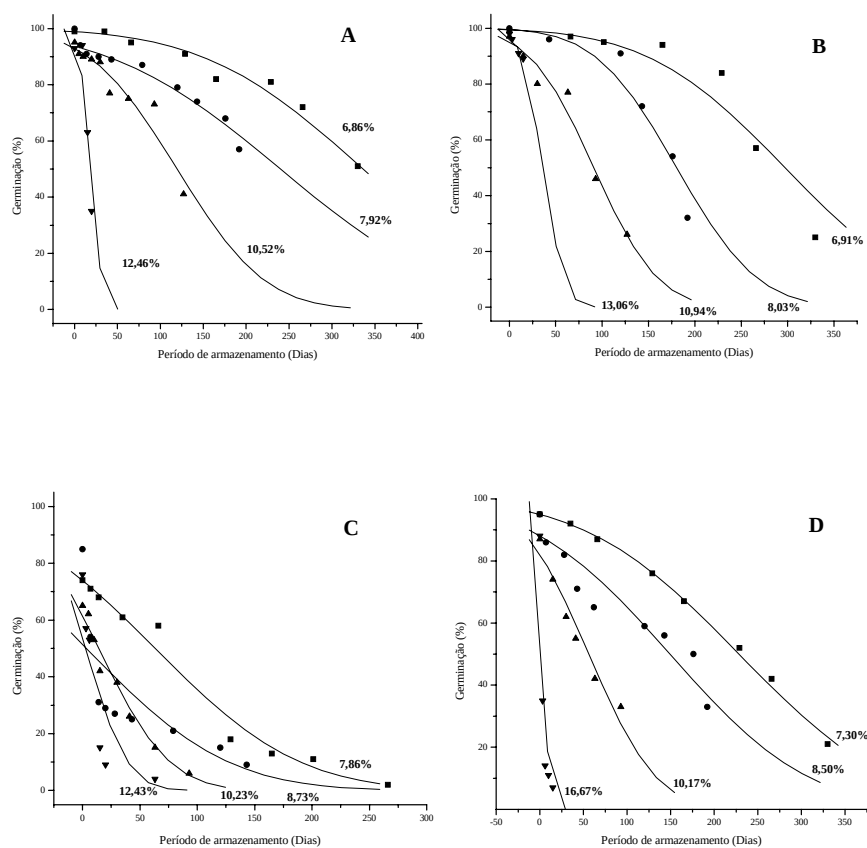


FIGURA 4. Curvas de sobrevivência de sementes de *T. patula* (probit) a 40°C e vários graus de umidade, para os cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow (A, B, C e D, respectivamente).

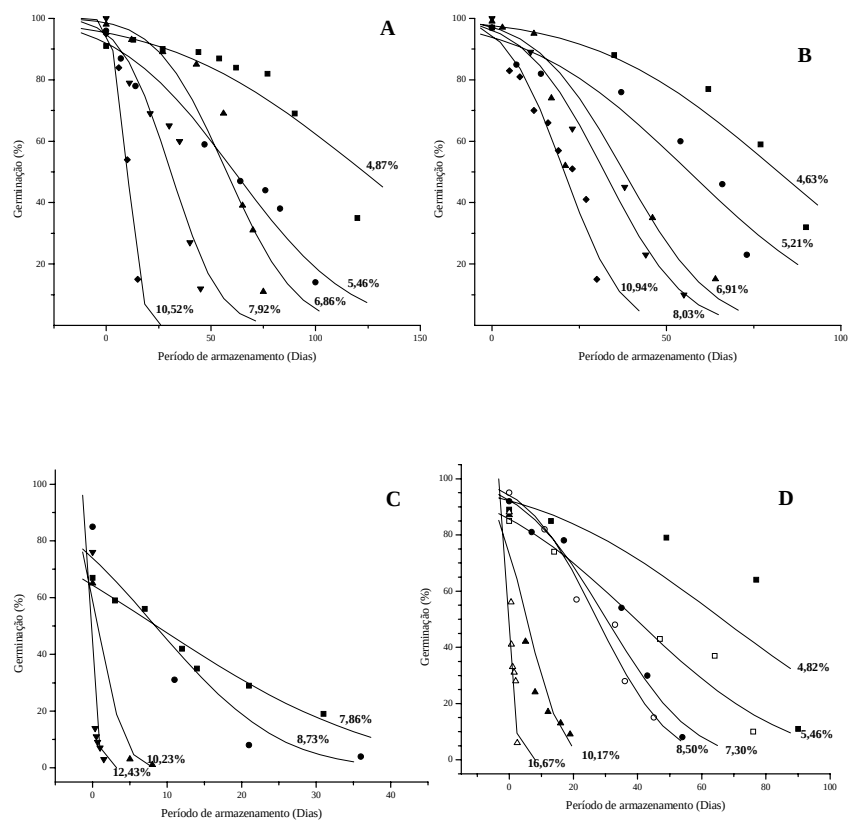


FIGURA 5. Curvas de sobrevivência de sementes de *T. patula* (probit) a 50°C e vários graus de umidade, para os cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow (A, B, C e D, respectivamente).

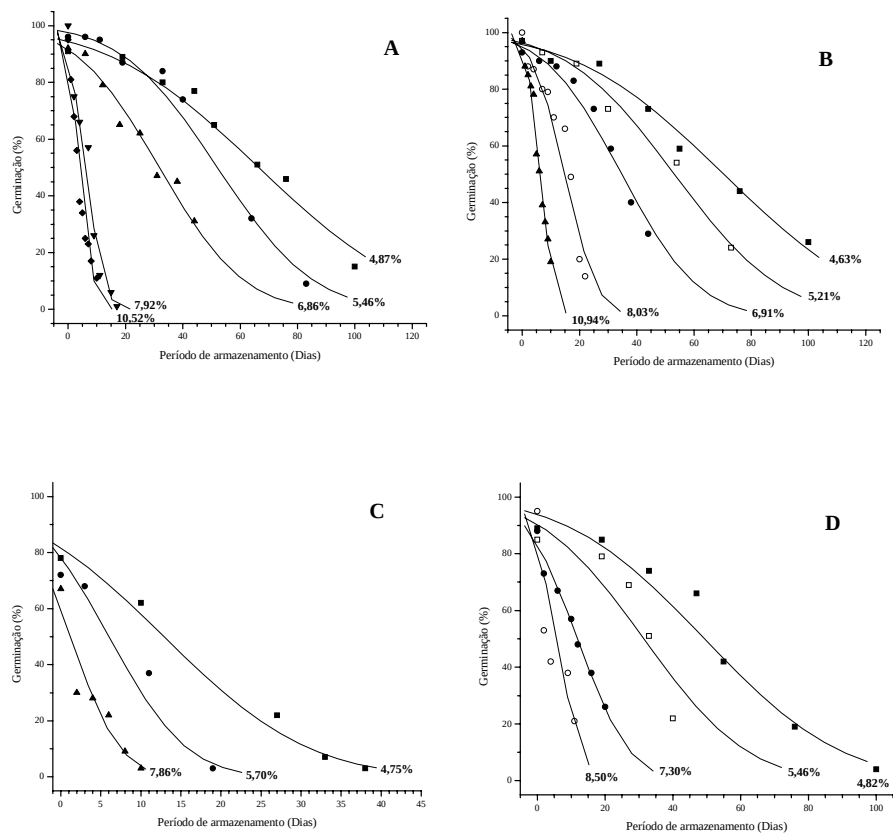


FIGURA 6. Curvas de sobrevivência de sementes de *T. patula* (probit) a 65°C e vários graus de umidade, para os cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow (A, B, C e D, respectivamente).

As curvas de sobrevivência para os quatro cultivares de *T. patula* apresentaram o mesmo comportamento. Ellis (1984) demonstrou que as curvas de sobrevivência, para diversas espécies, têm o mesmo formato, diferindo entre si apenas em relação ao tempo de deterioração controlada, mas apresentando todas um mesmo desvio padrão e, logicamente, diferentes viabilidades médias.

Pela Figura 4 observa-se também que, independente da temperatura de armazenamento, o aumento da umidade das sementes acarretou uma redução de sua longevidade, mais pronunciada nas umidades mais elevadas, a saber: 12,46% 'Spry', 13,06% 'Orange', 12,43% 'Flame' e 16,67% 'Yellow', em associação com as temperaturas mais elevadas.

Entre os valores de umidade das sementes dos quatro cultivares de *T. patula* foi constatado que a longevidade aumentou de maneira previsível quando este parâmetro foi reduzido. O mesmo ocorreu com a temperatura que, ao ser reduzida, aumentou a longevidade das sementes.

Para as sementes dos quatro cultivares de *Tagetes patula* com grau de umidade ao redor de 13% e armazenadas a 40°C, foram necessários, em média, 15 dias para a germinação cair de um probit para os cultivares Spry e Orange e, em média, 3 dias para os cultivares Flame e Yellow. Quando armazenadas a 50°C, este valor foi reduzido para 1,5 dia (36 horas) para o cultivar Spry, 1 dia (24 horas) para o cultivar Orange, 0,33 dia (8 horas) para o cultivar Flame e 0,5 dia (12 horas) para o cultivar Yellow.

Os dados da Tabela 11 mostram o grau de umidade (%) e a frequência da distribuição da mortalidade das sementes, em função do período de armazenamento (sigma) para as sementes de *Tagetes patula* mantidas a 40°C, 50°C e 65°C.

TABELA 11. Grau de umidade (%) e frequência da distribuição da mortalidade das sementes, em função do período de armazenamento (sigma) para os cultivares de *Tagetes patula* em armazenamento 40°C, 50°C e 65°C, após direcionar todas as curvas de sobrevivência para o mesmo ponto de origem (K_i).

Grau de umidade (%)	Sigma (dias)											
	Spry			Orange			Flame			Yellow		
	40°C	50 °C	65 °C	40°C	50 °C	65 °C	40°C	50 °C	65 °C	40°C	50 °C	65 °C
7,23	310,3	118,1	21,8	310,0	132,6	30,2	120,3	52,7	5,1	191,0	41,7	7,6
5,46	-	42,5	34,8	-	61,7	46,5	-	70,1	28,8	-	27,2	27,2
4,77	-	119,0	45,4	-	77,5	51,6	-	149,8	22,2	-	48,8	31,0
8,30	164,9	52,7	4,5	238,3	68,7	8,9	165,0	19,5	1,8	91,7	24,4	4,1
10,47	81,2	6,14	3,1	70,6	12,4	3,7	70,2	2,5	1,1	46,0	3,8	1,8
13,65	66,8	1,3	-	63,1	2,0	-	20,8	0,4	-	2,7	0,6	-

Ellis et al. (1990b) detectaram uma resposta significativa entre o efeito da umidade na longevidade em oito espécies vegetais e concluíram que o efeito relativo do potencial de água na semente foi o mesmo e que, provavelmente, ocorre o mesmo efeito em outras espécies.

Existe um consenso de que a umidade é o fator mais importante na longevidade das sementes, como salientou Harrington (1963), que estabeleceu que, a cada redução de 1% na umidade ou de 5,6°C na temperatura, dobra-se a longevidade das sementes. Segundo Ellis e Roberts (1980) e Ellis et al. (1982, 1988, 1990b), para diversas espécies há uma relação logarítmica negativa entre a longevidade das sementes e o grau de umidade e, analisando-se a equação de longevidade proposta, verificou-se que a relação com a temperatura é na forma quadrática.

4.3.5 Constantes de viabilidade para os cultivares

A variância residual para as curvas de sobrevivência nas diferentes temperaturas de armazenamento foi analisada, para cada cultivar isoladamente e, a seguir, procedeu-se a uma análise conjunta de todos os cultivares, como pode ser observado nas Tabelas 12 a 15, visando a um melhor ajuste para a equação de viabilidade.

Para o cultivar Spry (Tabela 12), o valor de K_i foi de 1,615; os valores de sigma detectados para as temperaturas variaram de 10,77 a 244,5 dias (40°C), de 1,23 a 57,7 dias (50°C) e de 2,75 a 35,46 dias (65°C).

TABELA 12. Análise estatística de sementes de *Tagetes patula* do cultivar Spry, armazenadas a 40°C, 50°C e 65°C, Lgu = logaritmo do grau de umidade; **= diferença estatística significativa a $p<0,01$; ns = sem diferença significativa a $p<0,01$.

$Ki = 1,615 (\pm 0,02741)$						
	Fonte da variação		SQ	GL	QM	F
Ângulos de regressão	Dias		57,81	1	57,81	21,07**
Interação	GU / °C *Dias		4422	14	315,86	115,10**
Efeito principal	GU / °C		144,2	14	10,3	3,75ns
	Erro		249,73	91	2,744	
	Total		4874,2	120		
GU%	40°C		50°C		65°C	
	Ângulo	Sigma	Ângulo	Sigma	Ângulo	Sigma
4,87			0,01733	57,70	0,0282	35,46
5,46			0,02959	33,80	0,03518	28,43
6,86	0,00409	244,50	0,03217	31,08	0,05481	18,24
7,92	0,011085	90,21	0,05537	18,06	0,24219	4,13
10,52	0,01804	55,43	0,16429	6,09	0,36389	2,75
12,46	0,09289	10,77	0,81589	1,23		

Para o cultivar Orange (Tabela 13), foi observado que o valor de Ki foi de 1,740; os valores de sigma detectados variaram de 24,59 a 179,31 dias (40°C), de 1,82 a 37,67 dias (50°C) e de 3,57 a 32,92 dias (65°C).

TABELA 13. Análise estatística de sementes de *Tagetes patula* do cultivar Orange, armazenadas a 40°C, 50°C e 65°C, Lgu = logaritmo do grau de umidade; ** = diferença estatística significativa a $p<0,01$; ns = sem diferença significativa a $p<0,01$.

$Ki = 1,740 (\pm 0,02960)$						
	Fonte da variação		SQ	GL	QM	F
Ângulos de regressão	Dias		314,1	1	314,1	122,69**
Interação	GU / °C *Dias		3242	14	231,57	90,46**
Efeito principal	GU / °C		102,65	14	7,33	2,86ns
	Erro		207,06	81	2,56	
	Total		3865,5	110		
GU%	40°C		50°C		65°C	
	Ângulo	Sigma	Ângulo	Sigma	Ângulo	Sigma
4,63			0,026547	37,669	0,030377	32,9196
5,21			0,035967	27,8033	0,038207	26,1732
6,91	0,005577	179,308	0,053537	18,6787	0,055967	17,8677
8,03	0,014808	67,5311	0,059727	16,7428	0,120577	8,29346
10,94	0,024627	40,6058	0,088187	11,3395	0,280177	3,56917
13,06	0,040667	24,59	0,548977	1,82157		

Foi observado que, para o cultivar Flame (Tabela 14), o valor de K_i foi de 0,4151; os valores de sigma variaram de 14,83 a 115,73 dias (40°C), de 0,42 a 40,85 dias (50°C) e de 0,92 a 16,83 dias (65°C).

Tabela 14. Análise estatística de sementes de *Tagetes patula* do cultivar Flame, armazenadas a 40°C, 50°C e 65°C, após todas as curvas de deterioração terem sido direcionadas para o mesmo ponto de origem (K_i). Lgu = logaritmo do grau de umidade; ** = diferença estatística significativa a $p < 0,01$; ns = sem diferença significativa a $p < 0,01$.

Ki = 0,4151 (se ± 0,02281)						
Fonte da variação		SQ	GL	QM	F	
Ângulos de regressão	Dias	509,4	1	509,4	90,87**	
Interação	GU / °C *Dias	1887	14	134,79	24,04**	
Efeito principal	GU / °C	128,9	14	9,21	1,62ns	
	Erro	313,93	56	5,61		
	Total	2839,1	85			
GU%	40°C		50°C		65°C	
	Ângulo	Sigma	Ângulo	Sigma	Ângulo	Sigma
4,75			0,024481	40,848	0,059401	16,8347
5,70			0,037661	26,5527	0,100411	9,9591
7,86	0,008641	115,73	0,054401	18,382	0,238241	4,1974
8,73	0,024071	41,5438	0,082291	12,152	0,758641	1,3181
10,23	0,032191	31,0646	0,422541	2,3666	1,090641	0,9169
12,43	0,067441	14,8278	2,368641	0,4222		

O valor de K_i (1,058) para o cultivar Yellow encontram-se na Tabela 15. Os valores de sigma observados para as temperaturas variaram, para a temperatura de 40°C, de 4,04 a 214,00; para a temperatura de 50°C, de 0,93 a 49,79 e para a temperatura de 65°C, de 2,18 a 36,52.

TABELA 15. Análise estatística de sementes de *Tagetes patula* do cultivar Yellow, armazenadas a 40°C, 50°C e 65°C. Lgu = logaritmo do grau de umidade; ** = diferença estatística significativa a $p < 0,01$; ns = sem diferença significativa a $p < 0,01$.

Ki = 1,058 (se ± 0,02604)						
Fonte da variação			SQ	GL	QM	F
Ângulos de regressão		Dias	118,6	1	118,6	23,93**
Interação		GU / °C *Dias	2530	14	180,71	36,47**
Efeito principal		GU / °C	192,4	14	13,74	2,77ns
		Erro	312,19	63	4,95	
		Total	3152,7	92		
GU%	40°C		50°C		65°C	
	Ângulo	Sigma	Ângulo	Sigma	Ângulo	Sigma
4,82			0,02008	49,79	0,02738	36,52
5,46			0,03083	32,43	0,03813	26,22
7,30	0,00467	214,00	0,04103	24,37	0,09259	10,80
8,50	0,01170	85,46	0,04640	21,55	0,18587	5,38
10,17	0,02328	42,95	0,16117	6,20	0,45817	2,18
16,67	0,24757	4,04	1,07867	0,93		

A constante K ($K=K_E-C_{Ht}-C_{Qt}^2$) fornece uma média simplificada da equação de viabilidade quando somente uma temperatura é considerada (Ellis, et al., 1986). A constante obtida define a equação a 40°C, 50°C e 65°C que, para o cultivar Spry, é $K=6,209, 3,621, 4,095$ e $C_W=4,599, 2,698, 3,624$ respectivamente. Para o cultivar Orange, os valores obtidos foram $K=4,524, 2,428, 3,296$ e $C_W=2,824, 1,337, 2,598$ respectivamente. As constantes obtidas para o cultivar Flame foram $K=5,602, 4,815, 3,083$ e $C_W=4,076, 4,374, 2,750$, respectivamente. Já para o cultivar Yellow, os valores detectados foram de $K=6,375, 3,962, 3,852$ e $C_W=4,724, 3,139, 3,319$, para as temperaturas 40°C, 50°C e 65°C, respectivamente.

Os valores calculados para as constantes de viabilidade K_E, C_W, C_Q e C_H obtidos para os cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow, respectivamente, constam da Tabela 16. Essas constantes podem ser empregadas para a previsão da longevidade das sementes durante o armazenamento e permitem um

prognóstico seguro para qualquer lote homogêneo de sementes, dentro de uma grande faixa de condições de armazenamento (Tompsett, 1989).

TABELA 16. Valores das constantes de viabilidade calculadas para sementes dos cultivares de *Tagetes patula*.

Cultivar	Constantes de viabilidade			
	K_E	C_W	C_H	C_Q
Spry	13,82	3,487	0,3221	0,002626
Orange	12,02	2,147	0,3062	0,002557
Flame	12,70	3,465	0,2758	0,002084
Yellow	13,93	3,544	0,3244	0,002649

Observa-se uma similaridade entre os valores obtidos das constantes K_E e C_W para todos os cultivares. A mesma tendência ocorreu para as constantes de viabilidade que refletem a sensibilidade da longevidade à temperatura, a saber, C_H e C_Q .

Existem diferenças entre espécies no efeito relativo da umidade, ou seja, os valores de C_W variam entre as espécies. Ellis (1984) observou que os valores de C_W estimados para as sementes de cereais foram em torno de 6,0, enquanto que para as sementes com maior teor de óleo, foram menores, ou seja, entre 3,5 e 4,0 para sementes de cebola e soja, respectivamente. Isso indica que, para se obter um mesmo acréscimo na longevidade, foi necessário secar as sementes de cebola e soja em níveis mais baixos do que as de cevada, por exemplo.

As sementes de feijão-de-corda e grão-de-bico ($C_W = 4,715$ e $4,829$) foram mais sensíveis à umidade do que as sementes de soja ($C_W = 3,979$), onde os valores da constante de viabilidade C_W foram estatisticamente diferentes entre as espécies ($p < 0,05$), sendo maior para feijão-de-corda e grão-de-bico do que para a soja (Ellis et al., 1982). Os valores de C_W para os cultivares de *T. patula* estão próximos aos obtidos para o feijão-de-corda e grão-de-bico.

O limite inferior de aplicação da equação de longevidade fornece uma orientação prática para a secagem das sementes antes do armazenamento. Este limite varia entre espécies ortodoxas (Ellis et al., 1991), por exemplo, de 2,0% para amendoim (Ellis et al., 1990b) e 6,2% para pêra (Ellis et al., 1989). Entretanto, esse valor não foi detectado neste experimento.

Os gráficos da Figura 7 mostra a relação logarítmica entre o grau de umidade das sementes e o desvio padrão da frequência de distribuição das sementes mortas no tempo (sigma) a 40°C, 50°C, 65°C, para os quatro cultivares em estudo. Observa-se uma similaridade na tendência das retas obtidas, permitindo, desse modo, analisar a possibilidade da determinação de uma equação de longevidade para a espécie.

As equações de viabilidade estimadas para a longevidade de sementes dos cultivares de *Tagetes patula* foram:

$$\begin{aligned} v &= K_i - p/10^{13,824-3,487.\log m-0,3221t-0,002626t^2} && \text{'Spry'} \\ v &= K_i - p/10^{12,02-2,147.\log m-0,3062t-0,002557t^2} && \text{'Orange'} \\ v &= K_i - p/10^{12,70-3,465.\log m-0,2758t-0,002084t^2} && \text{'Flame'} \\ v &= K_i - p/10^{13,93-3,544.\log m-0,3244t-0,002649t^2} && \text{'Yellow'} \end{aligned}$$

Não houve interação significativa entre o logaritmo do grau de umidade das sementes e a temperatura de armazenamento ($F = 1,74$ ('Spry'), 3,15 ('Orange'), 0,34 ('Flame') e 3,19 ('Yellow')), não significativos a $p < 0,01$, conforme Tabelas 17, 18, 19 e 20.

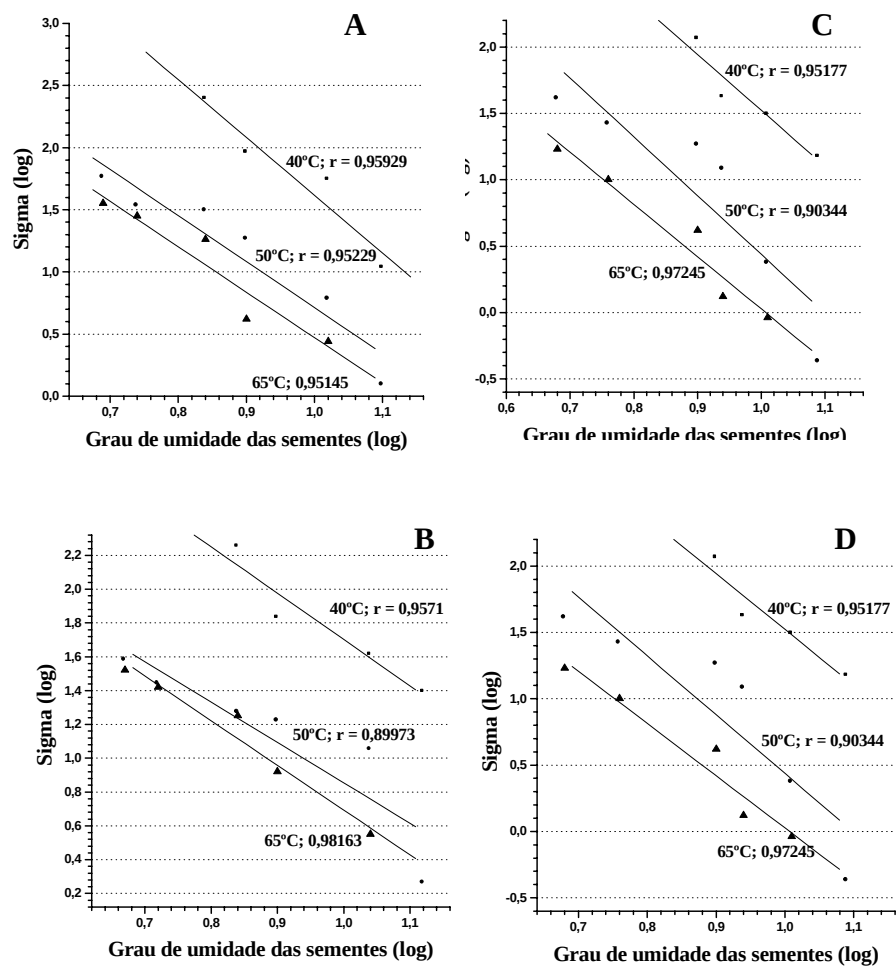


Figura 7. Relação logarítmica entre o grau de umidade (% base úmida) e o desvio padrão da distribuição de frequência das sementes mortas no tempo (sigma) para os cultivares Spry (A), Orange (B), Flame (C) e Yellow (D), em armazenadas a 40 °C, 50 °C e 65°C.

TABELA 17. Análise de variância de todos os sigmas para sementes de *T. patula* cultivar Spry, após análise estatística e adequações.

Fonte da variação	G.L	SQ	QM	F
Log do grau de umidade (LGU)	1	0,8093	0,8093	29,31**
Temperatura (T)	2	2,542	1,271	46,03**
LGU*T	2	0,09608	0,048	1,74ns
Resíduo	9	0,22090	0,0276	
Total	14	3,6683		

TABELA 18. Análise de variância de todos os sigmas para sementes de *T. patula* cultivar Orange após análise estatística e adequações.

Fonte da variação	G.L	SQ	QM	F
Log do grau de umidade (LGU)	1	0,2437	0,2437	15,60**
Temperatura (T)	2	1,736	0,868	55,55**
LGU*T	2	0,09838	0,04919	3,15ns
Resíduo	8	0,057881	0,01563	
Total	13	2,1363		

TABELA 19. Análise de variância de todos os sigmas para sementes de *T. patula* cultivar Flame após análise estatística e adequações.

Fonte da variação	G.L	SQ	QM	F
Log do grau de umidade (LGU)	1	0,8856	0,8856	11,33**
Temperatura (T)	2	3,212	1,606	20,55**
LGU*T	2	0,05390	0,02695	0,34ns
Resíduo	7	0,54699	0,07814	
Total	12	4,6985		

TABELA 20. Análise de variância de todos os sigmas para sementes de *T. patula* cultivar Yellow após análise estatística e adequações.

Fonte da variação	G.L	SQ	QM	F
Log do grau de umidade (LGU)	1	2,087	2,087	98,91**
Temperatura (T)	2	2,381	1,1905	56,42**
LGU*T	2	0,1346	0,0673	3,19ns
Resíduo	8	0,16880	0,0211	
Total	13	4,7716		

4.3.6 Constantes de viabilidade para a espécie *Tagetes patula*

Em função dos valores das constantes de cada cultivar foi analisada a possibilidade da obtenção dessas constantes para a espécie. Para tanto, todos os resultados de deterioração foram agrupados para uma nova análise estatística. Com a intenção de melhorar o ajuste da equação de viabilidade para a espécie *T. patula*, foram analisadas as variâncias residuais para cada curva de sobrevivência e temperatura de armazenamento, sendo os resultados mostrados nas Tabelas 21, 22 e 23 (40 °C, 50 °C e 65 °C).

TABELA 21. Análise estatística das variâncias residuais obtidas para a espécie *T. patula*, a 40°C, com os dados de deterioração controlada de todos os cultivares.

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F
Cultivar	0,04785	3	0,01595	0,80ns
Grau de umidade	3,204	1	3,204	160,89**
Interação	0,1154	3	0,0385	1,93ns
Erro	0,15931	8	0,01991	
Total	3,5264	15		

Pela Tabela 21 verifica-se que não ocorreram diferenças estatísticas significativas entre as variâncias detectadas para cultivar e também para a interação cultivar e grau de umidade.

TABELA 22. Análise estatística das variâncias residuais obtidas para a espécie *T. patula*, a 50°C, com os dados de deterioração controlada de todos os cultivares.

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F
Cultivar	0,2241	3	0,0747	1,10ns
Grau de umidade	6,528	1	6,528	96,28**
Interação	0,3026	3	0,1009	1,49ns
Erro	1,0848	16	0,0678	
Total	8,1399	23		

Pela Tabela 22 verifica-se novamente a não ocorrência de diferenças significativas entre as variâncias detectadas para cultivar e para a interação cultivar e grau de umidade.

TABELA 23. Análise estatística das variâncias residuais obtidas para a espécie *T. patula*, a 65°C, com os dados de deterioração controlada de todos os cultivares.

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F
Cultivar	0,2647	3	0,08823	6,47ns
Grau de umidade	1,931	1	1,931	141,72**
Interação	0,04632	3	0,01544	1,13ns
Erro	0,12263	9	0,01363	
Total	2,3647	16		

Pela Tabela 23 observa-se que não ocorreram diferenças significativas entre as variâncias detectadas para cultivar e para a interação cultivar e grau de umidade.

Já para análise conjunta das três temperaturas (Tabela 24) observa-se que não foram observadas diferenças significativas para cultivar e para as interações cultivar/logaritmo de grau de umidade e logaritmo de grau de umidade e tratamento. Assim, o valor de K para esta análise conjunta foi de 4,930 e os valores de C_w definidos para cada temperatura de armazenamento foram 3,298, 4,197 e 4,448 para 40 °C, 50 °C e 65°C, respectivamente.

TABELA 24. Análise estatística conjunta das três temperaturas de armazenamento, 40 °C, 50 °C e 65°C, de sementes de *Tagetes patula* dos cultivares Spry, Orange, Flame e Yellow. Lgu = logaritmo do grau de umidade; ** = diferença estatística significativa a $p < 0,01$; ns = sem diferença significativa a $p < 0,01$.

40, 50, 65°C Fonte da variação	SQ	GL	QM	F
Lgu	4,234	1	4,234	128,51**
Tratamento	10,08	2	5,04	152,98**
Lgu*Tratamento	0,1639	2	0,08195	2,49ns
Cultivar	0,5198	3	0,1733	5,26ns
Cultivar*Lgu	0,3095	3	0,10317	3,13ns
Erro	1,4496	44	0,0329	
Total	16,753	55		

Assim, foi possível proceder-se à análise conjunta dos resultados das variâncias calculadas para todas as temperaturas e cultivares, e os resultados são apresentados na Tabela 25.

TABELA 25. Análise estatística das variâncias residuais obtidas para a espécie *T. patula*, com os dados de deterioração controlada obtidos para todos os cultivares e temperaturas de armazenamento.

Fonte da variação	SQ	GL	QM	F
Grau de umidade	5,348	1	5,348	144,20**
Temperatura	10,41	2	5,205	140,34**
Interação GU/°C	0,1646	2	0,0823	2,22ns
Cultivar	0,4645	3	0,1548	4,17ns
Interação cultivar/GU	0,2345	3	0,0782	2,11ns
Erro	1,6689	45	0,0371	
Total	18,288	56		

Pela Tabela 25 observa-se que não ocorreram diferenças significativas para cultivar e para as interações grau de umidade/temperatura e grau de umidade/cultivar.

A constante K (4,993) define a equação para a espécie *T. patula* e os valores de C_w calculados foram 3,362, 4,2848 e 4,516 para 40 °C, 50 °C e 65°, respectivamente.

Os valores calculados para as constantes de viabilidade para a espécie *T. patula* são apresentados na Tabela 26.

TABELA 26. Valores das constantes de viabilidade calculadas para sementes de *Tagetes patula*.

Constantes de viabilidade			
K_E	C_W	C_H	C_Q
14,83	3,362	0,3691	0,003076

Assim, a equação de viabilidade estimada para a longevidade de sementes da espécie *Tagetes patula* pode ser resumida como:

$$v = Ki - p/10^{14,83 - 3,362 \cdot \log m - 0,3691t - 0,003076t^2}$$

As equações de viabilidade, baseadas em 10 anos de armazenamento para quatro espécies florestais, a saber: *Pinus taeda* L., *P. elliottii* Engelm., *Liquidambar styraciflua* L., e *Platanus occidentalis* L., foram atualizadas com 5 anos adicionais dos dados (Bonner, 1999). As constantes encontradas para as espécies foram $K_E = 1,8486, 5,5557, 5,6611$ e $4,7477$; $C_W = -2,2449, 1,3787, 2,1515$ e $1,3413$; $C_H = 0,0514, 0,0398, 0,0280$ e $0,0392$; $C_Q = -0,00014, 0,0008, 0,0009$ e $0,0007$, respectivamente. Não houve qualquer relacionamento entre o índice de lipídeos do embrião das sementes armazenadas com os coeficientes de umidade (C_w) destas espécies.

A equação da longevidade foi também determinada para sementes de amendoim, por meio das constantes $K_E = 6,177$, $C_W = 3,426$, $C_H = 0,0304$ e $C_Q = 0,000453$; o limite inferior de umidade para aplicação desta equação está ao redor de 2,4% (Usberti e Gomes, 1998).

Medeiros (1997), usando os valores $K_E = 7,5498$ e $C_W = 3,76$ encontrados na equação de viabilidade, verificou que a espécie *Astronium urundeuva* (Fr.All.) Engl. apresenta comportamento ortodoxo. Adotando $C_H = 0,0329$ e $C_Q = 0,000478$ como constantes universais que descrevem os efeitos de temperatura na longevidade, com a temperatura de -20°C e o grau de umidade das sementes em equilíbrio higroscópico a 15°C e 15% UR, verificou que o tempo previsto para a viabilidade dessas sementes cair de um probit seria de 1.167 anos.

Utilizando a temperatura de armazenamento de 4°C e grau de umidade das sementes de 7,5% (em equilíbrio com 40% UR), Fantinatti (2004) verificou que as sementes de *E. grandis* necessitarão de 19,9 anos para a germinação cair de um probit.

No presente experimento, utilizando-se as constantes detectadas para a espécie *T. patula*, a saber, $K_E = 14,83$, $C_W = 3,362$, $C_H = 0,3691$ e $C_Q = 0,003076$, verifica-se que as sementes armazenadas com 10% de grau de umidade a 20°C necessitarão de 717 dias (2 anos) para a germinação cair de um probit.

O gráfico da Figura 8 mostra a relação logarítmica entre o grau de umidade das sementes e o desvio padrão da frequência de distribuição das sementes mortas no tempo (sigma) a 40°C , 50°C , 65°C para a espécie *Tagetes patula*, nas três temperaturas analisadas, para que ela caia um probit.

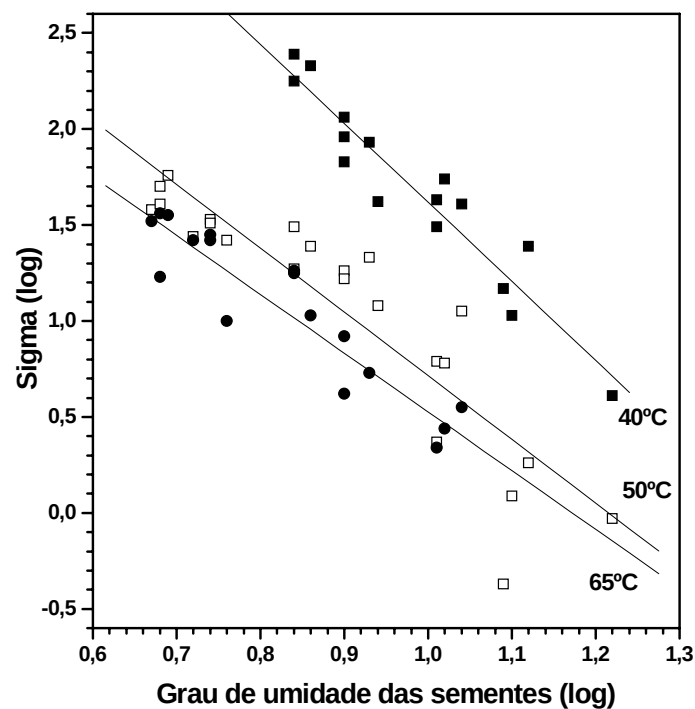


FIGURA 8. Relação logarítmica entre o grau de umidade (% base úmida) e o desvio padrão da distribuição de frequência das sementes mortas no tempo (sigma) para sementes da espécie *Tagetes patula* armazenadas à 40 °C, 50 °C e 65°C.

A partir deste gráfico determinam-se vários resultados. Fixando-se, por exemplo, os valores de sigma, é possível determinar em que grau de umidade uma semente deverá estar para que a germinação caia um probit, ou seja, em média, 30% na germinação, para o armazenamento nas três umidades estudadas. Observa-se, então, a influência da temperatura alterando o grau de umidade. Já no caso de ser fixado um determinado grau de umidade de uma semente será possível, então, determinar quantos dias uma semente vai poder ficar armazenada.

5 CONCLUSÕES

- Dentre os cultivares analisados de *Tagetes patula*, os de ciclo tardio proporcionaram plantas mais altas e hastes mais grossas, inflorescências maiores, parte aérea e radicular mais desenvolvida e menor duração do florescimento.
- Os cultivares precoces mostraram maior número de inflorescências por planta e por haste e também maior duração do florescimento.
- As sementes do cultivar Flame mostraram menor armazenabilidade em comparação com as outros cultivares analisados.
- Foi observada uma relação inversa entre o teor de água e a longevidade das sementes.
- Grupos de constantes foram obtidos para prever a longevidade de sementes dos quatro cultivares de *Tagetes patula* analisados, Spry, Orange, Flame e Yellow, a saber: $K_E=13,82; 12,02; 12,70$ e $13,93$; $C_W= 3,487; 2,147; 3,465$ e $3,544$; $C_H= 0,3221; 0,3062; 0,2758$ e $0,3244$; $C_Q= 0,002626; 0,002557; 0,002084$ e $0,002649$, respectivamente.
- Foram obtidas as constantes para prever a longevidade para a espécie *Tagetes patula*, a saber: $K_E=14,83$; $C_W= 3,362$; $C_H= 0,3691$ e $C_Q= 0,003076$.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALIGAZA, R.L. et al. Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.12, n.2, p.44-58, 1990.

AQUALAB. **Analizador de atividade de água Decagon**. ABRASEQ, 1997. 21p. (Manual, 1).

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official Methods of analysis**. Washington, 1995.

ATHIÉ, I. et al. Alterações nos grãos durante a estocagem. In: ATHIÉ, I. et al. **Conservação de grãos**. Campinas: Fundação Cargill, 1998. p.9-18.

BAKER, C.J.; NELDER, J.A. **The GLIM system**. Release 3. Oxford: Numerical Algorithms Group. 1978.

BENEDETTI, B.C.; JORGE, J.T. Curvas de umidade de equilíbrio de vários grãos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.7, p.172-188, 1987.

BEWLEY, D.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. New York: Plenum, 1994. 445p.

BONNER, F.T. Viability equations for forest tree seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.27, p.981-989, 1999.

BRADFORD, K. J. Germination of ornamental plant seeds: Introduction to the symposium. **Acta Horticulturae**, p.202, 1987.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análises de sementes**. Brasília, SNDA/DNDV/CLAV, 1992. 365p.

BROOKER, D.B., BAKKER-ARKEMA, F.W.; HALL, C.W. Grain equilibrium moisture content. In: _____. **Drying and storage of grains and oilseeds**. New York. 1992. p.67-86.

CAIADO, A.G.C. **Efeito da combinação de volumes de recipientes com substratos com turnos de rega e com fertilizações, no comportamento de *Begônia sempreflorens***. Viçosa:UFV, 1981. 46p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CARNEIRO, J.G.A.; AGUIAR, I.B. Armazenamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350p.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 3.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CAVALCANTI-MATA, M.E.R.M. Secagem a nível de produtor. In: SIMPÓSIO ARMAZENAMENTO DE GRÃOS E SEMENTES NAS PROPRIEDADES RURAIS, 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UFPB, 1997. 291p.

CHUNG, D.S.; PFOST, H.B. Adsorption and desorption of water vapor by cereal grains and their products. Part II. development of the general isotherm equation. **Translations of the American Society of Agriculture Engineer**, v.10, p.551-554, 1967a.

CHUNG, D.S.; PFOST, H.B. Adsorption and desorption of water vapor by cereal grains and their products. Part III: a hypothesis for explaining the hysteresis effect., **Translations of the American Society of Agriculture Engineer**, v.10, p.556-557, 1967b.

CLARK, D.E.; WILLIAMSON, J.F. **New western garden book**. Menlo Park Lane, 1979. p.480.

CORRÊA, M.G. **Tipos de recipientes, formulações de substratos e adubação na germinação e desenvolvimento de petúnia, tagetes e zínia**. 2004. 80p.

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras,
Lavras, MG.

DELOUCHE, J.C. Environmental effects on seed development and seed quality. **Horticultural Science**, v.15, p.775-780, 1980.

DESAI, B.B.; KOTACHA, P.M.; SALUNKE, D.K. **Seed handbook**: biology, production, processing and storage. New York: Marcel Dekker, 1997. 627p.

DICKIE, J.B.; SMITH, R.D. Observations on the survival of seeds of *Agathis* sp. stored at low moisture contents and temperature. **Seed Science Research**, London, v.5, p.5-14, 1995.

DONI, M.E. **Produção de sementes no Brasil**: um problema a ser resolvido. Campinas: SBFPO, 1989. p.5-6.1989. (Boletim Informativo, 2).

ELLIS, R.H. The meaning of viability. In: DICKIE, J.B.; LININGTON, S.H.; WILLIAMS, J.T. (Ed.). **Seed management techniques for genebanks**. Rome: International Board for Plant Genetic resources, 1984. p.146-178.

ELLIS, R.H.; ROBERTS, E.H. Improved equations for the prediction of seed longevity. **Annals of Botany**, London, v.4, p.13-30, 1980.

ELLIS, R.H.; OSEI-BONSU, K.; ROBERTS, E.H. The influence of genotype, temperature and moisture on seed longevity in chickpea, cowpea and soybean. **Annals of Botany**, London, v.50, p.69-82, 1982.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. Logarithmic relationship between moisture content and longevity in sesame seeds. **Annals of Botany**, London, v.57, p.499-503, 1986.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. A low-moisture-content limit to logarithmic relations between seed moisture content and longevity. **Annals of Botany**, London, v.61, p.405-408, 1988.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. A comparison of the low-moisture-content limit to the logarithmic relation between seed moisture and longevity in twelve species. **Annals of Botany**, London, v.63, p.601-611, 1989.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. An intermediate category of seed storage behaviour? I Coffee. **Journal of Experimental Botany**, London, v.41, p.1167-1174, 1990a.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H.; TAO, K.L. Low moisture content limits to relations between seed longevity and moisture. **Annals of Botany**, London, v.65, p.493-504, 1990b.

ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. Effect of storage temperature and moisture on the germination of papaya seeds. **Seed Science Research**, Wallingford, v.1, p.69-72, 1991.

FANTINATTI, J.B. **Equações de viabilidade para sementes de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden e *Pinus taeda* L.** 2004. 94p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas- Campinas, SP.

FAO. **Ex situ storage of seeds, pollen and in vitro cultures of perennial woody plant species.** Rome: FAO, 1993. 83p. (FAO Forestry Paper, 113).

FIGUEIREDO, R. Equação para o teor de umidade de equilíbrio estático para produtos biológicos. **Revista de Tecnologia e Ciência**, v.3, p.9-11, 1989.

FORSYTH, C.; VAN STADEN, J. Germination of *Tagetes minuta* L. I. Temperature effects. **Annals of Botany**, v. 52, p. 659-666, 1983.

FREITAS, S.A.C. de. **Efeitos de adubação fosfatada no plantio e da aplicação em cobertura de salitre duplo potássico na cultura do lírio amarelo (*Heimerocallis lilioasphodelus* L.).** Lavras: UFLA, 1996. 76p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GUIMARÃES, R.M. **Fisiologia de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1999. 129p. (Especialização a Distância. Produção e Tecnologia de Sementes).

HALEVY, A.H.; MAYAK, K.S. Senescence and postharvest physiology of cult flowers. Part. 1. In: Janick, J. (Ed.) **Horticultural reviews**. v. 1. p. 204-236, 1979.

HARRINGTON, J.F. Practical advice and instructions on seed storage. **Proceedings of the International Seed Testing Association**, Vollebakk, v.28, p.989-994, 1963.

HARRINGTON, J.F. Seed storage longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. (Ed.). **Seed Biology**, New York: Academic, 1972. v.3, p.145-245.

HOEHNE, F.C. **Plantas e substâncias vegetais tóxicas e medicinais**. São Paulo/Rio de Janeiro: Graphicard, 1993. p.309-310.

HONG, T.D.; ELLIS, R.H. **A protocol to determine seed storage behaviour**. Rome: International Plant Genetic Resources Institute, 1996. 55p. (IPGRI. Technical Bulletin, 1).

HU, X.R. et al. A comparison of methods for drying seeds: vacuum freeze-drier versus silica gel. **Seed Science Research**, Wallingford, n.1, p.29-33, 1998. Suppl.

HUNT, W.H.; PIXTON, S.W. Moisture - its significance, behaviour and measurement. In: CHRISTENSEN, C.M. **Storage of cereal grains and their products**. Minnesota, USA: Amer. Assoc. Cereal Chem. Incorporated, 1974. p.1-53.

KAGEYAMA, P.Y.; MARQUEZ, F.C.M. Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes graus de umidade iniciais: gênero: *Tabebuia*. In: **Tropical Seed Problems**, 1980.

KAGEYAMA, P.Y.; VIANA, V.M. Tecnologia de sementes e grupos ecológicos de espécies arbóreas tropicais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 2., 1989, São Paulo. **Trabalhos...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1989. 19p.

KESSLER Jr, J.R. **Greenhouse production of marigolds.** Extension Horticulturist, Auburn University, 1998.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes.** Washington: OEA, 1983. 174p.

LASCA, C.C. Linhas de pesquisas desenvolvidas em patologia de sementes no Brasil. **Revista Brasileira de Sementes.** Brasília, v.7, p.45-48, 1985.

LEOPOLD, A.C.; VERTUCCI, C.W. Moisture as a regulator of physiological reactions in seeds. In: STANWOOD, P.C.; McDONALD, M.B. **Seed moisture.** Crop Science Society of America, 1989, p.1-67. (Special Publication).

LOEWER, OJ., BRIDGES, T.C.; BUCKLIN, R.A. Principles of drying. In: _____. **On-farm drying and storage systems.** American Society of Agricultural Engineers. 1994. p.27-71.

LORENZI, H., SOUZA, H.M. **Plantas ornamentais no Brasil:** arbustivas, herbáceas e trepadeiras. São Paulo: Editora Plantarum 1995. 720p.

MAYER, A.M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds.** New York: The McMillan Company, 1989. 270p.

LUCCA, O. A Importância da sanidade na produção de sementes de alta qualidade. **Revista Brasileira de Sementes,** Brasília: v.7, p.113-123, 1985.

McDONALD, M.B.; COPELAND, L. **Seed production:** principles and practices. New York: TPP, 1996. 749p.

MEDEIROS, A.C.S. **Comportamento fisiológico, conservação de germoplasma a longo prazo e previsão de longevidade de sementes de aroeira (*Astronium urundeuva* (Fr. All.) Engl.)**. 1997. 127p. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, SP.

MEJIAS, R.J., RUANO, M.C. **El cultivo industrial de plantas em maceta**. Paseo Misericordia: Ediciones de Horticultura, 1990. 664p.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plants and animals materials**. 2.ed. Amsterdam: Gordon and Breach, 1986. 841p.

PAMMENTER, N.W.; BERJAK, P. A review of recalcitrant seed physiology in relation to desiccation-tolerance mechanisms. **Seed Science Research**, Wallingford, v.9, p.13-37, 1999.

PARK, K.J.; NOGUEIRA, R.I. Modelos de ajuste de isothermas de sorção de alimentos. **Engenharia Rural**, Piracicaba, v.3, p.81-6, 1992.

PARODI, L.R. **Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería**. Buenos Aires: Acme S.A.C.I., 1959 v.1. 845p.

PATERNIANI, R.S. **Avaliação de caracteres morfológicos, de qualidade de sementes e suas correlações em híbridos inéditos de *Panicum maximum* Jacq.** 1996. 67p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

PUZZI, D. Características dos grãos armazenados. In: **Abastecimento e armazenagem de grãos**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. p113-132.

RAMOS, A.; ZANON, A. **Armazenamento de sementes de espécies florestais**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE

SEMENTES FLORESTAIS. Belo Horizonte, 1984, Belo Horizonte. **Anais...**
Belo Horizonte, 1985. p.285-316.

ROA, G.; ROSSI, S.J. Determinação experimental de curvas de teor de umidade de equilíbrio mediante a medição da umidade relativa de equilíbrio. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.2, p.17-22, 1977.

ROBERTS, E.H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, p.499-514, 1973.

ROBERTS, E.H. **Viability of seeds**. London, Chapman and Hall, 1974. 448p.

RUSS, K. **Marigold**. University Cooperative Extension Service. Disponível em:
<<http://hgic.clemson.edu/factsheets/HGIC1168.htm>.> Acesso em: 25 maio 2005.

SCALON, S.P.Q.; ALVARENGA, A.A; DAVIDE, A.C. Influência do substrato, temperatura, umidade e armazenamento sobre a germinação de sementes de pau-pereira (*Platycamus regnelli* Benth). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, p.143-146, 1993.

SILVA, A.; FIGLIOLIA, M.B.; AGUIAR, I.B. Secagem, extração e beneficiamento de sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. **Sementes florestais tropicais**. Brasília. ABRATES, 1993. 350p.

SIMÕES, F.C. **Propagação in vitro de gladiolo (*Gladiolus x grandiflorus* L.)** 2001. 65p. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG,

STRINGHETA, A.C.O. **Avaliação de variedades de crisântemo em vaso, em substrato contendo composto de lixo urbano**. Viçosa: UFV, 1995. 72p.

TOMPSETT, P.B. Predicting the storage life of orthodox tropical forest tree seeds. In: TURNBULL, J.W. (Ed.). **Tropical tree seed research**. Australian, 1989. p.93-8 (Aciair Proceedings, 28).

TOLEDO, F.F.; MARCOS-FILHO, J. **Manual de sementes; tecnologia da produção**. São Paulo: Ceres, 1977. 224p.

USBERTI, R.; GOMES, R.B.G. Seed viability constants for groundnut. **Annals of Botany**, London, v.82, p.691-694, 1998.

VALENTINI, S.R.T. **Efeito da secagem de sementes de peroba-rosa (*Apidosperma polyneuron* M. Arg.)**. 1992. 70p. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.

VERTUCCI, C.W., LEOPOLD, A C. Water binding in legume seeds. **Plant Physiology**, Rockville, v.85, p.224-231, 1987.

VILLERS, T.A Seed ageing: chromosome stability and extended viability of seeds stored fully imbibed. **Plant Physiology**, Rockville, v.53, p.875-882, 1974.

VIS, C. Flowers Seed Production. **Seed Science and Technology**. In: INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 1980, Genebra. **Proceedings...** Genebra, 1980. v.8, p.495-503.
503, 1980.