**ESTUDO DA METODOLOGIA PARA A CONDUÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO
EM SEMENTES DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) DESLINTADAS
MECANICAMENTE**

**ANA DIONISIA DA LUZ COELHO NOVEMBRE
-Engenheiro Agrônomo-**

Orientador: Júlio Marcos Filho

**Tese apresentada a Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz" da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Agronomia. Área de Concentração:
Fitotecnia.**

**PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - Brasil
Maio - 1994**

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Novembre, Ana Dionisia da Luz Coelho
N939e Estudo da metodologia para a condução do teste de
germinação em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum*
L.) deslintadas mecanicamente. Piracicaba, 1994.
133p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Algodão - Semente - Análise 2. Semente - Germina-
ção - Teste I. Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiroz, Piracicaba

CDD 633.51

**ESTUDO DA METODOLOGIA PARA A CONDUÇÃO DO TESTE DE GERMINAÇÃO
EM SEMENTES DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.) DESLINTADAS
MECANICAMENTE**

ANA DIONISIA DA LUZ COELHO NOVEMBRE

Aprovada em: 18/08/94

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Julio Marcos Filho	ESALQ/USP
Prof. Dr. Jairo T. M. Abrahão	ESALQ/USP
Prof. Dr. Silvio Moure Cícero	ESALQ/USP
Prof. Dr. João Nakagawa	UNESP/Botucatu
Prof. Dr. Marco Eustáquio de Sá	UNESP/Ilha Solteira

Prof. Dr. Julio Marcos Filho
ORIENTADOR

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Júlio Marcos Filho por sua inestimável contribuição para a minha formação profissional e pela orientação para a realização deste trabalho.

Aos colegas Helena M.C.P. Chamma e Walter Rodrigues da Silva pela amizade e apoio constantes.

Ao Departamento de Agricultura por me conceder esta oportunidade de vencer mais uma etapa do meu desenvolvimento profissional.

Aos Engenheiros Agrônomos Priscila Fratin Medina, do Instituto Agronômico do Estado de São Paulo e Luiz Turkiewicz do Instituto Agronômico do Paraná pela presteza na cessão das sementes.

Ao Engenheiro Agrônomo Maria Heloisa D. de Moraes pela orientação e execução da análise sanitária das sementes.

À Maria Regina Buch, pela cordialidade e dedicação na condução das avaliações da qualidade dos papéis utilizados.

Aos funcionários do Departamento de Agricultura João B. Bigelli, João E. Jabur Filho e Carlos A. Claret pelo auxílio para a instalação dos testes em laboratório e em campo; Hodair Banzatto Junior pelo auxílio à realização da análise estatística e Ilze Helena C.G. das Neves pela digitação do texto.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos no primeiro ano do curso.

À todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta pesquisa.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	vii
SUMMARY	ix
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Germinação	04
2.2. Temperatura	18
2.3. Substrato	28
2.4. Água	39
3. MATERIAL E MÉTODO	45
3.1. Sementes	45
3.2. Caracterização da qualidade das sementes...	46
3.2.1. Grau de umidade	46
3.2.2. Germinação	47
3.2.3. Teste de tetrazólio	47
3.2.4. Envelhecimento artificial	48
3.2.5. Emergência das plântulas em campo...	48
3.2.6. Teste de sanidade	49

3.3. Ensaio Principal	51
3.3.1. Substratos	52
3.3.2. Umedecimento dos substratos	56
3.3.3. Número de sementes colocadas nos substratos	57
3.3.4. Temperaturas	58
3.3.5. Avaliações	59
3.3.6. Tratamentos	59
3.4. Delineamento Estatístico	61
 4. RESULTADO E DISCUSSÃO	 64
4.1. Comparação entre tratamentos	65
4.2. Comparação entre substratos papel-toalha...	80
4.3. Considerações gerais	107
 5. CONCLUSÕES	 110
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	 111
 ANEXO	 122

**ESTUDO DA METODOLOGIA PARA A CONDUÇÃO DO TESTE DE
GERMINAÇÃO EM SEMENTES DE ALGODÃO (*Gossypium hirsutum* L.)
DESLINTADAS MECANICAMENTE**

Autor: Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre

Orientador: Prof. Dr. Júlio Marcos Filho

RESUMO

O teste de germinação em sementes de algodão não tem permitido a correta avaliação do potencial de germinação das sementes. Geralmente os resultados têm sido insatisfatórios, devido à ocorrência de elevado número de plântulas anormais infeccionadas havendo, portanto, necessidade de serem estudadas condições mais favoráveis para a sua condução.

Desta forma, o presente trabalho, conduzido na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, teve como objetivo avaliar a metodologia recomendada para o teste de germinação em sementes de algodão, deslindadas mecanicamente, estudando-se

substratos, quantidade de água, número de sementes, temperaturas e períodos de avaliação.

Para tanto, foram realizados testes de germinação com três lotes de sementes de algodão, cultivar IAC-20, em diferentes associações de temperaturas e números de dias para a primeira avaliação (25°C/3 dias; 25°C/4 dias; 30°C/3 dias; 30°C/4 dias; 20-30°C/4 dias e 20°C/5 dias) em substratos rolo de papel-toalha, rolo de pano e entre areia, onde foram colocadas 50 ou 25 sementes; concomitantemente foram conduzidos testes de tetrazólio e de emergência das plântulas em campo, para a comparação dos resultados.

Foi efetuada, ainda, a comparação de dois tipos de papel-toalha utilizados como substrato, em relação às quantidades de água e de sementes utilizadas.

A análise dos dados e a interpretação dos resultados permitiram concluir que: os testes de germinação de sementes de algodão devem ser conduzidos em substrato rolos de pano, umedecidos na proporção 2,5:1 (água: peso do substrato), à temperatura constante de 25°C. A antecipação da contagem intermediária para o terceiro dia após a sementeira permite maior precisão na avaliação das plântulas; dentre as alternativas estudadas para o substrato, a utilização de areia é mais conveniente que a de papel-toalha.

**STUDY OF THE METHODOLOGY TO CARRY OUT THE STANDARD
GERMINATION TEST OF COTTON SEEDS (*Gossypium hirsutum* L.)
MECHANICALLY DELINTED**

Author: Ana Dionisia da Luz Coelho Novembre

Adviser: Prof. Dr. Júlio Marcos Filho

SUMMARY

This research was carried out at the "Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz", University of São Paulo, Brazil, with the objective of studying the methodology of the standard germination test of cotton seeds (*Gossypium hirsutum* L.) and to compare the quality of two paper towels.

Three seeds lots of the cultivar IAC-20 were used. In order to improve the methodology of standard germination tests six combinations of the temperatures and the periods of the first count (25°C/3 days; 25°C/4 days; 30°C/3 days; 30°C/4 days; 20-30°C/4 days; and 20°C/5 days) and three substrates (rolled paper towels, rolled cotton cloth and between sand) were compared with distribution of 50 or 25 seeds each replication.

The results showed that the most favorable temperature was 25°C with the first count on the third day after sowing. The cotton cloth was the most favorable substratum, when wetted in the proportion 2,5:1 (quantity of water: weight of cotton cloth), and the sand substratum was more favorable than paper towel.

1. INTRODUÇÃO

A germinação das sementes é um processo que envolve o reinício e a continuidade das atividades metabólicas, promovendo o desenvolvimento das estruturas do embrião, com a formação de uma plântula. (Nambure, 1994)

Para que este processo possa evoluir de maneira satisfatória, é necessário que alguns fatores ligados à semente e ao ambiente atuem de forma favorável. Portanto, é essencial que a semente esteja viva, livre de bloqueios característicos da dormência e que haja disponibilidade de água, temperatura e oxigênio, em condições adequadas para a ocorrência da germinação.

A necessidade de se encontrar uma forma para a avaliação adequada do processo de germinação, em termos quantitativos e qualitativos, determinou a intensificação de estudos sobre materiais, equipamentos e procedimentos gerais, que culminaram com o desenvolvimento da metodologia específica para os testes de germinação. Desta forma, este teste reúne condições artificiais, teoricamente ideais,

para a germinação das sementes, como água, temperatura, oxigênio, substrato e luz, especificações quanto à forma e período de avaliação, expressão de resultados e demais particularidades para cada espécie ou grupo de espécies vegetais.

O teste de germinação é, atualmente, considerado padrão para a avaliação da viabilidade da maioria das espécies cultivadas, uma vez que as condições gerais para a sua condução estão estabelecidas e razoavelmente padronizadas, constando de regras para análise de sementes.

Portanto, entende-se que os resultados do teste de germinação devem refletir o potencial germinativo de um lote de sementes. No entanto, sabe-se que para sementes de algumas espécies, dentre as quais as de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), isto nem sempre ocorre. Neste caso específico, os testes conduzidos em laboratório têm apresentado um grande número de plântulas infeccionadas, que dificultam a avaliação e provocam redução da porcentagem de germinação; há discrepâncias entre os resultados provenientes de uma mesma amostra e da condução do teste em diferentes substratos e, também, é muito comum a obtenção, em laboratório, de resultados inferiores aos da emergência das plântulas em campo.

Os estudos dirigidos à procura de soluções para estes problemas na análise de sementes de algodão são fundamentais, pois a germinação das sementes é um dos aspectos que condiciona a aprovação dos lotes para a comercialização.

Face à importância do assunto, a pesquisa foi elaborada visando avaliar a metodologia recomendada em regras para análise de sementes para o teste de germinação das sementes de algodão, com destaque para temperatura substrato, e período de avaliação.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Germinação

Durante o processo de maturação das sementes, após a sua formação, ocorre um decréscimo acentuado do grau de umidade, caracterizando um estado de repouso fisiológico denominado quiescência. Quando estas sementes são colocadas sob condições favoráveis de ambiente , ou seja, com adequada disponibilidade de água, oxigênio e de temperatura ocorre a germinação.

A germinação pode ser definida, em tecnologia de sementes, como uma sequência ordenada de atividades metabólicas que resulta na retomada de desenvolvimento do embrião, produzindo uma plântula normal (MARCOS FILHO, 1986).

Existem diferentes proposições para definição da sequência de eventos que ocorrem no processo de germinação; a de POPINIGIS (1977) é a seguinte: embebição; aumento da respiração; formação de enzimas, digestão enzimática das reservas; mobilização e transporte das

reservas; assimilação metabólica e crescimento e diferenciação dos tecidos.

BEWLEY & BLACK (1985) consideraram que as diferentes fases da germinação são definidas em função da evolução do processo de embebição das sementes.

Afirmaram que existem três fases: a fase I é caracterizada pela embebição das sementes; na fase II existe um equilíbrio entre a quantidade de água absorvida e a consumida e a terceira fase (III) ocorre um aumento crescente da quantidade de água. Paralelamente à absorção de água ocorrem os demais processos metabólicos necessários para a germinação.

Assim, a primeira fase ocorre num período de tempo relativamente curto, uma a duas horas; a absorção de água ocorre devido ao gradiente de potencial entre a semente e a umidade da superfície em contato com a semente. Bioquimicamente, esta fase se caracteriza pela degradação das substâncias de reserva, viabilizando o fornecimento de energia e de nutrientes necessários para retomada de crescimento do embrião.

Para MAYER & POLJAKOFF-MAYBER (1982) a absorção de água nesta fase é devida ao fenômeno de embebição. A extensão em que ocorre é determinada por três fatores: a composição da semente, a permeabilidade do tegumento da semente à água e a disponibilidade de água. A

embebição é um processo físico que está relacionado com as propriedades dos colóides e ocorre tanto em sementes vivas como mortas.

Por outro lado, MARCOS FILHO (1986) ressalta que esta fase é acompanhada pela liberação de gases e rápida lixiviação de materiais, como açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos e íons que, em condições de campo podem estimular o desenvolvimento de fungos patogênicos, verificando-se, conseqüentemente, prejuízos ao estabelecimento das plântulas e o aumento do potencial de transmissão de doenças pelas sementes.

Ao atingir graus de umidade entre 30 e 35% (sementes endospermáticas) ou 40-50% (sementes cotiledonares) tem início a segunda fase, onde ocorre o transporte ativo das substâncias, desdobradas na fase anterior, para os tecidos meristemáticos. Para algumas sementes como as de feijão, milho, soja e alface, essa fase pode ter duração 8 a 10 vezes superior à primeira, enquanto que as sementes de trigo, mamona e arroz podem não apresentar essa fase. LABOURIAU (1983) afirmou que em sementes de algodão, embebidas em temperatura constante, o tempo de transição entre as duas fases de absorção de água foi de 9,0 horas à temperatura de 22,5°C até 2,5 horas a 47,5°C. Durante a segunda fase, os potenciais hídricos do solo e da semente estão bastante próximos, de modo que a

semente praticamente estabiliza a absorção de água, exibindo acréscimos pouco evidentes em seu grau de umidade.

Sementes mortas e dormentes (excluindo-se as com impermeabilidade do tegumento à água) mantêm o nível de hidratação alcançado na segunda fase.

A terceira fase é caracterizada pela emergência do eixo embrionário, ou seja, pelo início visível da germinação, através da ruptura do tegumento e desenvolvimento da raiz primária, pelo aumento da absorção de água, e da disponibilidade de oxigênio. Bioquimicamente, ocorre a reorganização das substâncias desdobradas na primeira fase, e transportadas na segunda, em substâncias complexas, para formar o protoplasma e as paredes celulares, permitindo o crescimento embrionário.

Desta forma, livre da resistência exercida pelo tegumento, suprido de água, de reservas solubilizadas, de oxigênio e em temperatura favorável, o embrião cresce ativamente, dando origem à plântula (MARCOS FILHO, 1986).

Este mesmo autor relacionou os fatores que podem interferir no processo de germinação. Alguns, se referem à qualidade da semente, tais como, vitalidade, estágio de maturação, ocorrência de dormência, longevidade natural da espécie e cultivar e idade das sementes. Os demais, fazem referência às condições do ambiente, à disponibilidade de água, oxigênio, temperatura, luz (para

sementes dormentes) e todas as condições a que as sementes forem expostas durante diferentes fases da produção, do beneficiamento e do armazenamento.

A avaliação da germinação das sementes é efetuada através do teste de germinação, conduzido em laboratório sob condições controladas e através de métodos padronizados.

O teste de germinação visa, principalmente, avaliar o valor das sementes para a sementeira e comparar a qualidade de diferentes lotes, servindo como base para a comercialização das sementes (ROBERTS, 1972; POPINIGIS, 1977 e MARCOS FILHO et al., 1987).

A padronização de métodos é fundamental para que os resultados obtidos com uma amostra possam ser comparáveis.

Para tanto, foram elaboradas regras para análise de sementes, a nível internacional e nacional, que estipulam todos os procedimentos gerais e específicos a serem seguidos para a condução das análises em sementes.

Assim, de acordo com as regras considera-se como germinada a semente que demonstre aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo. O resultado que se obtém no teste de germinação, refere-se à porcentagem de sementes que originaram plântulas normais

sob as condições e período de tempo estabelecidos nas regras.

Para sementes de algodão as Regras para Análise de Sementes nacionais (BRASIL, M.A., 1992) especificam o uso de 400 sementes puras, distribuídas em substrato rolo de papel-toalha, rolo de pano ou entre areia; temperatura de 20-30°C alternada (20°C por 16 horas, e 30°C por 8 horas); 25°C ou 30°C, com avaliação intermediária aos 4 dias e a final aos 12 dias.

Nas regras da "International Seed Testing Association" (ISTA, 1985) constam as mesmas especificações, com exceção da indicação do substrato pano e da temperatura de 30°C.

Embora a água seja um fator fundamental, não existem recomendações específicas quanto ao umedecimento dos substratos, nas regras internacionais. A recomendação é a seguinte: o substrato deve conter, por todo o período do teste, quantidade suficiente de água para satisfazer as necessidades da semente para a germinação, entretanto, esta não pode ser excessiva por causar limitação à aeração (ISTA, 1985).

A última edição das regras nacionais (BRASIL, M.A., 1992) já faz referências à quantidade de água de forma mais consistente. Recomenda-se que seja efetuado o umedecimento do substrato papel, com base numa relação de

peso do papel (em gramas) por volume de água (em ml); para gramíneas a indicação é de que esta relação esteja entre 2,0 e 2,5 vezes o peso do papel e para as leguminosas 2,5 a 3,0. Para o substrato areia deve-se utilizar 50% da sua capacidade de retenção para as sementes de cereais e 60% para as sementes de milho.

O número de dias requeridos para a primeira avaliação é aproximado, permitindo-se um desvio de um a três dias desde que as plântulas possam ser corretamente avaliadas. Os períodos indicados referem-se à utilização da temperatura mais alta recomendada para cada espécie. Em sementes com processo de germinação prolongado ou em amostras contendo sementes infeccionadas, podem ser efetuadas contagens intermediárias (BRASIL, M.A., 1992).

Na avaliação do teste de germinação podem ser encontradas plântulas normais, anormais e sementes que não germinaram. Os critérios para a classificação da plântula em normal ou anormal estão baseados na avaliação das estruturas essenciais ou seja, sistema radicular, eixo, cotilédones, gemas terminais, coleoptilo (*Gramineae*). Plântulas normais são aquelas que mostram potencial para se transformarem em plantas sob condições favoráveis de campo: plântulas intactas; plântulas com pequenos defeitos e plântulas com infecção secundária. As anormais não mostram potencial para originarem plantas sob condições favoráveis

de campo: plântulas danificadas; deformadas ou com desenvolvimento desequilibrado; plântulas apodrecidas. Estes critérios descritos são gerais; as particularidades para cada gênero estão descritas nas regras para análise de sementes (ISTA, 1985).

Na categoria das sementes que não germinaram podem ocorrer sementes mortas, sementes duras e sementes dormentes. As mortas são sementes que se hidrataram, não emitiram nenhuma estrutura, estão amolecidas, descoloridas e geralmente cobertas por microrganismos. As sementes duras não absorvem água; as dormentes compreendem as sementes que embeberam, não emitiram qualquer estrutura e nem se deterioraram até o final do teste.

Para a comercialização das sementes, a capacidade de germinação de um lote é avaliada pelo teste padrão de germinação. Para sementes de algodão, essa análise tem apresentado discrepâncias de resultados que podem ser atribuídas a diversos fatores.

O período prolongado de formação e maturação no campo, pode predispor essas sementes a condições desfavoráveis de temperatura, umidade relativa do ar e ao ataque de pragas e doenças, que concorrem para a perda de qualidade no campo até que seja efetuada a colheita. O processo de deslincamento também pode causar danos à semente que, em testes de laboratório podem ser detectados

pelas plântulas anormais, com necrose e sementes mortas (GELMOND, 1979).

Nas condições brasileiras, a maior parte das sementes de algodão é deslintada mecânicamente; a presença do línter impede qualquer tipo de classificação das sementes durante o beneficiamento.

Além da qualidade das sementes, alguns resultados de pesquisa têm evidenciado que as condições de condução do teste de germinação não têm permitido às sementes expressar o seu real potencial. O principal problema parece estar relacionado à presença de microrganismos.

TOOLE & DRUMOND (1924) relataram a variação de resultados nos testes com sementes de algodão; em 40 testes realizados em uma mesma amostra, colocadas ao mesmo tempo no germinador, obtiveram-se resultados de germinação que variaram de 38 a 58%; em outra amostra a variação foi de 14 a 46%; quando esses testes foram conduzidos em caixas com solo, colocadas no germinador, originaram acima de 90% de plântulas muito mais fortes do que às computadas no teste padrão de germinação. Nesse teste, as plântulas estavam cobertas por fungos e muitas tinham o hipocótilo deteriorado antes mesmo de germinarem.

SANTOS et al. (1992a) afirmaram que na região sudoeste de Goiás, nas análises de rotina com sementes de

algodão, têm ocorrido problemas na interpretação do teste de germinação e grandes discrepâncias entre os resultados, em função da presença de fungos na raiz primária e hipocótilo. Em consequência, há prejuízo na oferta de sementes de procedência conhecida, o que faz com que os agricultores utilizem o caroço para a semeadura, prejudicando a produção final.

Por outro lado, SANTOS et al. (1992b) destacaram as citações de Nunes et al. (1986) e Santos et al. (1989) que também tiveram problemas semelhantes no teste padrão de germinação e os atribuíram à qualidade das sementes e, ou, do substrato e que nem sempre se verifica o mesmo comportamento das sementes em testes de emergência das plântulas no campo.

FERRAZ et al. (1977) concluíram que é muito grande o número de doenças causadas por fungos e bactérias na plântula e na planta; em plantas jovens os mais frequentes são *Rhizoctonia solani* Kuhn e *Colletotrichum gossipii* South que podem ser transmitidos externa ou internamente pelas sementes; o controle tem sido feito pela ação do ácido sulfúrico (deslintamento químico) e aplicação de fungicidas. Além desses microrganismos outros como *Fusarium* spp., *Phytophthora* spp (Kurozawa & Rosa, 1976; Cia & Fusato, 1986; Nunes et al. 1986; Pizzinato, 1986 e Zambolin & Vieira, 1986 citados por SANTOS et al. 1992b).

Botryodiplidia theobromae (VIEIRA et al. 1987) e *Rhizopus nigricans* (TOOLE & DRUMOND, 1924) são citados por interferirem no teste de germinação.

Em decorrência, nas pesquisas com sementes de algodão, invariavelmente, é efetuado o tratamento das sementes com fungicidas e geralmente, há acréscimo significativo da porcentagem final de germinação.

Assim, SANTIAGO (1978); LAGO (1985); VIEIRA et al. (1987); FARIA (1990); BRIGANTE (1992a); SANTOS et al. (1992a) e SANTOS et al. (1992b) obtiveram maior porcentagem de germinação em sementes tratadas com fungicidas.

LAGO (1985) concluiu que existe efeito benéfico do uso do fungicida com relação à proteção das plântulas contra fungos durante o processo de germinação; esse teste com sementes tratadas exibe menor variação; assim, com o tratamento das sementes a variação de resultados da germinação foi de 45 a 85% e com sementes sem tratamento de 39 a 67%. O teste de tetrazólio acusou valores de 46 a 85% de viabilidade.

VIEIRA et al. (1987) trabalharam com 4 lotes de sementes de algodão e verificaram que a germinação e emergência das plântulas em campo, a partir das sementes tratadas, foram semelhantes às determinadas pelo teste de

tetrazólio (germinação potencial) entre 76 e 92% comparado à média de 64% para sementes não tratadas.

Os resultados obtidos no teste de germinação com sementes tratadas por FARIA (1990) indicaram 71% de plântulas normais, contra 56% das que não receberam a aplicação do fungicida.

BRIGANTE (1992b), ao verificar efeito de épocas de colheita sobre a qualidade sanitária de sementes de algodão conduziu teste padrão de germinação com as sementes submetidas, ou não ao tratamento fungicida; os resultados obtidos com a aplicação do fungicida foram superiores (63%, 64%; 57% e 60%, contra 36%, 42%, 39% e 33%).

Por outro lado, LAPOSTA (1991) não obteve variações acentuadas entre o teste padrão de germinação (53 a 73%) em relação ao teste de tetrazólio (60 a 76%); a porcentagem de emergência em campo apresentou maior variação de resultados (18 a 67%).

As variações obtidas entre o teste padrão de germinação e o teste de tetrazólio demonstram claramente a existência de discrepâncias no teste padrão de germinação.

BRIGANTE (1992a) estudou o efeito de épocas de colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de algodoeiro; para avaliar o potencial de germinação das sementes empregou o teste padrão de germinação e o teste

bioquímico de viabilidade (tetrazólio), para uma dada época de colheita, obteve para o primeiro teste, médias de 36%; 42%; 39% e 33% e para o teste de tetrazólio, as médias respectivas de 79%; 79%; 74% e 77%.

MARCOS FILHO et al. (1987) afirmaram que o teste de tetrazólio comprovadamente avalia o potencial de germinação de sementes, fornecendo resultados semelhantes aos teste padrão de germinação mas, a variação normal entre os resultados dos dois testes deve estar entre 3-5%.

As regras para análise de sementes não indicam o uso de fungicidas para o tratamento das sementes a serem analisadas em laboratório, pois o uso de um determinado produto deve estar associado à presença do microrganismo na semente, verificado através da análise de sanidade; não há garantia de que a semente a ser utilizada na semeadura em campo vai ser submetida à aplicação do fungicida e que o produto utilizado em laboratório seja o mesmo que o produtor irá usar.

Deve-se procurar reavaliar as condições de execução do teste de germinação, de forma a favorecer a germinação das sementes e o desenvolvimento das plântulas, evitando a interferência de microrganismos.

Com outras espécies também tem sido encontradas variações nos resultados do teste de germinação de uma mesma amostra de sementes.

Os dados obtidos no teste de germinação conduzido com sementes de soja, na aferição dos testes de vigor da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes (ABRATES), mostraram diferenças, estatisticamente significativas, no cômputo final de plântulas normais em amostras do mesmo lote, em um mesmo laboratório e entre laboratórios. Dos 14 laboratórios envolvidos, 10 apresentaram diferenças em pelo menos um dos lotes considerados; a causa de variação foi a forma de avaliação dos testes (KRZYZANOWSKI & MIRANDA, 1990).

Foram também encontradas variações nos testes de aferição para milho e feijão; nesse último, as discrepâncias entre os dados foram mais acentuadas; as causas de variação apontadas foram a qualidade dos lotes (infecção nas plântulas), as diferentes temperaturas usadas nos laboratórios, os tipos de equipamentos e as diferentes marcas comerciais do papel-toalha (BARROS & DIAS, 1992a; 1992b).

Por outro lado, para as sementes de trigo houve pequena variação entre os dados mas, neste caso, as análises foram conduzidas com sementes tratadas; os autores atribuíram ao fungicida a obtenção de menor variação dos resultados (IRIGON & ROSSINI, 1992).

PHANNENDRANATH (1980) constatou que nos laboratórios norte-americanos também ocorre este tipo de

problema; em trabalho conduzido com sementes de milho e de sorgo, a fonte de variação foi atribuída à quantidade de água colocada no substrato.

2.2. Temperatura

A germinação da semente é um processo complexo, compreendendo diversas fases individualmente afetadas pela temperatura (POPINIGIS, 1977 e COPELAND & McDONALD, 1985). Assim, os efeitos da temperatura sobre a germinação, refletem apenas a consequência global, não havendo um coeficiente único que caracterize a germinação (POPINIGIS, 1977).

A temperatura afeta a capacidade de germinação e a taxa em que esta ocorre. As sementes têm capacidade de germinar sob faixa de temperatura característica da espécie, mas o tempo necessário para ser alcançada a máxima porcentagem de germinação varia com a temperatura (BEWLEY & BLACK, 1985).

MARCOS FILHO (1986) destacou que nesse processo ocorre uma série de atividades metabólicas, baseadas em reações químicas, e que cada uma delas apresenta determinadas exigências quanto à temperatura, principalmente porque dependem da atividade de sistemas

enzimáticos complexos, cuja eficiência é diretamente relacionada à temperatura e à disponibilidade de oxigênio.

Para COPELAND & McDONALD (1985), o fato das diferentes fases do processo de germinação serem afetadas pela temperatura faz com que a resposta à temperatura varie através do período de germinação. A variação de resposta depende da espécie, do cultivar, região de produção e duração do período de produção até a colheita.

Além dos fatores considerados, POPINIGIS (1977) refere-se à qualidade fisiológica da semente como outro fator que pode propiciar alteração na exigência de temperatura para o processo de germinação; sementes recém colhidas, apresentando dormência, geralmente exigem temperaturas diferentes daquelas exigidas por sementes não dormentes; sementes muito deterioradas tornam-se mais sensíveis à temperatura.

É consenso entre os pesquisadores que a temperatura para a germinação não apresenta um valor específico, mas pode ser expressa em termos das temperaturas cardeais, isto é, mínima e máxima.

A temperatura mínima é definida como sendo a menor temperatura em que ocorre a germinação, considerando-se um determinado período de tempo; a máxima, corresponde ao limite superior de temperatura acima do qual não ocorre a germinação e, a ótima, é considerada como a temperatura

em que se tem a máxima germinação no menor período de tempo.

Os limites da temperatura ótima para a germinação das sementes da maioria das espécies varia de 15 a 30°C e a máxima entre 30 e 40°C (COPELAND & McDONALD 1985). Já quando se consideram os limites para as sementes de espécies cultivadas, estes valores foram descritos por MARCOS FILHO (1986) como sendo, respectivamente de 20 e 30°C e de 35 e 40°C.

Há ainda muitas espécies para as quais a melhor condição de temperatura para a germinação inclui a alternância diária. Esta necessidade parece ser mais importante para as espécies não domesticadas e pode estar associada com a dormência mas, por outro lado, a alternância de temperatura pode acelerar a germinação das sementes não dormentes (COPELAND & McDONALD, 1985). Esses autores afirmaram também que é mais importante a diferença entre a maior e a menor temperatura do que os valores das temperaturas em si.

Existem algumas teorias que tentam explicar as razões pelas quais obtêm-se este efeito favorável das temperaturas alternadas, mas para CARVALHO & NAKAGAWA (1988) nenhuma é totalmente satisfatória.

Neste sentido, COPELAND & McDONALD (1985) concluíram que a temperatura alternada cria um equilíbrio

entre inibidor-promotor, favorecendo este último e permitindo a germinação. Por outro lado, citaram duas outras teorias para explicar o fenômeno: a primeira (Cohen, 1958) afirma que, sob temperatura alternada, a ação de inibidores fica prejudicada enquanto, a segunda, (Toole et al. 1958) considera que o período de alta temperatura atua como predisponente para a germinação na etapa seguinte sob baixa temperatura.

No caso específico das sementes de algodão alguns autores definem faixas mais adequadas de temperatura para germinação enquanto outros, valores absolutos.

Camp & Walker (1927) citados por ABRAHÃO (s/d) indicaram que temperaturas do solo entre 14 e 40°C, são adequadas para as sementes de algodão. LUDWIG (1932), considerou as temperaturas de 25 e de 30°C como as mais favoráveis. Arndt (1945), citado por CHRISTIANSEN (1963), apontou como ideais os valores entre 30 e 33°C. COLE & WHEELER (1974) consideraram a temperatura de 31°C como a ótima para a germinação de sementes de algodão. BUXTON & SPRENGER (1976) afirmaram que a temperatura ótima para a germinação das sementes e emergência das plântulas de algodão está entre 30 e 35°C, com a temperatura mínima de 12°C.

Já, para POPINIGIS (1977), as sementes de grandes culturas como as de algodão, feijão, milho e soja,

a germinação ocorre tão bem a 30°C constante, como a 20-30°C alternada.

Um grande número de pesquisadores tem estudado os efeitos da baixa temperatura sobre a germinação de sementes de algodão. Estes autores verificaram que a fase crítica para a ocorrência das chamadas "injúrias pelo resfriamento" ocorrem principalmente na fase de embebição das sementes; a ocorrência de danos e a extensão em que eles ocorrem, estão diretamente relacionados à temperatura e ao tempo de exposição da semente.

A injúria por resfriamento foi caracterizada por POPINIGIS (1977) como o resultado dos efeitos negativos causados por baixas temperaturas, durante o período de embebição da semente, sobre a germinação e subsequente crescimento e desenvolvimento da plântula e da planta.

COLE & WHEELER (1974) afirmaram que a sensibilidade à baixa temperatura ocorre na fase inicial da embebição, cerca de 18 a 30 horas após o seu início. Considerando esta situação GELMOND (1979) destacou que a imaturidade das sementes, os danos mecânicos, o método de deslintamento e os microrganismos, são fatores que interferem na emergência das plântulas em campo.

POPINIGIS (1977) citou trabalho conduzido por Christiansen (1967), com sementes de algodão resfriadas a 10°C durante a embebição, cujos resultados mostraram que o

crescimento das plântulas foi severamente reduzido, mesmo após retornar a temperaturas favoráveis. Os efeitos foram aditivos, com a velocidade de crescimento reduzida proporcionalmente ao número de dias de resfriamento (zero a 5 dias), ocasionando redução do peso da matéria seca, na altura da plântula, no tamanho das folhas e no comprimento do hipocótilo.

GELMOND (1979) observou que, em condições de campo, temperaturas inferiores a 20°C por um período superior a 10 horas, provocaram redução acentuada da emergência das plântulas. COLE & WHEELER (1974), também, verificaram redução na germinação e na emergência das plântulas de algodão em temperaturas inferiores a 20°C.

Sementes de feijão-de-lima e de algodão estão sujeitas a injúrias pelo frio se, durante a embebição, sementes secas forem expostas às temperaturas de 5 a 15°C (Pollock & Toole, 1966; Christiansen, 1969, citados por COPELAND & McDONALD, 1985). Não há injúria se a embebição ocorrer a 20°C e seguirem-se temperaturas menores. Este tipo de injúria tem sido também observado em muitas outras espécies. Não se conhece a causa da injúria por embebição em baixa temperatura, mas o primeiro efeito mensurável é a maior lixiviação de compostos orgânicos.

COLE & WHEELER (1974) efetuaram vários tratamentos, pré-germinativos nas sementes de algodão, a

temperaturas subótimas, para determinar se há redução das injúrias por resfriamento. O pré-condicionamento em água, pode reduzir as injúrias causadas por baixas temperaturas.

A literatura mostra que não há uma definição quanto à temperatura ideal para a germinação de sementes de algodão devido, principalmente, ao grande número de fatores relacionados ao ambiente e à qualidade da semente que influem nesta determinação. Mas, para fins de comercialização, há a necessidade de serem estipulados determinados valores que possam ser utilizados como temperatura padrão nas análises.

É neste sentido que existem, então, as recomendações das regras para análise de sementes a nível internacional e nacional.

Assim, para a germinação de sementes de algodão, as recomendações das regras da "International Seed Testing Association" (ISTA, 1985) são: 25°C e 20-30°C, e das regras nacionais, Regras para Análise de Sementes 20-30°C; 25 e 30°C.

Para o teste de germinação, os laboratórios devem possuir equipamentos construídos, especialmente, para esta finalidade, os quais, basicamente, são constituídos de uma câmara dotada de isolamento térmico, contendo prateleiras sobre as quais as amostras de sementes são colocadas para germinar. O fundo desta câmara possui um

depósito, onde se coloca água em quantidade adequada para proporcionar umidade relativa do ar de 90 a 95% no seu interior.

Geralmente, este tipo de germinador é provido, apenas, de sistema de aquecimento, podendo ou não dispor de sistema de iluminação. Existem equipamentos mais sofisticados, dotados de sistemas de aquecimento e de refrigeração, com a possibilidade da alternância de temperatura.

As temperaturas indicadas para a germinação das sementes podem ser contínuas, mantidas durante o decorrer do teste, ou alternadas, isto é, sob temperaturas mais baixas durante 16 horas e mais altas durante 8 horas (indicação mais comum), em cada 24 horas. No caso de não se dispor de germinador, com controle automático de temperatura, esta alternância é conseguida removendo-se as sementes de um germinador para outro (MARCOS FILHO et al. 1987). A variação da temperatura no germinador, no período de 24 horas, não deve ser maior do que $\pm 1^{\circ}\text{C}$ (ISTA, 1985).

Não foram encontrados na literatura, trabalhos de pesquisa que tiveram, como objetivo principal, avaliar a temperatura mais adequada para a condução do teste de germinação com sementes de algodão, em laboratório.

Assim, apenas o trabalho, conduzido por TOOLE & DRUMMOND (1924), visou avaliar a temperatura mais favorável em laboratório, para a germinação de sementes de algodão. Os dados obtidos mostraram que o melhor resultado foi obtido com a temperatura de 20-30°C alternada. Consideraram ainda como satisfatórias, as temperaturas de 25°C; 15-35°C e de 20°C embora, nesta última, a germinação tenha sido mais lenta.

As demais citações são relativas a trabalhos conduzidos em condições brasileiras, nos quais, o teste de germinação foi efetuado como uma das análises de referência para a avaliação da qualidade das sementes.

Verificou-se que há predominância da utilização da temperatura de 30°C, com base nos trabalhos conduzidos por GODOY & ABRAHÃO (1978); SANTIAGO (1978); OTAZÚ (1986); VIEIRA (1987) e LAPOSTA (1991); seguido da temperatura de 25°C (FARIA, 1990; BRIGANTE, 1992a e SANTOS et al. 1992a); de 20-30°C (LAGO, 1985; PIZZINATO et al. (1991) e de 20°C (TANAKA & PAOLINELLI, 1984).

A predominância da utilização de temperaturas constantes deve estar relacionada ao tipo de equipamento disponível na maior parte dos laboratórios nacionais, ou seja, germinadores do tipo mais simples.

Devem ser ressaltados, também, os resultados obtidos em algumas pesquisas, com o teste de germinação sob baixas temperaturas.

LAGO (1985) e OTAZÚ (1986) efetuaram testes de germinação à temperatura de 20°C, análise considerada pela Association of Official Seed Analysts - AOSA (1983) como teste de vigor para sementes de algodão. Apesar deste tipo de classificação para este teste, o primeiro autor verificou que a porcentagem de germinação das sementes sem tratamento fungicida, dos vinte lotes estudados, foi superior a 20°C; no segundo trabalho, a observação dos resultados, obtidos com dois cultivares de algodão, mostrou tendência semelhante principalmente, nas duas primeiras épocas de análise.

Resultados com a mesma tendência foram obtidos por FARIA (1990); a porcentagem de germinação obtida no teste padrão de germinação a 25°C foi de 56% enquanto a 18°C, foi de 73%.

Este tipo de resultado não soluciona a questão a respeito da temperatura mais indicada para a germinação de sementes de algodão, uma vez que existem diversos fatores que influem na resposta à temperatura, mas serve para mostrar que por algum motivo a metodologia do teste padrão de germinação não está sendo adequada.

2.3. Substrato

As Regras para Análise de Sementes especificam os substratos que devem ser utilizados para a condução dos testes de germinação em condições de laboratório (ISTA, 1985 e BRASIL, M.A., 1992). Basicamente, são indicados quatro tipos: papel, pano, areia e solo.

A escolha do substrato é efetuada em função da espécie a ser analisada e considerando algumas das suas características, tais como, o tamanho das sementes, a necessidade de água e luz, e a facilidade da contagem e avaliação das plântulas (POPINIGIS, 1977 e MARCOS FILHO et al. 1987).

O substrato pano deve ser constituído por tecido de tela de algodão com malha fechada para que as raízes das plântulas não penetrem no tecido, causando dificuldades para a avaliação do teste. Este substrato, para ser reutilizado deve ser lavado, secado e esterilizado (MARCOS FILHO et al. 1987 e BRASIL, M.A., 1992).

Os papéis a serem utilizados podem ser os de filtro, mata-borrão ou toalha. Devem ser compostos de 100% de fibra de celulose de madeira, quimicamente clareada, algodão ou outro tipo de celulose vegetal, isentos de

fungos, bactérias e de substâncias tóxicas que possam interferir no desenvolvimento ou na avaliação das plântulas. Deve ter textura porosa, sem permitir a penetração das raízes no papel, mas com resistência suficiente para poder ser manuseado durante o teste e apresentar capacidade de retenção de água suficiente para todo o período do teste. O pH deve estar entre 6,0-7,5 (ISTA, 1985).

A esterilização do papel poderá ser necessária no caso da contaminação por fungos durante o armazenamento (ISTA, 1985). O controle da qualidade do papel pode ser efetuado comparando-se um papel de qualidade comprovada com o de qualidade desconhecida através de teste biológico.

Esta avaliação consiste na condução de teste de germinação com sementes de espécies sensíveis a substâncias tóxicas. A comparação da qualidade dos papéis se baseia na avaliação do sistema radicular das plântulas, feita no início do desenvolvimento da raiz primária, verificando alguns sintomas como encurtamento e descoloração da raiz, distanciamento da raiz em relação ao papel e enrolamento dos pelos absorventes. Os coleótilos em gramíneas podem estar mais curtos e vazios (ISTA, 1985). O teste biológico pode, também ser aplicado ao substrato pano, em caso de suspeita de toxicidade.

De acordo com MARCOS FILHO et al. (1987), a indústria nacional dispõe de papel de boa qualidade e específico para teste de germinação. Alguns laboratórios têm utilizado outros tipos de papéis que apresentam-se desuniformes, com substâncias tóxicas, com baixa capacidade de reter água e com baixos índices de pH, que têm prejudicado a germinação das sementes e contribuído para a variação dos resultados.

A areia, para ser utilizada como substrato, deve apresentar uniformidade de tamanho das suas partículas; a recomendação da ISTA (1985) é que a areia seja peneirada em peneiras de crivos circulares e seja utilizada a fração que, atravessando os crivos de 0,8 mm fique retida nos crivos de 0,05 mm. Não deve conter sementes estranhas, microrganismos e substâncias tóxicas que possam interferir na germinação das sementes, no desenvolvimento e na avaliação das plântulas. A quantidade de água retida deve ser suficiente para o fornecimento contínuo para as sementes e plântulas e, ao mesmo tempo, permitir o adequado suprimento de oxigênio e crescimento da raiz. O pH deve estar entre 6,0-7,5.

A utilização da areia exige lavagem e esterilização. Esta não deve ser feita com produtos químicos que possam matar ou conter o desenvolvimento de microrganismos presentes na semente.

A areia utilizada com sementes tratadas, preferencialmente, não deve ser reutilizada; caso seja necessário, deve-se ter certeza que o produto químico acumulado na areia não cause fitotoxicidade.

De acordo com o indicado para os substratos pano e papel, pode-se efetuar o teste biológico na areia quando houver suspeita de toxidez.

Algumas considerações, a respeito do substrato areia foram efetuadas por MARCOS FILHO et al. (1987). Estes autores afirmaram que deve ser utilizada como substrato quando há suspeita da toxidez do papel. Alguns problemas, quanto à sua utilização, são devidos às dificuldades para a padronização; referem-se, também, à ocorrência de maior variação na quantidade de água entre repetições dos testes conduzidos em areia, em relação ao uso de rolos de papel-toalha.

Por outro lado, a "International Seed Testing Association" (1985), orientou o uso da areia em substituição ao papel, mesmo que não esteja recomendada nas regras e quando, a avaliação de uma amostra de sementes mostre-se impraticável devido a contaminação do substrato papel.

As sementes podem ser colocadas sobre os substratos e entre as camadas do substrato, recebendo as seguintes denominações: sobre areia (S.A.), sobre papel

(SP), e rolos de pano (RO), e de papel (RP), entre papel (EP) e entre areia (EA), (ISTA, 1985 e BRASIL, M.A., 1992). O substrato deve ser umedecido antes da distribuição das sementes.

A recomendação do uso de substratos na forma de rolo é feita para sementes graúdas e que não exijam luz para germinar. Para o papel, as sementes são colocadas sobre duas folhas de papel e cobertas com uma folha; no caso do pano, as sementes são colocadas sobre uma camada dupla do tecido, sem cobertura, a seguir, são feitos os rolos.

Os rolos de pano ou de papel podem ser colocados no germinador em posição horizontal ou vertical; esta é melhor, pois as plântulas ficam menos entrelaçadas. Para os rolos de papel, esta disposição pode provocar desidratação excessiva e desigual, a partir da extremidade superior; este problema pode ser contornado cobrindo-se os rolos com folhas do próprio papel ou com pano umedecido (MARCOS FILHO et al. 1987).

O sistema entre papel é indicado para sementes pequenas que exigem maior grau de umidade do substrato e não exigem luz. Por outro lado, sementes pequenas que exigem luz para a germinação, são colocadas sobre uma ou mais folhas de papel umedecido. Nestes métodos, as camadas de papel podem ser colocadas

diretamente sobre as bandejas do germinador, em caixas plásticas transparentes ou em placas de Petri.

O método entre-areia consiste na distribuição da areia umedecida, em caixa plástica ou outro recipiente, em camada de, aproximadamente, 5-6 cm, na colocação das sementes e na cobertura com outra camada de areia de 1-2 cm de espessura. No método sobre-areia, as sementes são pressionadas contra a superfície de uma camada única da areia umedecida.

A recomendação do espaçamento para a distribuição da sementes no substrato é de 1,5 a 5,0 vezes a largura ou o diâmetro das sementes. Este critério visa a distribuição uniforme e suficiente para individualização das sementes e plântulas, facilitando a avaliação do teste e evitando o contato entre o material sadio e aqueles portadores de microrganismos.

A condução do teste de germinação, para fins de comercialização dos lotes, deve ser feita com 400 sementes; para pesquisa pode-se utilizar 200 sementes.

As Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1992) recomendam que o teste de germinação, em sementes de algodão, seja efetuado em substrato pano ou papel, em forma de rolos, e entre areia.

A escolha do substrato fica a critério do laboratório de análise, em função da disponibilidade dos

materiais e da familiaridade do analista com o método de análise.

No entanto, TOOLE & DRUMMOND (1924), verificaram que existe grande variação de resultados em função do método utilizado para testar as sementes de algodão. Em 12 amostras provenientes de um mesmo produtor foram encontradas as seguintes porcentagens de germinação: 65% com o teste padrão de germinação; 84% para o substrato solo, em condições de laboratório; 85% em substrato esfagno e, em casa de vegetação, 73% (com temperatura baixa) e 92% (em temperatura alta).

Os mesmos autores concluíram que qualquer método que permita às sementes de algodão absorver água rapidamente, para dar início ao processo de germinação previnirá o aparecimento de fungos e o apodrecimento.

O substrato papel toalha está se tornando de uso mais comum para a germinação, pela maior facilidade de ser manipulado do que a areia e porque permite uma melhor avaliação da plântula (BELCHER, 1975). Ainda, a utilização do papel-toalha em forma de rolo, permite o melhor aproveitamento do espaço útil do germinador.

Por outro lado, tem sido constatado, que neste substrato ocorre com maior facilidade infecção por microrganismos, devido ao maior contato entre as sementes infeccionadas e as plântulas.

Neste sentido, Heise (1944), citado por MARCOS FILHO & PACHECO (1976), verificou que a germinação de sementes de soja era mais lenta, as plântulas mais prejudicadas por fungos, dificultando a avaliação das plântulas e provocando maior variação entre os resultados obtidos por diferentes laboratórios.

Complementando a idéia anterior, Schoorel (1972) e Tonkin (1975), citados por MARCOS FILHO & PACHECO (1976), contestaram o uso do papel-toalha em teste de germinação com sementes de soja, em favor dos melhores resultados que são obtidos com o substrato areia.

FRANÇA NETO & HENNING (1992) não recomendam o uso do substrato rolo de papel-toalha, à temperatura de 25°C, para sementes de soja infectadas por *Phomopsis* spp e *Fusarium semitectum*.

Para as sementes de algodão, apesar da presença de microrganismos estar sendo apontada como uma das principais causas de problemas na condução do teste de germinação, o substrato papel-toalha, em forma de rolos, é o mais utilizado.

Testes de germinação em sementes de algodão foram efetuados em substrato papel por LUDWIG (1932); CHRISTIANSEN & JUSTUS (1963); ZINK et al. (1969); BUXTON & SPRENGER (1976); SANTIAGO (1978); TANAKA & PAOLINELLI (1984); LAGO (1985); OTAZÚ (1986); FARIA (1990); LAPOSTA

(1991); PIZZINATO et al. (1991); BRIGANTE (1992a); SANTOS et al. (1992a) e SANTOS et al. (1992b).

Deve ser considerado que há variação entre a qualidade dos papéis nos trabalhos citados. CHRISTIANSEN & JUSTUS (1963) utilizaram papel ceroso para a cobertura das sementes; SANTIAGO (1978) utilizou papel-toalha de procedência norte-americana e a maioria dos trabalhos brasileiros, foi conduzido com papel-toalha nacional da mesma marca comercial.

Número reduzido de pesquisas têm sido feitas com os outros substratos para a germinação de sementes de algodão: SANTOS et al. (1992a) e SANTOS et al. (1992b) conduziram pesquisa em substrato areia; LANÇON & KLASSOU (1988), com fibra de algodão e ZINK et al. (1969) e GOMES et al. (1991), com substrato pano.

BARROS & DIAS (1992a; 1992b), em testes de aferição do comitê de vigor da Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes - ABRATES, verificaram que o teste de emergência em areia para sementes de milho e de feijão apresentaram menor variação de resultados em um mesmo laboratório e entre laboratórios, quando comparados ao teste de germinação. Destacaram a menor incidência de plântulas infeccionadas, na areia.

SANTOS et al. (1992a) pesquisaram a influência de diferentes tipos de substratos na germinação

de sementes de algodão. Utilizaram papel-toalha, papel jornal, pano, areia, solo, areia + solo + esterco de curral em sementes tratadas com fungicidas e sem tratamento. Os três últimos substratos foram testados em casa de vegetação. Para as sementes sem fungicida, os resultados obtidos não mostraram diferenças entre os substratos papel-toalha e pano. O pior substrato em condições de laboratório foi o papel jornal.

Em trabalho conduzido para a avaliação de diferentes substratos para a germinação de sementes de soja, MARCOS FILHO & PACHECO (1976) verificaram que com o substrato rolo de pano a porcentagem de germinação das sementes foi maior em relação aos substratos papel-toalha.

BELCHER (1975), avaliou a influência do grau de umidade de dois substratos, papel absorvente e mistura de areia + perlite, na germinação de sementes de *Pinus*; observou menor variação entre os resultados obtidos com o papel.

O número de sementes é outro fator a ser considerado na metodologia do teste de germinação.

O papel-toalha nacional é comercializado com o tamanho de 38,5 cm de comprimento por 28,0 cm de largura; normalmente, para as sementes graúdas, são colocadas 50 ou 25 sementes. Na areia o número de sementes a ser utilizado

pode ser 100, 50 ou 25, dependendo do tamanho das sementes e das dimensões do recipiente utilizado.

Desta forma, quando se utiliza o substrato papel-toalha na forma de rolo, são efetuados 8 rolos de 50 sementes ou 16 de 25 sementes, para as análises conduzidas para fins comerciais; nos trabalhos de pesquisa costuma-se trabalhar com 4 rolos de 50 sementes ou 8 de 25 sementes.

Assim LUDWIG (1932); CHRISTIANSEN & JUSTUS (1963); ZINK et al. (1969); BUXTON & SPRENGER (1976); FARIA (1990); LAPOSTA (1991); BRIGANTE (1992) e SANTOS et al. (1992a), trabalharam com 25 sementes no substrato; enquanto SANTIAGO (1978); TANAKA & PAOLINELLI (1984); LAGO (1985); OTAZÚ (1986) e SANTOS et al. (1992b) com 50 sementes e PIZZINATO et al (1991) com 100 sementes.

O exame da literatura mostrou que o substrato papel, em forma de rolos, é o que está sendo utilizado para a germinação das sementes de algodão em laboratório. Não há uma definição quanto ao número de sementes mais adequado.

A escolha adequada do substrato é fundamental para a germinação das sementes, pois é através dele que serão supridas as quantidades de água e oxigênio necessárias para o desenvolvimento da plântula; além disso, em condições de laboratório, o substrato funciona como suporte físico para que estas possam se desenvolver.

2.4. Água

A água utilizada para o umedecimento do substrato deve estar razoavelmente livre de impurezas orgânicas e inorgânicas. Quando não se dispuser de água de boa qualidade, deve ser utilizada água destilada ou deionizada; o pH deve estar entre 6,0-7,5. Para se ter certeza da qualidade da água em uso devem-se efetuar análises periódicas (ISTA, 1985 e BRASIL, M.A., 1992).

A quantidade de água para o umedecimento do substrato não está estabelecida, dependendo da natureza e da dimensão do substrato, do tamanho e da espécie a ser analisada. A quantidade ótima pode ser determinada experimentalmente, de modo a permitir a disponibilidade contínua de água para as sementes (ISTA, 1985).

De acordo com POPINIGIS (1977) o substrato deve manter uma proporção adequada entre a disponibilidade de água e a aeração.

A velocidade de absorção de água pelas diferentes estruturas da semente é variável. O tegumento absorve água à velocidade menor, e após sua hidratação, atua apenas como meio de transporte da água do exterior para o interior da semente. O eixo embrionário absorve água com maior velocidade e de forma contínua, permitindo o crescimento das suas células, a formação de novas células e

a incorporação da água aos tecidos formados. O tecido de reserva apresenta velocidade intermediária de absorção de água e após completar a reidratação, atua apenas como um reservatório. Para que a germinação ocorra, há necessidade de um teor mínimo de água, que para as sementes de algodão situa-se entre 50 e 55% (DELOUCHE, 1970).

Os fatores que interferem na velocidade de absorção de água são a espécie, a temperatura, a disponibilidade de água e a área de contato da semente com o substrato (POPINIGIS, 1977 e CARVALHO & NAKAGAWA, 1988). A rapidez de absorção de água por diferentes espécies está relacionada com a composição química, tamanho, permeabilidade do tegumento e características do tecido de reserva; dentro de certos limites, quanto maior a disponibilidade de água e de temperatura maior é a velocidade de absorção de água; maior área de contato entre o substrato e a semente, mais rápida deve ser a absorção de água.

WOODSTOCK (1988) e VERTUCCI (1989) consideraram que o principal fator que controla a taxa de absorção de água é a permeabilidade da testa ou da cobertura protetora. Existe uma taxa ótima para a absorção de água. Se esta for muito lenta, a germinação é reduzida, talvez devido à infecção por fungos ou pela aceleração da

deterioração. Se for muito rápida, as sementes estão sujeitas a danos por embebição (VERTUCCI, 1989).

O tegumento das sementes de algodão contém na região da chalaza, deposição de pentosanas, ligninas, ceras e outras substâncias insolúveis em água que restringem a sua absorção (Christiansen e Rowland, 1981, citados por WOODSTOCK, 1988). A presença do línter no tegumento da semente parece influir na absorção de água.

MARANI & AMIRAV (1970) afirmaram que o línter necessita de grande quantidade de água para se hidratar, o que pode promover competição com o embrião por água, principalmente sob disponibilidade hídrica limitada. GELMOND (1979) verificou que a presença do línter interfere na absorção de água pelas sementes no solo.

Neste sentido, alguns trabalhos têm mostrado que a germinação e, ou, a emergência das plântulas em campo tem sido maior para sementes deslintadas com ácido sulfúrico (LUDWIG, 1932; FERRAZ et al. 1977 e MAEDA et al. 1977).

Por outro lado, GELMOND (1979) não verificou superioridade da emergência das plântulas provenientes de sementes deslintadas com ácido sulfúrico, embora a velocidade de emergência das plântulas tenha superado a das sementes que foram deslintadas mecanicamente.

Na falta de uma definição consistente quanto a adição de água no substrato, pelas regras para análise de sementes, a maioria dos trabalhos conduzidos até há alguns anos não fazia menção a este fator. Atualmente já está existindo tal preocupação.

BELCHER (1975) sugeriu que o umedecimento do substrato seja efetuado considerando-se a sua capacidade de reter água. Por outro lado, MARCOS FILHO et al. (1987) consideraram que o volume da água a ser adicionada ao substrato poder ser calculado pelo peso do papel.

Everson e Isely (1951), citados por BELCHER (1975) afirmaram que a umidade do substrato tem sido apontada como uma das maiores causas de variação de resultados em pesquisa com sementes de floríferas, de gramíneas e de outras culturas. Este pesquisador efetuou teste de germinação em 7 espécies de sementes de *Pinus* em substrato de papel absorvente e em uma mistura de areia + perlite. Verificou que a maioria das espécies apresentaram tolerância considerável aos diferentes níveis de umidade e os efeitos mais evidentes foram devidos às condições mais secas; as espécies mais sensíveis ao excesso de água apresentaram melhor comportamento no substrato areia do que no papel, devido ao contato mais íntimo entre a semente e o papel.

PHANEENDRANATH (1980) trabalhou com sementes de milho e de sorgo, em substrato rolo papel-toalha e verificou que a quantidade de água de 2,0:1 (quantidade de água: peso do papel) foi a mais adequada; à medida que houve aumento na quantidade de água colocada (relações de 2,5:1 e 3,0:1) ocorreu redução acentuada da germinação.

TANAKA et al. (1991) estudaram os efeitos da quantidade de água no substrato para a germinação das sementes de amendoim e concluíram que a melhor relação foi de 2,17:1; houve variação na resposta em função da qualidade das sementes.

Em sementes de algodão, trabalhos conduzidos em substrato rolo de papel-toalha foram consideradas as relações de 3,0:1 (quantidade de água: peso do papel) por LAPOSTA (1991) e de 2,0:1 por BRIGANTE (1992b). Em substrato fibra de algodão, LANÇON & KLASSOU (1988) utilizaram a relação de 10,0:1. Quando se utilizou a areia, a maioria dos trabalhos considerou 60% da capacidade de saturação (OTAZU, 1986; SANTOS et al. 1992a; 1992b).

As variações observadas para os resultados do teste de germinação, levaram ao desenvolvimento desta pesquisa em busca de condições mais favoráveis para a germinação de sementes de algodão.

A adequação da metodologia é fundamental, pois o teste de germinação é um dos fatores que condiciona a aprovação de lotes de sementes para a comercialização.

3. MATERIAL E MÉTODO

A pesquisa foi conduzida no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura, no Laboratório de Patologia de Sementes do Departamento de Fitopatologia e no Setor de Química, Celulose e Energia do Departamento de Ciências Florestais, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

3.1. Sementes

Foram utilizados três lotes de sementes básicas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) deslintadas mecanicamente, cultivar IAC-20, dois produzidos pelo Instituto Agrônomo do Paraná (safra 91/92) e o terceiro lote pelo Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (safra 92/93).

Logo após a recepção das sementes efetuou-se a homogeneização e amostragem de cada lote, para a caracterização da qualidade inicial. A seguir, cada lote

foi dividido em três amostras, correspondentes às três etapas previstas para as análises.

Durante o período experimental, as sementes permaneceram armazenadas em câmara seca (temperatura média de 20°C e umidade relativa do ar 45%). Para a condução das análises as sementes foram retiradas da câmara seca com antecedência mínima de 5 dias; este procedimento visou permitir às sementes um reequilíbrio com as condições de temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de laboratório.

3.2. Caracterização da Qualidade das Sementes

A qualidade das sementes foi determinada na fase inicial da pesquisa através das seguintes avaliações:

3.2.1. Grau de umidade

O teor de água das sementes foi determinado em estufa, à temperatura de $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, utilizando-se duas subamostras de cada lote, conforme as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1992). Os resultados foram expressos em porcentagem média por amostra.

3.2.2. Germinação

Foram avaliadas 400 sementes por lote (8 subamostras de 50 sementes) colocadas para germinar em rolos de papel-toalha (umedecidos com volume de água correspondente a 2,5 vezes o peso do papel), mantidos em germinador regulado a 25°C. As avaliações foram efetuadas aos 4 e 7 dias após a instalação dos testes, seguindo-se os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1992), obtendo-se a porcentagem média de germinação para cada lote de sementes.

3.2.3. Teste de tetrazólio

Quatro subamostras de 25 sementes de cada lote foram pré-condicionadas em papel-toalha umedecido, por um período de 18 horas, a 30°C. A seguir, efetuou-se a retirada manual das camadas mais externas dos tegumentos, deixando a camada interna que envolve o embrião. Desta forma, à medida em que se procedeu a retirada das camadas mais externas, as sementes eram mantidas submersas em água, com a finalidade de facilitar a retirada da película que envolve o embrião (DELOUCHE et al. 1962).

Finalizada a operação de retirada dos tegumentos, os embriões foram colocados em copos plásticos

contendo solução 0,075% de cloreto de 2, 3, 5 trifenil tetrazólio, por um período de 3 horas a temperatura de 35°C, no escuro. Decorrido este período, procedeu-se a lavagem das sementes em água corrente; estas permaneceram submersas em água até o momento da avaliação.

Para a determinação da porcentagem média de sementes viáveis de cada um dos lotes, foram seguidas as recomendações de DELOUCHE et al. (1962).

3.2.4. Envelhecimento artificial

Foi conduzido com 400 sementes por lote empregando-se o "método do gerbox" citado em MARCOS FILHO et al (1987), sob condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar (42°C e 100% UR), durante 72 horas, seguido do teste de germinação, conforme descrito em 3.2.2, com uma única avaliação aos 4 dias. Os resultados foram expressos em porcentagem média por lote.

3.2.5. Emergência das plântulas em campo

Nos meses de setembro, outubro e novembro, para a semeadura em campo, foram distribuídas 400 sementes de cada lote (4 subamostras de 100 sementes), em sulcos de 4,0 m de comprimento, espaçados de 0,3 m. As plântulas

normais emersas foram contadas aos 10 dias após a semeadura, obtendo-se a porcentagem média para cada lote.

3.2.6. Teste de sanidade

A sanidade das sementes foi estimada através do método do papel de filtro sem congelamento; para tanto, 200 sementes de cada lote foram deslintadas em ácido sulfúrico concentrado, lavadas em água corrente e secas em condições de ambiente; a seguir, foram submetidas ao tratamento com hipoclorito de sódio (1%) por 5 minutos. A incubação foi efetuada a $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, sob regime de luz alternada (12 horas de luz branca fluorescente e 12 horas de escuro), durante 7 dias. Os resultados, expressos em porcentagem, indicaram as médias de microrganismos associados às sementes de cada lote.

Os resultados obtidos, para a caracterização da qualidade das sementes dos três lotes estudados, encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização da qualidade das sementes de algodão, cv. IAC-20, lotes 1, 2 e 3. Piracicaba, 1994.

Parâmetros	Lote 1	Lote 2	Lote 3
Grau de umidade(%)	10,2	10,0	10,5
Germinação(%)	70,0	52,0	43,0
Env. Artificial(%)	56,0	43,0	87,0
Tetrazólio	78,0	67,0	92,0
Emergência plântulas(%)	69,0	61,0	81,0
<i>Aspergillus</i> spp(%)	12,5	1,0	1,0
<i>Botryodiplodia theobromae</i> (%)	0,0	0,5	1,5
<i>Colletotrichum gossypii</i> (%)	0,0	0,0	10,0
<i>Fusarium</i> spp(%)	0,0	5,5	2,5
<i>Penicillium</i> spp(%)	1,5	1,0	0,5
<i>Rhizoctonia solani</i> (%)	0,0	0,0	0,5

Com base nos resultados desses testes o lote 3 apresentou qualidade superior aos demais; embora o teste de germinação tenha proporcionado a menor média; o lote 1 apresentou nível intermediário de qualidade e o 2 a menor qualidade. O grau de umidade das sementes foi semelhante. Pelo fato das sementes dos lotes 1 e 2 estarem armazenadas

desde a safra anterior (91/92) era de se esperar a predominância dos chamados fungos de armazenamento tais como, *Aspergillus* spp e *Penicillium* spp no entanto, no lote 2 também foram constatadas as presenças de *Botryodiplodia theobromae* e *Fusarium* spp considerados patogênicos. O lote 3, o último a ser colhido, apresentou predominância de fungos considerados patogênicos, principalmente *Colletotrichum gossypii*, causador da antracnose.

3.3. Ensaio Principal

A pesquisa foi conduzida com o objetivo de serem estudadas condições mais favoráveis para a execução do teste de germinação em sementes de algodão deslintadas mecanicamente.

As indicações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1992) para esta análise, fornecem opções quanto ao tipo de substrato: rolo de papel (R.P.), rolo de pano (R.O.) ou entre areia (E.A.); as temperaturas: 20-30; 25 e 30°C; número de sementes distribuídas nos substratos (25 ou 50) e números de dias estabelecidos para as avaliações (4 e 12).

Desta forma, o trabalho constou da combinação destas recomendações, acrescentando-se a temperatura de 20°C, alteração no número de dias para a interpretação dos

testes e do uso de dois tipos de papel-toalha, nos quais foram utilizados dois níveis de água para o umedecimento. A variação no número de sementes foi efetuada apenas para os substratos papel-toalha e areia.

Paralelamente às análises efetuou-se a avaliação das principais características dos substratos utilizados.

O experimento foi conduzido em três etapas com intervalos consecutivos de aproximadamente 30 dias; os resultados obtidos são referentes a três etapas de análises para dois lotes e a duas etapas para o terceiro lote.

3.3.1. Substratos

Os testes de germinação dos três lotes de sementes foram conduzidos em substratos papel-toalha, pano (utilizados na forma de rolos) e areia.

Foram utilizados dois tipos de papel-toalha de fabricação nacional (designados por P_1 e P_2). Para a obtenção das amostras a serem utilizadas nas análises e para a caracterização da qualidade dos papéis, procedeu-se de acordo com as metodologias da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel - ABCP.

Estes tipos de papel-toalha são fabricados pela indústria nacional para uso doméstico como papel de

filtro para café, e têm sido utilizados pelos laboratórios de sementes para condução de testes de germinação.

As características dos papéis-toalha avaliadas, foram:

a) **Características físicas:** grau de umidade, gramatura, espessura, porosidade, ascensão capilar, resistência à tração do papel seco e úmido (sentidos longitudinal e transversal às fibras do papel), alongamento, resistência ao rasgo e ao estouro;

b) **Propriedades químicas:** pH e porcentagem de cinzas;

c) **Teste biológico:** consiste na condução de teste de germinação com uma das espécies citadas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1992) como sensíveis a toxidez de substratos utilizados nos testes de germinação em laboratório. Para tanto, utilizaram-se sementes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) distribuídas sobre substrato papel (P₁ e P₂) e tecido de tela de algodão (4 repetições de 100 sementes); por ocasião da primeira contagem as plântulas foram avaliadas quanto à presença de sintomas fitotóxicos. Os demais procedimentos seguiram as recomendações das regras.

Os resultados das avaliações encontram-se na Tabela 02.

Tabela 02. Dados referentes às avaliações efetuadas em dois tipos de papel-toalha utilizados para a condução dos testes de germinação em sementes de algodão. Piracicaba, 1994.

Característica	Papel 1	Papel 2
pH	6,8	6,0
Teor de cinzas (%)	0,08025	0,1604
Umidade(%)	7,3	6,6
Gramatura (g/m ²)	68,4	58,5
Espessura (mm)	0,2456	0,1683
Porosidade (seg/100 cm ³)	2,476	1,492
Ascensão capilar (Longit.) (mm/10 minutos) (Transv.)	47,1 71,6	82,3 91,3
Resistência à tração (Longit.) do papel seco (kgf) (Transv.)	2,58 2,58	1,20 2,93
Resistência à tração (Longit.) do papel úmido (kgf) (Transv.)	0,158 0,138	0,080 0,168
Alongamento (%) (Longit.) (Transv.)	16,45 5,45	3,65 5,85
Resistência ao rasgo(gf) (Longit.) (Transv.)	32,3 43,3	40,3 53,9
Resistência ao estouro (kgf/cm ²) (2 lados)	1,72	1,59
Teste biológico(%)	72	76

O substrato pano, constituído por tecido de tela de algodão com malha fechada e dimensão de 76,0 x 28,0 cm, foi avaliado quanto ao pH superficial e teste biológico (Tabela 03).

Tabela 03. Dados referentes as avaliações do tecido de tela de algodão utilizado para a condução dos testes de germinação em sementes de algodão. Piracicaba, 1994.

Características do Substrato Pano	
pH	7,1
Teste biológico	78%

Para serem utilizados os panos foram esterilizados em autoclave, à temperatura de 120°C, pressão de 1 atm, por um período de 1 hora; para a sua reutilização, previamente à esterilização, foram mantidos em solução de hipoclorito de sódio (solução comercial 2,5%), lavados e secados em equipamentos comerciais para uso doméstico, marca BRASTEMP.

A areia foi avaliada com relação à granulometria, pH e grau de umidade, conforme os dados apresentados na Tabela 04.

Tabela 04. Dados referentes às avaliações efetuadas na areia utilizada para a condução dos testes de germinação em sementes de algodão. Piracicaba, 1994.

Características do Substrato Areia	
pH	6,0
Granulometria	47,30% (textura média)
Grau de umidade (%)	0,12

Para a condução dos testes de germinação a areia foi peneirada e esterilizada em estufa, regulada a 180°C, por 2 horas.

3.3.2. Umedecimento dos substratos

Utilizou-se água proveniente da rede hidráulica da ESALQ, sem qualquer tratamento adicional.

O umedecimento dos substratos foi efetuado previamente à colocação das sementes. As quantidades de água adicionadas aos substratos corresponderam a relação de 2,0 e 2,5 vezes o peso do papel-toalha; 2,5 vezes o peso do pano e a 70% da capacidade de retenção da areia.

Durante o transcorrer dos testes e das avaliações não foi efetuado o reumedecimento dos substratos.

3.3.3. Número de sementes colocadas nos substratos

Nos testes de germinação em papel-toalha foram distribuídas 25 ou 50 sementes/rolo. Portanto, foram feitos respectivamente 8 ou 4 rolos, para cada um dos tratamentos considerados.

No substrato pano foram colocadas 50 sementes. Para a utilização deste substrato é recomendada uma camada dupla de tecido sem efetuar a cobertura das sementes; desta forma, os retângulos de tecido (76 cm de comprimento por 28 cm de largura) foram dobrados e enrolados no sentido do comprimento, de modo a serem obtidos rolos de pano similares aos rolos de papel-toalha.

Para a germinação em areia utilizaram-se 8 gerbox (10,6 x 10,6 x 3,0 cm) contendo 25 sementes por repetição e 4 caixas plásticas (18,0 x 12,5 x 3,5 cm) com

50 sementes cada. Com a finalidade de uniformizar a espessura do substrato nestes recipientes (cerca de 2 cm) foram necessários 410 g de areia seca para os gerbox e 810 g para as caixas plásticas.

3.3.4. Temperaturas

Em cada etapa de análise, para cada lote de sementes, tipo de substrato, quantidade de água e número de sementes foram avaliados os efeitos de quatro temperaturas: 20, 25 e 30°C constantes e 20-30°C alternada (8 horas a 30°C e 16 horas a 20°C), em ausência de luz.

O germinador utilizado foi da marca Stults, com duas câmaras independentes. Antes de serem iniciadas as análises, foram verificadas as condições de temperatura e umidade relativa do ar no interior das câmaras do germinador. Em cada uma delas foram colocadas três bandejas (posição inferior, média e superior) nas quais foram colocados termômetros de bulbo seco e bulbo úmido (marca INCOTERM, precisão de 1°C), por um período de 24 horas, para cada temperatura a ser utilizada; desta forma, foi verificado que a umidade relativa do ar manteve-se em 100% e a variação da temperatura não excedeu 1°C. Durante as análises manteve-se o mesmo critério para o monitoramento destes fatores.

3.3.5. Avaliações

Para as temperaturas de 20-30°C e 20°C a primeira contagem do teste de germinação foi efetuada aos 4 e aos 5 dias, respectivamente, e a contagem final (2ª contagem) aos 7 dias. Para as temperaturas de 25°C e 30°C efetuaram-se avaliações da primeira e segunda contagens respectivamente, aos 3 e 5 dias e aos 4 e 7 dias.

O critério adotado para a avaliação dos testes baseou-se nas recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, M.A., 1992). No entanto, quando as avaliações foram efetuadas aos 3 dias, verificou-se que, de modo geral, os cotilédones permaneciam protegidos pelos tegumentos e, portanto, a avaliação completa das plântulas foi efetuada após a remoção manual dos tegumentos.

3.3.6. Tratamentos

De acordo com as condições descritas nos itens 3.3.1 a 3.3.5, definiram-se 66 tratamentos que foram aplicados a cada lote de sementes ou seja, para cada associação de temperatura e dias considerados para a primeira avaliação, foram analisados 11 sistemas que constaram das combinações de tipos de substratos, com

quantidades de água e número de sementes, conforme discriminado a seguir.

S_1 = rolo de papel 1; água: 2,0 x peso papel;
50 sementes.

S_2 = rolo de papel 1; água: 2,0 x peso papel;
25 sementes.

S_3 = rolo de papel 1; água: 2,5 x peso papel;
50 sementes.

S_4 = rolo de papel 1; água: 2,5 x peso papel;
25 sementes.

S_5 = rolo de papel 2; água: 2,0 x peso papel;
50 sementes.

S_6 = rolo de papel 2; água: 2,0 x peso papel;
25 sementes.

S_7 = rolo de papel 2; água: 2,5 x peso papel;
50 sementes.

S_8 = rolo de papel 2; água: 2,5 x peso papel;
25 sementes.

S_9 = rolo de pano; água: 2,5 x peso pano; 50
sementes.

S_{10} = entre areia; água: 70% da capacidade de
retenção; 50 sementes.

S_{11} = entre areia; água: 70% da capacidade de
retenção; 25 sementes.

Paralelamente aos testes de germinação, em cada etapa, foram conduzidos os testes de tetrazólio e de emergência das plântulas em campo (descritos em 3.2.3 e 3.2.5, respectivamente).

3.4. Delineamento Estatístico

Considerou-se cada lote separadamente para a análise estatística dos dados referentes aos testes de germinação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 12 repetições para os lotes 1 e 2 e 8 repetições para o lote 3; os dados de germinação, tetrazólio e de emergência das plântulas em campo, foram transformados em $\arcsin \sqrt{y/100}$. A comparação entre médias de tratamentos baseou-se no método de Tukey.

O esquema geral da análise da variância dos tratamentos e das suas interações para os três lotes avaliados encontra-se na Tabela 5.

Tabela 5. Esquema da análise de variância dos tratamentos aplicados aos testes de germinação de sementes de algodão, lotes 1, 2 e 3. Piraciaba, 1994.

Causa de Variação	G.L.	
	Lotes 1 e 2	Lote 3
Temperaturas (T)	5	5
Sistemas (S)	10	10
T X S	50	50
Resíduo	726	462
Total	791	527

Efetuuou-se ainda, análise para cada lote considerando-se o efeito dos dois tipos de papel-toalha, das quantidades de água adicionadas e do número de sementes nas diferentes temperaturas e número de dias considerados para a primeira avaliação (Tabela 6).

Tabela 6. Esquema da análise de variância dos dados obtidos nos testes de germinação com substratos papel toalha, dos lotes 1, 2 e 3 de sementes de algodão. Piracicaba, 1994.

Causa de Variação	G.L.	
	Lotes 1 e 2	Lote 3
Temperaturas (T)	5	5
Sistemas (S)	1	1
T X S	5	5
Resíduo	132	84
Total	143	95

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados foram apresentados através das médias originais, embora tenham sido transformados, para execução da análise estatística.

Em cada etapa, foram conduzidos testes de tetrazólio e de emergência das plântulas em campo, para verificar o comportamento das sementes durante o período experimental. Considerou-se, com base no teste de emergência das plântulas, que não ocorreram alterações drásticas da qualidade das sementes (Tabela 7).

Tabela 7. Resultados em (%) dos testes de tetrazólio e de emergência das plântulas em campo conduzidos com sementes de algodão, cv. IAC-20, em três etapas para os lotes 1, 2 e duas para o lote 3. Piracicaba, 1994.

Parâmetros	Lotes		
	1	2	3
Etapa 1			
Teste TZ(%)	78	67	92
Emergência pl. campo(%)	69	60	82
Etapa 2			
Teste TZ(%)	80	56	84
Emergência pl. campo(%)	68	61	86
Etapa 3			
Teste TZ(%)	80	56	-
Emergência pl. campo(%)	65	59	-

4.1. Comparação entre tratamentos

A apresentação dos resultados foi efetuada de forma isolada para cada lote mas, a discussão foi conduzida conjuntamente para os 3 lotes devido a similaridade de resposta aos tratamentos.

As tabelas das análises de variância estão apresentadas no anexo.

Os dados relativos às porcentagens de germinação das sementes de algodão obtidas com os diferentes tratamentos, estão nas Tabelas 8, 9 e 10 respectivamente, para os lotes 1, 2 e 3.

Para os lotes 1, 2 e 3, à temperatura de 25°C, com avaliação da 1ª contagem de germinação aos 3 dias, ocorreram variações pouco acentuadas entre os resultados das diferentes combinações de substratos, quantidades de água e números de sementes.

Com o rolo de papel-toalha 1, umedecido com quantidade de água calculada em 2,5 vezes o peso do papel e com a distribuição de 25 sementes, para os lotes 1 e 2, foram obtidas as maiores porcentagens de germinação; no entanto, esses resultados não diferiram estatisticamente das demais combinações, excetuando-se o rolo de papel-toalha 2, relação água:peso do papel 2,0:1, com 25 sementes, para o lote 1 e esse mesmo substrato, umedecido com a relação 2,5:1, 25 sementes, para o lote 2; por outro lado, essas combinações não diferiram das demais.

Nessa mesma condição de temperatura/número de dias para a avaliação (25°C/3 dias) a resposta do lote 3 foi diferente. A maior porcentagem de germinação ocorreu com o substrato areia com 25 sementes, que mostrou

superioridade para a maioria das combinações em que se usaram os substratos rolos de papel-toalha, com exceção das combinações rolo de papel-toalha 1, umedecido com a relação 2,0:1; 2,5:1 e rolo de papel-toalha 2, 2,0:1 todas com 25 sementes.

Os resultados obtidos com a temperatura de 25°C e a primeira avaliação aos 4 dias, para o lote 1, indicaram que não foram encontradas diferenças significativas entre os tratamentos rolo de pano, entre areia e a maioria das combinações com rolo de papel-toalha, embora a porcentagem de germinação no substrato areia tenha sido numericamente superior em relação aos substratos papel-toalha. Para o lote 2 não foram detectadas diferenças significativas entre todas as combinações consideradas e, para o lote 3, ocorreu superioridade estatística dos substratos pano e areia em relação a todos aqueles que utilizaram papel-toalha.

Para 30°C/3 dias, os dados provenientes do lote 1, apresentaram comportamento similar às condições de 25°C/4 dias; para o lote 2, os substratos pano e areia (com 50 sementes) superaram os tratamentos em que se utilizaram rolos de papel-toalha, exceto os substratos papel-toalha 1 e 2, umedecidos com a relação 2,5:1, respectivamente, com 50 e com 50 e 25 sementes. No lote 3, os substratos pano e areia (com 50 e 25 sementes) apresentaram resultados

estatísticos superiores à maioria dos substratos com papel-toalha, com exceção do rolo de papel-toalha 1, com quantidade água 2,5:1 com 50 sementes e rolo de papel-toalha 2, 2,0:1, 50 sementes.

As porcentagens de germinação obtidas nos testes a 30°C com a primeira avaliação aos 4 dias, com os substratos rolo de pano e entre areia, superaram todos os resultados dos testes conduzidos em rolos de papel-toalha, independente das quantidades de água e de sementes nesses substratos. Quando, no substrato entre areia, foram colocadas 25 sementes, apenas o lote 2 teve o mesmo comportamento.

A comparação entre as temperaturas de 25 e 30°C, mostrou o pior desempenho das sementes dos 3 lotes, com a temperatura de 30°C, principalmente com a primeira avaliação dos testes aos 4 dias. No entanto, de acordo com os dados obtidos para os lotes 1 e 3, ficou evidenciado que, na realidade, o fator de maior prepondêrancia que influenciou nos resultados, foi o número de dias considerados para ser efetuada a primeira avaliação.

Tabela 8. Germinação (%) de sementes de algodão, c.v. IAC-20, lote 1, obtidas em diferentes temperaturas, n° de dias para a primeira avaliação e associações de substratos, quantidades de água e n° de sementes. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Substrato		Papel 1			Papel 2			Rolo pano			Entre areia									
Nº de dias para primeira contagem	Água	1:2,0	50	25	71Aab	71Aab	77Aa	1:2,5	50	25	67Aab	64Aab	71Aab	74Aab	67Aab	59ABa	54BCa	46Cbc	67Aab	55ABC
	Nº de sementes	50	25	71Aab	71Aab	77Aa	67Aab	64Ab	67Aab	64Aab	67Aab	64Aab	71Aab	74Aab	67Aab	59ABa	54BCa	46Cbc	67Aab	55ABC
25º C/3 d		70Aab	71Aab	71Aab	77Aa	67Aab	64Ab	67Aab	64Aab	67Aab	64Aab	71Aab	74Aab	67Aab	59ABa	54BCa	46Cbc	67Aab	55ABC	
25º C/4 d		48Bab	43CDB	55Bab	56BCab	49Bab	43BCb	50Bab	50Bab	50BCab	50Bab	62Aa	51Cab	59ABa	54BCa	46Cbc	67Aab	55ABC		
30º C/3 d		55Bab	53BCb	49Bb	58BCab	51Bb	54ABab	57ABab	59ABab	59ABab	59ABab	67Aa	60BCab	54BCa	46Cbc	67Aab	55ABC			
30º C/4 d		34Cc	37Dc	34Cc	38Dc	34Cc	36Cc	34Cc	38Cc	38Cc	38Cc	68Aa	53Cab	46Cbc	67Aab	55ABC				
20-30º C/4 d		61ABabcd	54BCbcd	54Bbcd	49CDd	55ABbcd	56Aabcd	51Bcd	54ABbcd	54ABbcd	54ABbcd	64Aabc	69ABa	67Aab	55ABC					
20º C/5 d		58ABab	60ABab	56Bab	66ABab	56ABab	54ABb	58ABab	58ABab	58ABab	58ABab	70Aa	55Cb	55ABC						

C.V. = 14,485%

*Comparação de médias apresentada com letras maiúsculas, nas colunas, e letras minúsculas na linha (teste de Tukey, 5% de probabilidade)

Tabela 9. Germinação (%) de sementes de algodão, c.v. IAC-20, lote 2, obtidas em diferentes temperaturas, n° de dias para a primeira avaliação e associações de substratos, quantidades de água e n° de sementes. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ N° de dias para primeira contagem	Substrato	Papel 1			Papel 2			Rolo pano			Entre areia		
		50	25	50	25	50	25	50	25	50	1:2,5	70% c.r.	50
	Água		1:2,0		1:2,5		1:2,0		1:2,5		1:2,5		
	N° de sementes	50	25	50	25	50	25	50	25	50	50	50	25
25° C/3 d	64Aab	66Aab	67Aab	68Aa	63Aab	66Aab	67Aab	58Ab	68ABa	66Aab	64ABa	64ABa	64ABa
25° C/4 d	61Aa	59ABa	62Aa	63ABa	60ABa	62Aa	60ABa	59Aa	66ABa	62ABa	60ABa	60ABa	60ABa
30° C/3 d	56Ab	57Bb	59Aab	56Bb	55Bb	57BCb	61ABab	58Aab	67ABa	67Aa	63ABa	63ABa	63ABa
30° C/4 d	38Bd	44Ccd	42Bcd	45Ccd	45Ccd	50Cbc	43Ccd	46Bcd	63ABa	62ABa	59ABa	59ABa	59ABa
20-30° C/4 d	63Aab	59ABbc	64Aab	60ABbc	63Aab	54Bcc	58Bbc	58Abc	71Aa	64Aab	65Aab	65Aab	65Aab
20° C/5 d	58Aa	56Ba	62Aa	59Ba	56ABa	56BCa	54Ba	56Aa	61Ba	54Ba	57Ba	57Ba	57Ba

C.V. = 9,272%

*Comparação de médias apresentada com letras maiúsculas, nas colunas, e letras minúsculas na linha (teste de Tukey, 5% de probabilidade)

Tabela 10. Germinação (%) de sementes de algodão, c.v. IAC-20, lote 3, obtidas em diferentes temperaturas, n° de dias para a primeira avaliação e associações de substratos, quantidades de água e n° de sementes. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Substrato		Papel 1			Papel 2			Rolo pano	Entre areia
N° de dias para primeira	Água	1:2,0			1:2,5			1:2,5	70% c.r.
	N° de sementes	50	25	50	25	50	25	50	25
25° C/3 d	79Ab	81Aab	83Aab	81Ab	83Aab	79Ab	78Ab	89Aab	85ABab 92Aa
25° C/4 d	54BCbc	46Bcd	61BCbc	60Cbc	38Dd	65BCb	58Cbc	83Aa	84ABa 85ABA
30° C/3 d	77Aab	80Aab	81Aab	74ABb	76ABab	84Aab	79Aab	87Aa	83ABab 81BCab
30° C/4 d	45Cd	49Bd	49Cd	50Cd	57Ccd	60Ccd	59BCcd	86Aa	79Bab 71Cbc
20-30° C/4 d	76Ab	72Ab	75Ab	79Ab	73ABb	77ABb	72ABb	84Aab	92Aa 83ABA
20° C/5 d	67ABc	70Abc	71ABbc	61BCc	71Bbc	74ABabc	81Aab	87Aa	83Bab 81BCab

C.V. = 10,014%

*Comparação de médias apresentada com letras maiúsculas, nas colunas, e letras minúsculas na linha (teste de Tukey, 5% de probabilidade)

As variações encontradas nos dados obtidos à temperatura de 30°C, com 4 dias para a primeira avaliação, não decorreram da presença de sementes mortas, mas do número excessivo de plântulas anormais; as sementes germinaram e tinham as estruturas essenciais desenvolvidas, mas apresentavam lesões no hipocótilo, provavelmente associadas à presença de microrganismos que dificultaram a interpretação do teste, provocando redução da porcentagem de germinação dos lotes.

Problemas com anormalidades das plântulas têm sido observados em testes de germinação com sementes de algodão, em análises de rotina (SANTOS et al. 1992b) e em trabalhos de pesquisa e foram atribuídas à presença de microrganismos (LAGO, 1985; VIEIRA et al, 1987; BRIGANTE, 1992b; Nunes et al. 1986 e Santos et al. 1989 citados por SANTOS et al. 1992b).

Nas avaliações conduzidas com as demais combinações de temperatura e dias para a primeira avaliação, também ocorreram estas anormalidades, mas em menor número de plântulas.

A antecipação de um dia nas avaliações à temperatura de 25°C, determinou o exame de plântulas com estruturas menos desenvolvidas, havendo, muitas vezes, a necessidade de serem retirados manualmente os tegumentos para o exame dos cotilédones mas, à medida que ocorreu fa-

miliaridade com este menor desenvolvimento das plântulas, ficou mais fácil efetuar as avaliações. Além disso, as lesões nas plântulas ocorreram, em sua maioria, na região da raiz primária e, ou, no hipocótilo, próximo aos tegumentos, tornando-se facilmente visível e em condições de serem avaliadas.

As características gerais das plântulas obtidas às temperaturas de 25°C e de 30°C, com as avaliações aos 3 e aos 4 dias, encontram-se na Figura 1.

Para a combinação de temperatura de 20-30°C e a primeira avaliação aos 4 dias, para o lote 1, não ocorreram diferenças significativas entre os substratos areia, rolo de pano e rolos de papel 1 e 2, umedecidos na razão de 2,0:1, independentemente do número de sementes utilizadas; o substrato areia com 50 sementes superou os resultados obtidos com os demais substratos com papel. Quanto aos dados do lote 2, os substratos rolo de pano, areia (com 50 e 25 sementes), rolo de papel-toalha 1, umedecidos com as duas relações (2,0:1 e 2,5:1) com 50 sementes e rolo de papel-toalha 2, 2,0:1, com 50 sementes não diferiram entre si; os demais substratos com papel-toalha foram superados pelo substrato rolo de pano.

Figura 1: Teste de germinação em sementes de algodão a 25°C e 30°C, com a primeira avaliação aos três e aos quatro dias. Piracicaba, 1994.

Com relação ao lote 3, verificou-se a superioridade do substrato areia com 50 sementes em relação a todos os substratos com papel; os substratos pano e areia não diferiram entre si e, por sua vez, os com areia não diferiram daqueles com papel.

Quando foi avaliada a temperatura de 20°C com a primeira avaliação aos 5 dias, para o lote 1, a utilização do substrato rolo de pano superou os resultados obtidos com o entre areia (50 sementes) e rolo de papel-toalha 2 (quantidade de água 2,0:1, 25 sementes) não diferindo dos demais substratos; entretanto, ocorreu superioridade numérica entre os resultados do substrato pano e os demais.

As temperaturas de 20-30°C e de 20°C forneceram resultados com valores intermediários de germinação das sementes. Evidenciou-se desempenho deficiente na germinação, quando foi utilizada a temperatura de 20°C. Estes dados discordaram dos obtidos por LAGO (1985); OTAZÚ (1986) e FARIA (1990), que obtiveram maior porcentagem de germinação a 20°C em relação ao teste padrão de germinação.

O período total considerado para a avaliação do teste de germinação a 20°C não foi adequado pois, algumas sementes encontravam-se no início da emissão da raiz primária e sem condições para serem computadas como

plântulas normais; no entanto, em termos de porcentagem de plântulas anormais infeccionadas, foi comparável às das combinações 25°C/3 dias; 30°C/3 dias e 20-30°C/4dias. TOOLE & DRUMMOND (1924), verificaram que apesar da temperatura de 20°C ser favorável para a germinação destas sementes, o processo é mais lento.

Continuando a observação das Tabelas 8, 9 e 10, pôde-se verificar que os lotes 1, 2 e 3 não mostraram diferenças significativas nas porcentagens de germinação com o substrato pano, independentemente da temperatura e dia de avaliação considerados, exceto no lote 2 que na temperatura de 20°C apresentou redução significativa. Estes dados concordam com os obtidos por MARCOS FILHO & PACHECO (1976), que encontraram resultados mais favoráveis para a germinação de sementes de soja, no substrato rolo de pano. Esta vantagem pode estar relacionada ao fato de que o peso médio desse tipo de substrato foi maior, isto, provavelmente, proporcionou maior disponibilidade de água para a germinação das sementes, principalmente, em comparação ao papel-toalha. Por outro lado SANTOS et al. (1992b) não encontraram diferenças entre esses substratos.

Com relação ao substrato papel, para o lote 1, observou-se a superioridade estatística de germinação com 25°C/3 dias em todas as combinações de substratos, quantidades de água e número de sementes, em relação às de

25°C/4 dias e 30°C/4 dias, que corresponderam aos menores valores obtidos; as de 30°C/3 dias e 20-30°C apresentaram valores intermediários que, em alguns casos, não diferiram estatisticamente do melhor tratamento, mas com tendência de inferioridade de seus valores.

De forma semelhante ao substrato pano e areia no lote 2, foi encontrada uma menor variação entre os resultados obtidos com o substrato papel-toalha. As melhores condições de germinação corresponderam a 25°C/3 e 4 dias, para todos os tipos de substratos papel-toalha usados, quantidades de água e números de sementes, seguido de 20-30°C para a maioria das condições consideradas. Os piores resultados foram observados para 30°C/4 dias; os demais apresentaram valores intermediários.

Para o lote 3 as maiores porcentagens de germinação estatisticamente significativas, foram obtidas com as combinações de substratos, números de sementes e quantidades de água a 25°C/3 dias; 30°C/3 dias; 20-30°C/4 dias e a 20°C para a maior parte destas associações; os menores valores foram conseguidos com 30°C/4 dias.

Para o substrato areia o lote 1 apresentou maior variabilidade de comportamento em relação aos demais. Nesse lote, a melhor combinação de temperatura e número de dias para primeira avaliação foi a de 25°C/3 dias, seguido pela temperatura de 20-30°C/4 dias; esses tratamentos

apresentaram superioridade apenas às demais combinações quando se empregou 50 sementes e, em relação a 30°C/3 dias e 4 dias, com 25 sementes.

Com o lote 2 a maioria das combinações apresentou semelhanças estatísticas em relação às diferentes temperaturas superando às obtidas com 20°C, independente, do número de sementes usadas.

No lote 3, no substrato areia com 50 sementes, todos os dados foram estatisticamente semelhantes, excetuando-se às combinações de 30°C/4 dias e 20°C; com 25 sementes as melhores condições foram a 25°C/3 e 4 dias e a 20-30°C.

Quando é utilizado o substrato areia, geralmente, os testes são conduzidos em condições de ambiente ou de casa de vegetação; assim mesmo, tem sido verificada menor variação entre os resultados obtidos neste teste em comparação ao de germinação (BARROS & DIAS, 1992a; 1992b).

No presente trabalho, os testes conduzidos em areia também apresentaram menor variação e redução na quantidade de plântulas anormais infeccionadas, quando comparado aos demais substratos. No geral, para os 3 lotes, neste substrato os resultados foram comparáveis aos obtidos no rolo de pano, superando a maioria das combinações de rolos de papel-toalha.

Baseado na observação dos dados referentes aos 3 lotes estudados foi verificado comportamento semelhante dos lotes 1 e 3 à maioria das condições consideradas. Apesar do lote 2 ter apresentado respostas diferenciadas em algumas das situações, comportou-se de forma semelhante aos demais lotes, com relação às melhores e às piores condições. Diferenças na qualidade de lotes de sementes, são reconhecidas como causa de variação em relação aos resultados do teste de germinação (MARCOS FILHO, 1986; KRZYZANOWISKI & MIRANDA, 1990; BARROS & DIAS, 1992a; 1992b).

Os resultados obtidos com as diferentes combinações, mostraram variação acentuada da porcentagem de germinação decorrente do tipo da metodologia utilizada; problema este relatado anteriormente por TOOLE & DRUMMOND (1924).

A comparação dos resultados obtidos com os testes de tetrazólio e principalmente, com os de emergência das plântulas em campo, indicaram que a utilização da temperatura de 25°C, com a avaliação das plântulas no terceiro e quinto dias, em substrato rolo de pano e, em alguns casos em areia, mostraram-se semelhantes com vantagens obtidas para o teste de germinação.

4.2. Comparação entre substratos papel-toalha

Efetuuou-se um estudo separado para comparar a qualidade dos dois substratos em que se utilizaram os papéis 1 e 2.

O levantamento feito teve por objetivo iniciar os estudos sobre as características dos papéis-toalha utilizados pelos laboratórios de análise de sementes pois, há dificuldade de serem encontradas referências locais em relação a estes papéis.

As principais características dos dois tipos de papéis estão descritas na Tabela 02.

De acordo com as Regras para Análises de Sementes (BRASIL, M.A., 1992), alguns dos parâmetros dos papéis avaliados corresponderam às especificações citadas, tais como, a acidez, o teor de cinzas e ascensão capilar média; a gramatura para o papel 2 não se enquadrou nas especificações. Quanto aos demais, não foram encontradas referências que pudessem enquadrar estes papéis como adequados ou não, para o uso em testes de germinação. Com relação à possibilidade de toxidez dos papéis, avaliação efetuada pelo teste biológico, não foram detectadas anormalidades, nas plântulas de tomate, que pudessem caracterizá-las.

Baseado em observações efetuadas durante a instalação e condução das análises pôde-se perceber maior capacidade de retenção de água pelo papel 2. Ocorreu menor perda de água pelos rolos feitos com este papel, ao serem colocados em posição vertical, principalmente com o umedecimento na razão de 2,5:1 além disso, mostraram-se "menos secos" durante as avaliações. No entanto, estas observações não ficaram comprovadas através dos dados obtidos.

A comparação entre os 2 tipos de papel-toalha foi efetuada, considerando-se as quantidades de água utilizadas na pesquisa (2,0:1 e 2,5:1) e de sementes (50 e 25), para a germinação das sementes dos 3 lotes, nas diferentes temperaturas e dias para a primeira avaliação.

Quando foi estudada a combinação 50 sementes e água 2,0:1, não foram verificadas diferenças significativas entre os papéis utilizados em nenhum dos lotes. Para o lote 1 a melhor combinação de temperatura e dias para a primeira avaliação foi a de 25°C/3 dias; para o lote 2 não foram encontradas diferenças significativas entre as combinações 25°C/3 dias; 25°C/4 dias e 20-30°C/4 dias e para o lote 3, as de 25°C/3 dias, 30°C/3 dias e 20-30°C/4 dias; a pior combinação para os 3 lotes foi a de 30°C/4 dias (Tabelas 11, 12 e 13 respectivamente, para os lotes 1, 2 e 3).

Tabela 11: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 1, obtidos com dois tipos de substratos papel-toalha, com 50 e com 25 sementes e quantidade de água 2,0:1 e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ N ^o dias para primeira ava- liação	50 sementes				25 sementes			
	2,0:1				2,0:1			
	R. papel	1	2	Médias	R. papel	1	2	Médias
25°C/3 d		70	67	68A		71	64	68A
25°C/4 d		48	49	49B		43	43	43C
30°C/3 d		55	51	53B		53	54	54B
30°C/4 d		34	34	34C		37	36	36C
20-30°C/4 d		61	55	58B		54	56	55B
20°C/5 d		58	56	57B		60	54	57B
Médias		54a	52a			53a	51a	
C.V. (%)		15,23				12,65		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 12: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 2, obtidos com dois tipos de substrato papel-toalha, com 50 e com 25 sementes e quantidade de água 2,0:1 e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	50 sementes			25 sementes		
	2,0:1			2,0:1		
	R. papel 1	2	Médias	R. papel 1	2	Médias
25°C/3 d	64	63	63A	66	66	66A
25°C/4 d	61	60	61AB	59	62	61B
30°C/3 d	56	55	55B	57	57	57B
30°C/4 d	38	45	41C	44	50	47C
20-30°C/4 d	63	63	63A	59	54	56B
20°C/5 d	58	56	57B	56	56	56B
Médias	57a	57a		57a	57a	
C.V. (%)	9,09			7,82		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 13: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 3, obtidos com dois tipos de substrato papel-toalha, com 50 e com 25 sementes e quantidade de água 2,0:1 e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira avaliação	50 sementes				25 sementes			
	2,0:1				2,0:1			
	R. papel	1	2	Médias	R. papel	1	2	Médias
25°C/3 d		79	81	80A		81	83	82A
25°C/4 d		54	60	57BC		46	38	42C
30°C/3 d		77	74	76A		80	76	78AB
30°C/4 d		45	50	47C		49	57	53C
20-30°C/4 d		76	79	78A		72	74	73AB
20°C/5 d		67	61	64B		70	71	70B
Médias		67a	68a			67a	67a	
C.V. (%)		11,29				12,70		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

A mesma comparação para 25 sementes e quantidade de água 2,0:1 indicou que a melhor combinação de temperatura e número de dias para a primeira avaliação foi a de 25°C/3 dias para os 3 lotes; para o lote 3 também não ocorreram diferenças significativas em relação a 25°C/3 dias e as combinações de 30°C/3 dias e 20-30°C/3 dias. As menores porcentagens de germinação foram obtidas com 30°C/4 dias, para os 3 lotes e 25°C/4 dias para os lote 1 e 3 (Tabelas 11, 12 e 13 respectivamente, para os lote 1 , 2 e 3).

O umedecimento dos 2 tipos de papel-toalha com a relação de 2,5:1 e com a distribuição de 50 sementes também não indicaram diferenças significativas para os lotes 1 e 2; porém, para o lote 3 verificou-se a superioridade do papel 2. Com relação aos efeitos das diferentes associações de temperaturas e de dias de avaliação, o comportamento do lote 1 foi semelhante ao obtido com a relação 2,0:1; o lote 2 apresentou menor variação ou seja, não ocorreram diferenças significativas entre 25°C/3 dias e as piores combinações (20°C/5 dias e 30°C/4 dias); para o lote 3 os resultados obtidos a 25°C/3 dias; 30°C/3 dias; 20-30°C/4 dias e 20°C/5 dias apresentaram as maiores porcentagens de germinação e não diferiram entre si mas diferindo de 25°C/4 dias e 30°C/4 dias que apresentaram os menores valores.

A associação de quantidade de água 2,5:1 e 25 sementes para a comparação dos 2 tipos de papel-toalha, não mostrou variações significativas para os lotes 1 e 3 mas, os resultados do lote 2 indicaram o papel 1 como o melhor. Essa associação mostrou diversificação de comportamento de acordo com o tipo de combinação de temperatura/número de dias para avaliações assim, para o lote 1, não houve diferença significativas entre 25°C/3 dias e 20°C/5 dias mas estas apresentaram superioridade em relação às combinações de 30°C/4 dias e 20-30°C/4 dias que forneceram os valores mais baixos de germinação. Para o lote 2, 25°C/3 dias diferiu estatisticamente de 30°C com contagens da primeira avaliação aos 3 e 4 dias que representaram as menores porcentagens de germinação; as demais combinações não diferiram entre si e nem de 25°C/3 dias e de 30°C/3 dias. Para o lote 3 as combinações de 25°C/3 dias; 30°C/3 dias; 20-30°C e 20°C não diferiram entre si e foram superiores às duas restantes (Tabelas 14, 15 e 16).

Tabela 14: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 1, obtidos com dois tipos de substratos papel-toalha, com 50 e com 25 sementes e quantidade de água 2,5:1 e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ N ^o dias para primeira avaliação	50 sementes				25 sementes			
	2,5:1			Médias	2,5:1			Médias
	R. papel	1	2		R. papel	1	2	
25°C/3 d		71	67	69A		77	64	70A
25°C/4 d		55	50	53B		56	50	53BC
30°C/3 d		49	57	53B		58	59	58BC
30°C/4 d		34	34	34C		38	38	38D
20-30°C/4 d		54	51	53B		49	54	52C
20°C/5 d		56	58	57B		66	58	62AB
Médias		53a	53a			57a	54a	
C.V. (%)		15,51				13,96		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 15: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 2, obtidos com dois tipos de substrato papel-toalha, com 50 e com 25 sementes e quantidade de água 2,5:1 e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ N ^o dias para primeira avaliação	50 sementes				25 sementes			
	2,5:1			Médias	2,5:1			Médias
	R. papel	1	2		R. papel	1	2	
25°C/3 d		67	67	67A		68	58	63A
25°C/4 d		62	60	61AB		63	59	61AB
30°C/3 d		59	61	60AB		56	58	57B
30°C/4 d		42	43	43C		45	46	46C
20-30°C/4 d		64	58	61AB		60	58	59AB
20°C/5 d		62	54	58B		59	56	57AB
Médias		59a	57a			58a	56b	
C.V. (%)		11,62				8,98		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 16: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 3, obtidos com dois tipos de substrato papel-toalha, com 50 e com 25 sementes e quantidade de água 2,5:1 e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	50 sementes			25 sementes		
	2,5:1		Médias	2,5:1		Médias
	R. papel 1	2		R. papel 1	2	
25ºC/3 d	80	79	80A	83Aa	78Aa	81A
25ºC/4 d	61	65	63B	62CDa	58Ba	60B
30ºC/3 d	75	84	80A	81ABa	79Aa	80A
30ºC/4 d	54	60	57B	49Db	59Ba	54B
20-30ºC/4 d	75	77	76A	74ABCa	72Aa	73A
20ºC/5 d	71	74	73A	72BCb	81Aa	77A
Médias	70b	74a		71a	72a	
C.V. (%)		9,84			9,30	

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

A comparação entre papéis mostrou variação de resposta em função da condição de temperatura, número de dias considerado para a primeira avaliação e dos lotes estudados mas, pode-se concluir que, no geral, a temperatura de 25°C/3 dias se destacou em relação às demais, permitindo a obtenção de maiores valores de germinação e, a pior condição foi a de 30°C/4 dias. As diferenças de qualidade dos papéis só foram detectadas quando umedecidos com a relação 2,5:1 mas, os resultados não foram conclusivos pois, para o lote 3, o melhor papel foi o 2, quando colocadas 50 sementes e, para o lote 2, com 25 sementes, obteve-se resultado superior com o papel 1.

A comparação das quantidades de água colocadas nos substratos rolos de papel-toalha foi efetuada para o papel 1 com 50 e com 25 sementes e duas quantidades de água (2,0:1 e 2,5:1) para todos os lotes (Tabelas 17, 18 e 19 respectivamente, lotes 1, 2 e 3) e para o papel 2 nas mesmas condições (Tabelas 20, 21 e 22).

Para o rolo de papel-toalha 1, quando se utilizaram 50 sementes, não foram observadas diferenças significativas com relação às quantidades de água em nenhum dos lotes; houve efeitos das combinações de temperaturas e número de dias para avaliações que, em linhas gerais, indicaram para o lote 1 comportamento semelhante às condições anteriores, ou seja, maior porcentagem de

Tabela 17: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 1, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 1, com 50 e com 25 sementes e diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 1			Rolo de papel 1		
	50 sementes		Médias	25 sementes		Médias
	2,0:1	2,5:1		2,0:1	2,5:1	
25°C/3 d	70	71	71A	71	77	74A
25°C/4 d	48	55	52B	43	56	49C
30°C/3 d	55	49	52B	53	58	55BC
30°C/4 d	34	34	34C	37	38	38D
20-30°C/4 d	61	54	58B	54	49	52C
20°C/5 d	58	56	57B	60	66	63B
Médias	54a	53a		53b	57a	
C.V. (%)		14,52			13,47	

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 18: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 2, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 1, com 50 e com 25 sementes e diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 1			Rolo de papel 1		
	50 sementes		Médias	25 sementes		Médias
	2,0:1	2,5:1		2,0:1	2,5:1	
25°C/3 d	64	67	65A	66	68	67A
25°C/4 d	61	62	61AB	59	63	62B
30°C/3 d	56	59	58B	57	56	56B
30°C/4 d	38	42	40C	44	45	45C
20-30°C/4 d	63	64	64AB	59	60	59B
20°C/5 d	58	62	60AB	56	59	57B
Médias	57a	59a		57a	58a	
C.V. (%)	9,97			7,81		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 19: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 3, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 1, com 50 e com 25 sementes e diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 1			Rolo de papel 1		
	50 sementes		Médias	25 sementes		Médias
	2,0:1	2,5:1		2,0:1	2,5:1	
25°C/3 d	79	80	80A	81	83	82A
25°C/4 d	54	61	56C	46	62	54C
30°C/3 d	77	75	56C	80	81	81A
30°C/4 d	45	54	49C	49	49	49C
20-30°C/4 d	76	75	76AB	72	74	73AB
20°C/5 d	67	71	69B	70	72	71B
Médias	70a	67a		67a	71a	
C.V. (%)		10,08			11,55	

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

germinação a 25°C/3 dias e menor resultado a 30°C/4 dias; os resultados para o lote 2 acusaram diferenças entre 25°C/3 dias e 30°C/3 e 4 dias que foram os menores valores de germinação, não diferindo das demais combinações, que apresentaram resultados intermediários entre esses valores. Para o lote 3, 25°C/3 dias superou as demais combinações, exceto 20-30°C/4 dias; as menores porcentagens de germinação foram obtidas com 25°C/4 dias e 30°C/3 e 4 dias.

Com a distribuição de 25 sementes nesse substrato, apenas o lote 1 mostrou efeito da quantidade de água, destacando a superioridade com a quantidade de água de 2,5:1. A melhor condição para o lote 1 foi a de 25°C/3 dias superando todas as demais combinações com menor resultado para 30°C/4 dias; houve o mesmo tipo de resposta para as sementes do lote 2. Já o lote 3 não apresentou diferenças significativas entre 25°C/3 dias, 30°C/3 dias e 20-30°C/4 dias, superando as demais combinações; os menores resultados couberam a 25°C e 30°C com a primeira avaliação aos 4 dias.

Com o rolo de papel-toalha 2 e 50 sementes, somente o lote 3 indicou a superioridade no uso da relação de quantidade de água 2,5:1. Para o lote 1, verificou-se a maior germinação com a associação 25°C/3 dias; esta superou às demais com exceção da 20°C/5 dias, apesar do primeiro resultado ter sido superior.

Os resultados obtidos a 25°C/3 dias, para o lote 2, indicaram efeitos significativos devido à inferioridade dos resultados obtidos com 30°C/4 dias e 20°C/5 dias, não mostrando variações significativas com as demais combinações. Para o lote 3 as maiores porcentagens de germinação foram provenientes das combinações de 25°C/3 dias; 30°C/3 dias e 20-30°C/4 dias, que superaram todas as demais; os menores resultados foram obtidos a 30°C/4 dias.

Para a comparação dos efeitos das quantidades de água adicionadas aos substratos rolos de papel 2, com 25 sementes, foi verificada a superioridade do uso de 2,5:1, só para o lote 3. Com relação as condições de temperatura e dias para a primeira avaliação para o lote 1, as melhores associações (25°C/3 dias, 30°C/3 dias e 20°C/5 dias) não diferiram entre si, apesar da superioridade numérica da associação 25°C/3 dias; as menores porcentagens de germinação foram obtidas a 25°C e 30°C ambas com avaliações aos 4 dias. Com o lote 2 houve inferioridade da combinação 30°C/4 dias, em relação a todas às demais associações, que foram iguais entre si. O lote 3 apresentou inferioridade em relação às demais, principalmente, para as combinações de 25°C e 30°C com primeira avaliação aos 4 dias.

Os resultados obtidos para estimar o efeito das quantidades de água no substrato papel-toalha, indicaram a tendência de melhores condições quando o umedecimento

Tabela 20: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 1, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 2, com 50 e com 25 sementes e diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ N ^o dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 2			Rolo de papel 2		
	50 sementes		Médias	25 sementes		Médias
	2,0:1	2,5:1		2,0:1	2,5:1	
25°C/3 d	67	67	67A	64	64	64A
25°C/4 d	49	50	50B	43	50	47C
30°C/3 d	51	57	54B	54	59	57AB
30°C/4 d	34	34	34C	36	38	37D
20-30°C/4 d	55	51	53B	56	54	55BC
20°C/5 d	56	58	57AB	54	58	56AB
Médias	52a	53a		51a	54a	
C.V. (%)	16,20			13,23		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 21: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 2, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 2, com 50 e com 25 sementes e diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ N ^o dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 2			Rolo de papel 2		
	50 sementes		Médias	25 sementes		Médias
	2,0:1	2,5:1		2,0:1	2,5:1	
25°C/3 d	63	67	65A	66	58	62A
25°C/4 d	60	60	60AB	62	59	60A
30°C/3 d	55	61	58AB	57	58	57A
30°C/4 d	45	43	44C	50	46	48B
20-30°C/4 d	63	58	61AB	54	58	56A
20°C/5 d	56	54	55B	56	56	56A
Médias	57a	57a		57a	56a	
C.V. (%)	10,92			8,90		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 22: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 3, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 2, com 50 e com 25 sementes e diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ N ^o dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 2			Rolo de papel 2		
	50 sementes		Médias	25 sementes		Médias
	2,0:1	2,5:1		2,0:1	2,5:1	
25°C/3 d	81	79	80A	83Aa	78Aa	81A
25°C/4 d	60	65	63BC	38Cb	58Ba	48B
30°C/3 d	74	84	79A	76Aa	79Aa	76A
30°C/4 d	50	60	55C	57Ba	59Ba	58B
20-30°C/4 d	79	77	78A	73Aa	721ABa	73A
20°C/5 d	61	74	68B	71ABb	81Aa	76A
Médias	68b	74a		67b	72a	
C.V. (%)		11,00			10,54	

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

desses substratos foi feito com 2,5:1 (volume de água:peso do papel) com a temperatura de 25°C e a primeira avaliação aos 3 dias.

A comparação dos papéis em relação ao número de sementes colocadas foi efetuada considerando-se o mesmo tipo de papel e quantidade de água.

Quando se utilizou o papel-toalha 1 e a quantidade de água 2,0:1 (Tabelas 23, 24 e 25) não foram observadas diferenças significativas entre o número de sementes considerado (50 ou 25) para nenhum dos lotes. No entanto, os efeitos das diferentes associações de temperaturas e número de dias para a primeira avaliação, apresentaram variações. Para o lote 1, a temperatura de 25°C/3 dias para a primeira avaliação, superou as demais combinações; a pior condição foi obtida com a temperatura de 30°C/4 dias; as demais apresentaram resultados intermediários. Com o lote 2 foram encontradas semelhanças entre 25°C/3 dias e 4 dias e 20-30°C, cabendo a pior condição a 30°C/3 dias e 4 dias. Para o lote 3 os resultados semelhantes foram para 25°C/3 dias, 30°C/3 dias e 20-30°C e de mesma forma que ocorreu para os demais lotes, o pior resultado foi obtido com 30°C/4 dias.

Com a maior quantidade de água colocada neste substrato (2,5:1), a melhor condição para o lote 1, foi

Tabela 23: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 1, obtidos com 50 e com 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 1, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira avaliação	Rolo de papel 1			Rolo de papel 1		
	2,0:1		Médias	2,5:1		Médias
	50	25		50	25	
25°C/3 d	70	71	71A	71	77	74A
25°C/4 d	48	43	45C	55	56	56B
30°C/3 d	55	53	54BC	49	58	53B
30°C/4 d	34	37	36D	34	38	36C
20-30°C/4 d	61	54	57B	54	49	52B
20°C/5 d	58	60	59B	56	66	61B
Médias	54a	53a		53b	57a	
C.V. (%)	14,39			13,60		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 24: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 2, obtidos com 50 e com 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 1, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 1			Rolo de papel 1		
	2,0:1		Médias	2,5:1		Médias
	50	25		50	25	
25°C/3 d	64	66	65A	67	68	68A
25°C/4 d	61	59	60AB	62	63	62AB
30°C/3 d	56	57	57B	59	56	57B
30°C/4 d	38	44	41C	42	45	43C
20-30°C/4 d	63	59	61AB	64	60	62AB
20°C/5 d	58	56	57B	62	59	60B
Médias	57a	57a		59a	58a	
C.V. (%)		8,46			9,41	

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 25: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 3, obtidos com 50 e com 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 1, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 1			Rolo de papel 1		
	2,0:1		Médias	2,5:1		Médias
	50	25		50	25	
25ºC/3 d	79	81	80A	80	83	82A
25ºC/4 d	54	46	50C	61	62	61C
30ºC/3 d	77	80	79A	75	81	78AB
30ºC/4 d	44	49	47C	54	49	51C
20-30ºC/4 d	76	72	74AB	75	74	74AB
20ºC/5 d	67	70	69B	71	72	71B
Médias	67a	67a		70a	71a	
C.V. (%)	11,47			10,22		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

com a utilização de 25 sementes, para os demais lotes não ocorreram variações em função do número de sementes. O comportamento das sementes devido as associações de temperaturas e números de dias para a primeira avaliação foram semelhantes às observadas para a quantidade de água, para os 3 lotes.

Para o papel-toalha 2 (Tabelas 26, 27 e 28) não foram observados efeitos significativos dos números de sementes, independente das quantidades de água adicionadas aos substratos para os 3 lotes de sementes avaliados. Com a relação 2,0:1 e as diferentes combinações de temperaturas e números de dias, o lote 1 mostrou o mesmo tipo de resposta, ou seja, melhor condição para 25°C/3 dias, resultados inferiores a 30°C/4 dias e as demais combinações resultados intermediários entre esses valores. Para o lote 2 não foram encontradas diferenças significativas para as associações 25°C/3 dias e 4 dias e 20-30°C, sendo a pior condição a de 30°C/4 dias. O lote 3 apresentou semelhanças entre 25°C/3 dias; 30°C/3 dias e 20-30°C e resultados inferiores a 25 e 30°C ambos com 4 dias para a primeira avaliação.

Tabela 26: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 1, obtidos com 50 e com 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 2, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ N ^o dias para primeira avaliação	Rolo de papel 2			Rolo de papel 2		
	2,0:1		Médias	2,5:1		Médias
	50	25		50	25	
25°C/3 d	67	64	65A	67	64	65A
25°C/4 d	49	43	46C	50	50	50B
30°C/3 d	51	54	53BC	57	59	58AB
30°C/4 d	34	36	35D	34	38	36C
20-30°C/4 d	55	56	56B	51	54	52B
20°C/5 d	56	54	55B	58	58	58AB
Médias	52a	51a		53a	54a	
C.V. (%)	13,62			15,83		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 27: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 2, obtidos com 50 e com 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 2, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 2			Rolo de papel 2		
	2,0:1		Médias	2,5:1		Médias
	50	25		50	25	
25ºC/3 d	63ABa	66Aa	64A	67	58	63A
25ºC/4 d	60ABa	62ABa	61AB	60	59	59AB
30ºC/3 d	55Ba	57BCa	56B	61	58	59AB
30ºC/4 d	45Ca	50Ca	48C	43	46	45C
20-30ºC/4 d	63Aa	54BCb	59AB	58	58	58AB
20ºC/5 d	56ABa	56BCa	56B	54	56	55B
Médias	57a	57a		57a	56a	
C.V. (%)		8,49			11,34	

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Tabela 28: Médias (%) de germinação de sementes de algodão, cv. IAC-20, lote 3, obtidos com 50 e com 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 2, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Temperaturas/ Nº dias para primeira ava- liação	Rolo de papel 2			Rolo de papel 2		
	2,0:1		Médias	2,5:1		Médias
	50	25		50	25	
25°C/3 d	81Aa	83Aa	82A	79	78	79A
25°C/4 d	60BCa	38Cb	49C	65	58	62B
30°C/3 d	74ABa	76Aa	75AB	84	79	82A
30°C/4 d	50Ca	57Ba	53C	60	59	60B
20-30°C/4 d	79Aa	73Aa	77AB	77	72	74A
20°C/5 d	61BCa	71ABa	66B	74	81	78A
Médias	68a	67a		74a	72a	
C.V. (%)	12,52			8,92		

* Letras maiúsculas: comparação de médias dentro de colunas; letras minúsculas, dentro de linhas (Teste de Tukey, 5% de probabilidade).

Os resultados obtidos com a quantidade de água baseada na relação 2,5:1, indicaram respostas favoráveis ao uso de 25°C/3 dias, 30°C/3 dias e 20-30°C para o lote 1, com o pior desempenho das sementes a 30°C/4 dias. Com o lote 2 25°C/3 dias superou as condições de 30°C/4 dias e 20°C que forneceram os piores resultados, não diferindo das demais combinações. Para o lote 3 não foram observadas diferenças significativas entre a maioria das associações de temperaturas e dias para a avaliação, com exceção, de 25 e 30°C, com as avaliações aos 4 dias, que demonstraram ser as piores condições.

4.3. Considerações Gerais

Uma análise geral dos dados obtidos indicou que, dependendo da metodologia utilizada para o teste de germinação de sementes de algodão, há variação de resultados.

Os resultados obtidos, aliados aos observados na literatura, mostraram que, em termos gerais, as metodologias especificadas nas regras nacionais para análise de sementes subestimam o potencial de germinação das sementes de algodão. Este tipo de situação não deveria ocorrer pois, supõe-se que, neste teste, as condições

especificadas devam ser as mais favoráveis ao processo de germinação.

As principais consequências implicam na possibilidade de descartes de lotes de sementes, produzidos com material genético de qualidade comprovada e em condições controladas de campo. Além disso, surgem dificuldades na comparação de resultados provenientes de uma mesma amostra, analisada em diferentes laboratórios ou num mesmo laboratório.

Nas condições do presente trabalho, verificou-se que o fator mais importante que influenciou a germinação das sementes de algodão foi a temperatura. A mais adequada foi a de 25°C; a pior condição foi com a temperatura de 30°C.

A realização da primeira avaliação do teste de germinação destas sementes, aos 3 dias, permitiu uma menor influência de microrganismos que interferem no processo de germinação, provocando aumento da ocorrência de plântulas anormais infeccionadas, que acabam por reduzir a porcentagem final de germinação. Dos substratos avaliados o que apresentou resultados mais consistentes foi o rolo de pano, umedecido com base na relação quantidade de água e peso de substrato de 2,5:1.

A associação das combinações descritas anteriormente, foi a que proporcionou as porcentagens de

germinação semelhantes às obtidas com o teste de tetrazólio e de emergência das plântulas em campo, independentemente do lote avaliado.

Dentre as combinações gerais fornecidas para a condução do teste de germinação, destacaram-se como as menos favoráveis, as efetuadas com as temperaturas de 30 e de 25°C, com a primeira avaliação aos 4 dias, associadas aos substratos rolos de papel-toalha.

Por outro lado, as comparações feitas entre os dois tipos de papel-toalha utilizados, não indicaram diferenças marcantes quanto à qualidade destes materiais, embora tenha sido observada a tendência de maior adequação com o uso de quantidade de água 2,5:1, independente do tipo de papel utilizado e do número de sementes colocadas no substrato.

Em face do exposto, é fundamental a continuidade deste trabalho, com maior número de lotes, para serem sugeridas alterações nas recomendações das regras para análise de sementes, para o teste de germinação em sementes de algodão.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados e interpretação dos resultados do presente trabalho permitem concluir: os testes de germinação de sementes de algodão devem ser conduzidos em substrato rolos de pano, umedecidos na proporção 2,5:1 (água: peso do substrato), à temperatura constante de 25°C. A antecipação da contagem intermediária para o terceiro dia após a semeadura permite maior precisão na avaliação das plântulas; dentre as alternativas estudadas para substrato, a utilização de areia é mais conveniente que a de papel-toalha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J.T.M. **Tecnologia da produção.** In: ALGODÃO-PRODUÇÃO, PRÉ-PROCESSAMENTO E TRANSFORMAÇÃO AGROINDUSTRIAL, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 96 p., 1-55, s/d/

ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. **Revista o papel.** 1977.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook.** East Lansing, AOSA, 1983. 88 p. (Handbook on seed testing. Contribution, 32).

BARROS, A.S.R. & DIAS, M.C.L.L. Aferição de testes de vigor para sementes de milho. **Informativo ABRATES**, Londrina, 2(4): 10-22, 1992a.

BARROS, A.S.R. & DIAS, M.C.L.L. Aferição de testes de vigor para sementes de feijão. **Informativo ABRATES**, Londrina, **3(1)**: 7-23, 1992b.

BELCHER, E.W. Influence of substrate moisture level on the germination of seed of selected *Pinus* species. **Seed Science & Technology**, **3(3/4)**: 594-605, 1975.

BEWLEY, J.D. & BLACK, M. **Seeds**: physiology of development and germination. Plenum Press, New York, 1985. 367 p.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E REFORMA AGRÁRIA. **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

BRIGANTE, G.P. Efeitos da época e da localização da colheita sobre a qualidade sanitária das sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, **14(2)**: 141-146, 1992a.

BRIGANTE, G.P. Efeitos de épocas de colheita e localização dos frutos na planta sobre a qualidade fisiológica das sementes de algodoeiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, **14(2)**: 135-140, 1992b.

BUXTON, D.R. & SPRENGER, P.J. Genetic variability for cottonseed germination at favorable and low temperatures. **Crop Science**, 16: 243-246, 1976.

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

CHRISTIANSEN, M.N. & JUSTUS, N. Prevention of field deterioration of cottonseed by an impermeable seedcoat. **Crop Science**, 3(5): 439-440, 1963.

CHRISTIANSEN, M.N. Influence of chilling upon seedling development of cotton. **Plant Physiology** 38:520-522, 1963.

CHRISTIANSEN, M.N. Influence of chilling upon subsequent growth and morphology of cotton seedling. **Crop Science**, 14(3): 451-454, 1974.

CIA, E.; RODRIGUES FILHO, F.S.O.; SOAVE, J.; MAEDA, J.A.; GRIDI-PAPP, I.L. Efeito de tratamentos com fungicidas na conservação de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Bragantia**, 39(8): 59-67.

COLE, D.F. & WHEELER, J.E. Effect of pregermination treatments on germination and growth of cottonseed at suboptimal temperatures. **Crop Science**, 14(3): 451-454, 1974.

COPELAND, L.O. & McDONALD, M.B. **Principles of seed science and technology**. 2. ed. Mcmillan Publishing Company, New York, 1985. p. 321.

DELOUCHE, S.C.; STILL, T.W.; RASPET, M. & LIENHARD, M. The tetrazolium test for seed viability. Mississippi State University, Mississippi, 1962. 63 p. (Technical Bulletin, 51).

FARIA, L.A.L. Efeitos de embalagens e de tratamento químico na qualidade de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), milho (*Zea mays* L.) e soja (*Glycine max* L.) Merrill) armazenadas sob condição ambiente. 1990. 122 p. (Dissertação de mestrado - Lavras-ESAL).

FERRAZ, C.A.M.; RODRIGUES FILHO, F.S.O.; CIA, E.; SABINO, N.P.; VEIGA, A.A.; REIS, A.J.; ORTOLANI, D.B.. Estudo comparativo de métodos de deslincamento de sementes de algodoeiro. **Bragantia**. 36(2): 11-22, 1977.

FRANÇA NETO, J.B. & HENNING, A.A. **DIACOM**: diagnóstico completo da qualidade da sementes de soja, EMBRAPA-CNPSO, Londrina, 1992. 22 p. (Circular Técnica, 10).

GELMOND, H. A review of factors affecting seed quality distinctive to cotton seed production. **Seed Science and Technology** 7(1): 39-46, 1979.

GODOY, R. & ABRAHÃO, J.T.M. Testes de vigor em sementes de algodão deslintadas mecanicamente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, 13(3): 83-92, 1978.

GOMES; R.B.R.; PATRICIO, F.R.A.; ORTOLANI, D.B.; MARIANNO, M.I.A. Qualidade de sementes de algodão cv. IAC-20 (*Gossypium hirsutum* L.) produzidas em São Paulo. **Informativo ABRATES**, 1(40): 82, 1991. (Resumo).

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. International rules for testing seeds. **Seed Science and Technology** 13(2), 520 p. 1985.

IRIGON, D.L. & ROSSINI, M.C. Aferição de testes de vigor para sementes de trigo. **Informativo ABRATES**, Londrina, 2(2): 7-16, 1992.

KRZYŻANOWSKI, F. & MIRANDA, Z.F.S. 1990. Relatório do comitê de vigor da ABRATES. Brasília, DF. **Informativo ABRATES**. 1(1): 7-26.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington, O.E.A. 1983. 174 p. (Coleção Monografias Científicas - Biológicas, 24).

LAGO, A.A. Testes de armazenamento para sementes de algodão. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 7(2):63-84, 1985.

LANÇON, J. & KLASSOU, C. Developing a method for testing cotton seed germination (*G. hirsutum* L.) in the laboratory. **Coton et Fibres Tropicales**, 43(4):311-317, 1988.

LAPOSTA, J.A. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). 1991. 61p. (Dissertação de mestrado - Lavras, ESAL).

LUDWIG, C.A. The germination of cottonseed at low temperatures. **Journal of Agricultural Research**, Whashington D.C., **44**(4): 367-380, 1932.

MAEDA, J.A.; LAGO, A.A.; ZINK, E.; KRZYZANOWSKI, F.C.; CIA, E.; RODRIGUES FILHO, F.S.O.; FERRAZ, C.A.M. Germinação de sementes de algodoeiro deslintadas por diferentes métodos. **Bragantia**, **36**: 253-258, 1977.

MARANI, A. & AMIRAV, A. Effect of delinting and of genitical factors on the germination of cotton seeds at low temperatures. **Crop Science**, **10**(5): 509-511, 1970.

MARCOS FILHO, J. & PACHECO, C.R.V.M. Influência da qualidade do substrato na germinação de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista "O Solo"**. Piracicaba, nº 2: 42-45, 1976.

MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: **Atualização em Produção de Sementes**, Campinas, Fundação Cargill, 1986. 223 p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230 p.

MAYER, A.M. & POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. Oxford Pergamon Press. 3^a ed. 210 p. 1982.

OTAZÚ, C.S. Efeito de métodos de deslintamento sobre o comportamento de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) no armazenamento. Piracicaba, 1986. 79 p. (Dissertação de mestrado - ESALQ/USP).

PHANEENDRANATH, B.R. Influence of amount of water in paper towel on stand germination tests. **Journal of Seed Technology**. 5(2): 82-87, 1980.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília (DF), AGIPLAN, 1977, 289 p.

PRESLEY, J.T. & SCHNATHORST, W.C. Some biochemical factors that contrihite to proneness of poor-quality cotton seed to decay and seedling disease. **Phytopathology** 52(8): 748, 1962.

ROBERTS, E.H. **Viability of seeds**. Chapman & Hall, London, 1972.

SANTIAGO, I.M. Influência do deslincamento à flama e químico sobre a germinação, o vigor e o desempenho no campo de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). Piracicaba, 1978. 70 p. (Dissertação de mestrado - ESALQ/USP).

SANTOS, C.M.; ALVARENGA, A.P.; SILVA, R.F. e ZAMBOLIM, L. Influência do substrato e do tratamento fungicida, na germinação e na incidência de fungos em sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 14(2): 151-154, 1992a.

SANTOS, V.L.M.; BANCI, C.A.; MENDOZA, R.M.; SILVA, R.F. e SANTOS, C.M. Utilização do teste de tetrazólio na avaliação da germinação e do vigor de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.), como um teste complementar ao teste padrão de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 14(2): 154-159, 1992b.

TANAKA, M.A.S. & PAOLINELLI, G.P. Avaliação sanitária e fisiológica de sementes de algodão produzidas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 6(1): 7-81, 1984.

TANAKA, M.A.S.; MARIANO, M.I.A.; LEÃO, N.V.M. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, 13(1): 73-76, 1991.

TOOLE, E.H. & DRUMMOND, P.L. The germination of cottonseed. **Journal of Agricultural Research**, Washington, D.C. 28(3): 285-293, 1924.

VERTUCCI, C.W. Kinetics of seed imbibition. In: Seed moisture Editors Phillip C. Stanwood and Milton B. McDonald. **Crop Science**, Society of América, Madison, Wi, 1989 p. 115.

VIEIRA, M.G.G.C.; PITTIS, J.E.; MACHADO, J.C.; SILVA, S.M.; LAPOSTA, J.A. Inadequabilidade do uso do teste padrão de germinação como indicativo exclusivo do desempenho de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) In: Congresso Brasileiro de Sementes, 5. Gramado, R.S. 1987. Resumo dos trabalhos técnicos, Brasília, ABRATES, 1987 P. 55.

WOODSTOCK, L.W. Seed imbibition: a critical period for successful germination. **Journal of Seed Technology**, 12(1): 1-7, 1988.

ZINK, E.; CIA, E.; IGUE, T.; CAVALERI, P.A. e FERRAZ, C.A.M. Determinação do poder germinativo de sementes de variedades paulistas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). *Bragantia*, Campinas. **28**(22): 261-272, 1969.

ANEXO

Tabela 01. Análise da variância dos dados em porcentagem transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, lote 1, obtidos em diferentes temperaturas, nº de dias para primeira avaliação e associações de substratos, quantidades de água e nº de sementes. Piracicaba, 1994.

Causas de Variação	Valores de "F"
Temperaturas (T)	82,6110**
Sistemas (S)	9,9429**
T x S	1,8921**

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 02. Análise da variância dos dados em porcentagem transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$ resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, lote 2, obtido em diferentes temperaturas, nº de dias para primeira avaliação e associações de substratos, quantidades de água e nº de sementes. Piracicaba, 1994.

Causas de Variação	Valores de "F"
Temperaturas (T)	64,8450**
Sistemas (S)	10,5556**
T x S	2,8369**

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 03. Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$) resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, lote 3, obtidos em diferentes temperaturas, nº de dias para primeira avaliação e associações de substratos, quantidades de água e nº de sementes. Piracicaba, 1994.

Causas de Variação	Valores de "F"
Temperaturas (T)	86,0469**
Sistemas (S)	35,3017**
T x S	3,5964**

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 04: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 1, obtidos com 50 e 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 1, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₂)	(S ₃ x S ₄)
Temperaturas (T)	25,7065**	29,6574**
Sistemas (S)	0,5928	4,8705*
T x S	0,7575	1,4794

**; *, indicam, respectivamente, $p < 0,01$ e $p < 0,05$

Tabela 05: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 1, obtidos com 50 e 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 2, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₅ x S ₆)	(S ₇ x S ₈)
Temperaturas (T)	22,0822**	15,1009**
Sistemas (S)	0,2255	0,1496
T x S	0,4914	0,2756

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 06: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 1, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 1, com 50 e 25 sementes e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₃)	(S ₂ x S ₄)
Temperaturas (T)	24,6306**	30,4647**
Sistemas (S)	0,3374	5,8844*
T x S	1,0918	1,6221

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 07: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 1, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 2, com 50 e 25 sementes e em diferentes temperatura, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₅ x S ₇)	(S ₆ x S ₈)
Temperaturas (T)	16,7632**	19,5215**
Sistemas (S)	0,1290	1,9367
T x S	0,3847	0,6732

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 08: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 1, obtidos com dois tipos de substratos papel-toalha, com 50 e 25 sementes, quantidade de água 2,0:1 e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₅)	(S ₂ x S ₆)
Temperaturas (T)	21,1489**	28,6939**
Sistemas (S)	1,2278	0,9398
T x S	0,2463	0,8762

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 09: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 1, obtidos com dois tipos de substratos papel-toalha, com 50 e 25 sementes, quantidade de água 2,5:1 e em diferentes temperaturas, n^o dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₃ x S ₇)	(S ₄ x S ₈)
Temperaturas (T)	19,6775**	21,9326**
Sistemas (S)	0,0288	3,6072
T x S	1,0071	2,1512

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 10: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 2, obtidos 50 e 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 1, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₂)	(S ₃ x S ₄)
Temperaturas (T)	32,9527**	24,8482**
Sistemas (S)	0,1092	0,4104
T x S	1,7101	0,7981

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 11: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 2, obtidos com 50 e 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 2, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₅ x S ₆)	(S ₇ x S ₈)
Temperaturas (T)	15,1375**	10,2630**
Sistemas (S)	0,0381	0,8287
T x S	3,1445*	1,2915

**; *; indicam respectivamente $p < 0,01$ e $p < 0,05$

Tabela 12: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 2, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 1, com 50 e 25 sementes e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₃)	(S ₂ x S ₄)
Temperaturas (T)	28,6851**	30,3584**
Sistemas (S)	3,4425	1,5394
T x S	0,1659	0,3844

**; indica probabilidade $< 0,01$

Tabela 13: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 2, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 2, com 50 e com 25 sementes e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₅ x S ₇)	(S ₆ x S ₈)
Temperaturas (T)	14,3429**	9,5514**
Sistemas (S)	0,0200	1,3470
T x S	1,3989	1,8308

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 14: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 2, obtidos com dois tipos de substratos papel-toalha, com 50 e 25 sementes, quantidade de água 2,0:1 e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₅)	(S ₂ x S ₆)
Temperaturas (T)	27,7028**	21,1128**
Sistemas (S)	0,1283	0,0731
T x S	1,3120	1,7796

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 15: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 2, obtidos com dois tipos de sub^utratos papel-toalha, com 50 e 25 sementes, quantidade de água 2,5:1 e em diferentes temperaturas, n^o dias para a primeira avaliação. Piracicacaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₃ x S ₇)	(S ₄ x S ₈)
Temperaturas (T)	16,4339**	15,5378**
Sistemas (S)	1,3958	4,0334*
T x S	1,0329	1,9695

**; *; indicam respectivamente, $p < 0,01$ e $p < 0,05$

Tabela 16: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 3, obtidos com 50 e 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 1, mesma quantidade de água e em diferentes temperaturas, n^o de dias para a primeira avaliação. Piracicacaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₂)	(S ₃ x S ₄)
Temperaturas (T)	30,9295**	23,5620**
Sistemas (S)	0,0078	0,2703
T x S	0,9639	0,6833

**; indica probabilidade $p < 0,01$

Tabela 17: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen} \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 3, obtidos com 50 e 25 sementes distribuídas em substrato papel-toalha 2 e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₅ x S ₆)	(S ₇ x S ₈)
Temperaturas (T)	22,4675**	20,3077**
Sistemas (S)	0,1658	1,3655
T x S	3,8032**	1,5033

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 18: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen} \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 3, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 1, com 50 e 25 sementes e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₃)	(S ₂ x S ₄)
Temperaturas (T)	27,1377**	27,5002**
Sistemas (S)	2,1271	2,6952*
T x S	0,9267	1,1174

**; indica probabilidade < 0,01

Tabela 19: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$), resultados dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 3, obtidos com dois níveis de umidade do substrato papel-toalha 2, com 50 e 25 sementes e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₅ x S ₇)	(S ₆ x S ₈)
Temperaturas (T)	16,6538**	27,9963**
Sistemas (S)	7,8614**	5,8596*
T x S	1,9196	3,4886**

**; *; indicam respectivamente, $p < 0,01$ e $p < 0,05$

Tabela 20: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$), resultados dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 3, obtidos com dois tipos de substratos papel-toalha, com 50 e 25 sementes, quantidade de água 2,0:1 e em diferentes temperaturas, nº de dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₁ x S ₅)	(S ₂ x S ₆)
Temperaturas (T)	26,2374**	29,3449**
Sistemas (S)	0,2448	0,0014
T x S	0,9037	0,8179

**; indica probabilidade $< 0,01$

Tabela 21: Análise da variância dos dados em porcentagem (transformados em $\text{arc sen } \sqrt{x/100}$), resultantes dos testes de germinação com sementes de algodão, cv IAC-20, lote 3, obtidos com dois tipos de substratos papel-toalha, com 50 e 25 sementes, quantidade de água 2,5:1 e em diferentes temperaturas, n^o dias para a primeira avaliação. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Valores de "F"	
	(S ₃ x S ₇)	(S ₄ x S ₈)
Temperaturas (T)	16,7844**	26,8991**
Sistemas (S)	4,8784	0,4160
T x S	0,7456	2,6299*

**; *; indicam respectivamente, $p < 0,01$ e $p < 0,05$