

CLOVIS TERRA WETZEL  
ENGENHEIRO AGRÔNOMO

**CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DA APLICAÇÃO DO TESTE DE ENVELHE-  
CIMENTO VISANDO A AVALIAÇÃO DO VIGOR EM SEMENTES DE  
ARROZ (*Oryza sativa* L.), DE TRIGO (*Triticum aestivum* L.) E DE SOJA  
[*Glycine max* (L.) MERRIL]**

PROF. FRANCISCO FERRAZ DE TOLEDÓ  
ORIENTADOR

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",  
da Universidade de São Paulo, para a obtenção do título de "Mestre" (Magister Scientiae)

PIRACICABA  
ESTADO DE SÃO PAULO  
1972

À Magaly

esposa, amiga

e companheira de trabalho,

e às filhas Beatriz,

Lucia,

Heloisa e

Vanessa

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Francisco Ferraz de Toledo pela orientação no planejamento e na condução do trabalho experimental, na interpretação dos resultados e na redação desta dissertação.

Ao Prof. Edgar do Amaral Graner, chefe do Departamento de Agricultura e Horticultura, pelas facilidades oferecidas a assistência prestada.

À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa durante o período do Curso de Pós-Graduação e pelo auxílio em material, para a confecção deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul pela bolsa concedida durante parte do período de execução dos experimentos e durante o tempo em que essa dissertação foi redigida.

# I N D I C E

	Página
1 . INTRODUÇÃO	1
2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 - Deterioração de sementes	3
2.2 - Relação entre a germinação e a emergência	8
2.3 - Conceito de vigor	10
2.4 - Métodos de vigor	15
2.5 - Determinação do vigor em sementes de arroz, trigo e soja	33
3 . MATERIAL E MÉTODO	41
3.1 - Espécies e cultivares	41
3.2 - Câmara de "envelhecimento"	41
3.3 - Germinador	43
3.4 - Substrato para germinação	43
3.5 - Procedimentos	43
3.5.1 - Determinações de umidade	44
3.5.2 - Testes padrão de germinação	44
3.5.3 - Testes de "envelhecimento"	44
3.6 - Planejamento experimental	45
3.6.1 - Primeiro experimento preliminar	46
3.6.2 - Segundo experimento preliminar	46
3.6.3 - Terceiro experimento	47
3.6.4 - Interpretação dos resultados	47
4 . RESULTADOS	48
4.1 - Determinações de umidade	48
4.2 - Testes padrão de germinação	48
4.3 - Testes de envelhecimento	52
4.3.1 - Primeiro experimento preliminar	52
4.3.2 - Segundo experimento preliminar	58
4.3.3 - Terceiro experimento	62
5 . DISCUSSÃO	94
6 . CONCLUSÕES	102
7 . RESUMO	104
8 . SUMMARY	106
9 . BIBLIOGRAFIA	108

## 1 . INTRODUÇÃO

A germinação é um dos importantes fatores da qualidade das sementes. Sua avaliação é feita em laboratório sob condições artificiais de temperatura, umidade, oxigênio, substrato, luminosidade, etc. Para um grande número de espécies cultivadas foram estabelecidos métodos de germinação. Quando reproduzidos nos diversos laboratórios de análise, êsses métodos fornecem resultados comparáveis. Isto assume grande importância no comércio, onde as compras e vendas são procedidas na base da qualidade das sementes, incluindo-se a sua capacidade de germinação.

Todavia, inumeros lotes de sementes que se comportam bem nos testes de germinação de laboratório, deixam a desejar quando semeados no campo ou quando são reanalisados após armazenamento. Isto porque êsses métodos de análise destinam-se a avaliar a capacidade máxima de germinação de uma determinada amostra de sementes, em um dado momento.

Como consequência o teste de germinação convencional vem sendo considerado insuficiente para avaliar ou estimar as propriedades fisiológicas das sementes, diante das exigências da agricultura da atualidade.

No sentido de resolver o problema, tecnologistas de sementes vem pesquisando novos métodos que permitam uma verificação mais profunda do estado fisiológico das sementes ou que pos

sibilitem uma avaliação do vigor das sementes ou das plântulas resultantes. Ou, ainda, do estágio de deterioração das sementes.

Entre os numerosos métodos desenvolvidos e propostos figura o chamado "Envelhecimento Rápido", "Envelhecimento Precoce", "Envelhecimento Acelerado", ou simplesmente "Envelhecimento". Este tem demonstrado ser promissor e de interesse prático. A sua aplicação vem sendo intensamente estudada nos últimos anos, principalmente nos Estados Unidos da América do Norte, com bons resultados.

Procurando avaliar a soma dos efeitos das condições de armazenamento sobre o estado fisiológico das sementes, especialmente no que tange à umidade e à temperatura, o método de "Envelhecimento" consiste em linhas gerais em submeter as sementes a condições adversas de temperatura (40-45°C) e umidade relativa (em torno de 100%) altas, durante um certo período de tempo e em seguida, observar a resposta através de um teste de germinação.

O propósito da realização do presente trabalho foi o de estudar o efeito do processo do "Envelhecimento" sobre a germinação de sementes de arroz, trigo e soja. Foram escolhidas sementes das espécies mencionadas pelo fato de constituírem importantes culturas econômicas no País, cobrindo anualmente uma extensa área. Também, são culturas que, pelo menos na região Centro-Sul, apresentam-se em fase de grande desenvolvimento tecnológico. E, também, porque no levantamento bibliográfico previamente feito, não se encontrou a aplicação do método para as mesmas.

O presente estudo foi conduzido no Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura e Horticultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, no período de abril de 1971 a fevereiro de 1972.

## 2 . REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 - Deterioração de sementes

O termo deterioração, relacionado à semente, tem uso relativamente recente no idioma inglês ("seed deterioration") e praticamente não está integrado ainda na terminologia técnica, no Brasil, no sentido ou significado que será objeto de consideração neste trabalho.

Muitos autores tem reconhecido a dificuldade de definir a deterioração, bem como o termo vigor, porém têm sido caracterizados os processos que envolvem tal fenômeno.

Assim, CROCKER e BARTON (1957) referiram-se à deterioração da semente como sendo causada: (a) por degeneração de enzimas; (b) pelo desaparecimento de alimentos de reserva; (c) pelo tipo de envoltório (casca) de semente; (d) pela perda de habilidade da molécula de proteína inerte para recombinar e formar molécula protoplasmática ativa; (e) por coagulação gradual das proteínas do embrião; (f) pela acumulação de produtos metabólicos; e (g) por degeneração gradativa do núcleo das células do embrião. Dessas os autores consideram a última como tendo uma evidência mais positiva.

Segundo CHRISTENSEN (1957) a deterioração de grãos armazenados é manifestada pelo decréscimo da germinação e por outros fatores que influem na qualidade do produto para a in

dústria de transformação. Alguns outros fatores podem às vezes estar envolvidos, mas os fungos causam todas as alterações deletérias nas sementes armazenadas. Para efeito do estudo de deterioração CHRISTENSEN (1957) dividiu os fungos em dois grupos: (a) de campo e (b) de armazém. No primeiro grupo os gêneros principais são: Altenaria, Helminthosporium, Fusarium, Cladosporium, Diplodia, Chaetomium, Rhizopus, Absidia e numerosos outros. Com exceção de Fusarium, que talvez possa contribuir para a deterioração do trigo, os demais desse grupo parecem não influir no armazenamento, ainda que as sementes sejam portadoras. Os fungos do armazenamento são os que se desenvolvem sobre ou dentro das sementes em condições de umidade comuns nos depósitos, principalmente Aspergillus e Penicillium. Um dos problemas que se apresenta nesta questão é separar os efeitos dos fungos de armazenamento dos devidos aos processos fisiológicos inerentes às sementes.

Embora a deterioração típica de grãos armazenados devidos aos fungos tenha sido descrita há muitos anos, só recentemente o problema foi reconhecido como de importância (CHRISTENSEN, 1957).

Considerando de uma certa forma a deterioração da semente, ou a manutenção do seu vigor, OWEN (1957) fez uma detalhada revisão bibliográfica sobre as trocas, mudanças ou alterações que acompanham a perda de viabilidade nas sementes armazenadas, com especial ênfase à respiração, microflora, modificações químicas e ataque de insetos.

Segundo QASEM e CHRISTENSEN (1958), os fungos são a principal causa da deterioração do trigo no armazenamento comercial e o mesmo provavelmente é verdade para milho. Aparentemente os processos inerentes às sementes não estavam envolvidos no dano ao germe, no estudo que os autores realizaram com sementes de milho amarelo dentado. A observação do comportamento de semente de milho armazenado, em temperaturas variando de 5 a 25°C, mostrou que o decréscimo de germinação estava associado à invasão por fungos e com a conseqüente descoloração do embrião. As amostras que apresentaram as mais baixas percentagens de germinação foram as que apresentaram as maiores percentagens de sementes invadidas por fungos do armazenamento, especialmente Aspergillus flavus e espécies do gênero Penicillium. A. flavus e A. candidus pareceram ser mais prejudiciais do que A. repens ou outros membros do grupo do A. glaucus. Estes fungos invadiram o germe preferentemente e ex-



clusivamente com frequência. Em todos os testes, a invasão dos embriões de milho pelos fungos precedeu a morte dos germes, e a morte dos germes precedeu o aparecimento da coloração escura, o que constitui a mesma sequência de eventos na danificação fúngica em sementes de trigo armazenadas em depósitos comerciais e no laboratório, relatada por outros autores.

Alterações físicas e fisiológicas associadas com a deterioração das sementes de várias espécies tem sido intensamente pesquisadas.

Vários autores (PRESLEY, 1958; CHING, PARKER e HILL, 1959; THOMAS, 1960; VAUGHAN e DELOUCHE, 1960; VAUGHAN, 1962; HELMER e outros, 1962; WEST e HARRIS, 1963) relataram a estreita associação entre a deterioração e algumas características das sementes, tais como: côr, pêsso específico, permeabilidade, energia de germinação, aumento do número de plântulas anormais, velocidade de germinação e crescimento das plântulas.

Alterações da permeabilidade tem sido frequentemente sugeridas para explicar aumentos de açucares na água onde as sementes foram colocadas por um certo período de tempo, como observou PRESLEY (1958).

Estudando a conservação de sementes, CHING e outros (1959) postularam que a deterioração progride através de três estágios distintos: (a) redução da energia de germinação; (b) aumento do número de plântulas anormais e finalmente, (c) impossibilidade para germinar.

HELMER e outros (1962) avaliaram a eficiência de vários métodos para detectar diferentes níveis de deterioração e vigor em sementes de trevo vermelho (Trifolium incarnatum).

Como foi visto anteriormente, vários autores tem dado ênfase ao papel dos fungos na deterioração de sementes armazenadas, enquanto outros tem colocado em evidência certos gêneros e espécies.

Por exemplo, PEPPER e KIESLING (1963), citam alguns fungos que provocaram a deterioração de sementes de cevada: Aspergillus spp., A. repens, Penicillium spp., P. frequentans, Rhizopus spp e R. tritici, e Mucor spp. sujeito a confirmação.

Uma conceituação ampla da deterioração das sementes foi dada por DELOUCHE (1965a,b). Segundo este autor, "as sementes individuais" de um lote deterioram-se em proporções ou velocidades variáveis. Em um dado momento, um lote poderia ser representado por uma mistura de sementes completamente mortas, sementes altamente vigorosas e todas as graduações entre esses dois extremos. A deterioração é progressiva, continua o autor, e começa provavelmente quando a semente atinge a maturidade funcional e continua em velocidades variáveis até a sua morte. Ela se manifesta nas sementes através de várias alterações físicas e fisiológicas; a perda da capacidade de germinação é uma das manifestações finais.

Num estudo sobre a conservação de sementes de várias espécies, JAMES e outros (1967) concluíram que sementes de oleaginosas geralmente deterioram-se mais rapidamente em condições de temperaturas e umidade altas, do que sementes amiláceas.

MOORE (1968) exemplificou vários sintomas de deterioração em sementes de amendoim, feijões, milho, trigo e algodão revelados por meio das técnicas de crescimento e do tetrazólio.

De acordo com CHRISTENSEN e KAUFMAN (1969) a deterioração de sementes causada por fungos do armazenamento inclui decréscimo da germinação, descoloração da semente, aumento de ácidos graxos livres, aquecimento, e produção de micotoxinas.

Trabalhando com milho, GILL (1969) fez amplo estudo sobre as consequências da deterioração em sementes armazenadas por um período de 10 meses (30°C e 57% de umidade relativa do ar). Conclui que: (a) diminuiu a atividade enzimática, medida através da descarboxilase do ácido glutâmico (53%); (b) diminuiu a respiração em termos de oxigênio absorvido (30%); (c) aumentou o quociente respiratório (22%); (d) diminuiu a velocidade de crescimento da raiz primária (51%); (e) diminuiu a rapidez de crescimento da parte aérea (coleoptilo + folhas) da plântula (36%); (f) diminuiu a emergência no 6º dia da semeadura (34%) e no 13º dia (13%); (g) embora a velocidade de germinação no laboratório tenha diminuído (36%), não houve redução acentuada da germinação total (3%); e (h) finalmente o autor observou uma redução de 15% na produção do milho.

Utilizando microscópio eletrônico, ANDERSON e outros (1970) estudaram as alterações ultraestruturais em embriões

de semente de trigo invadidos por fungos do grupo do Aspergillus glaucus.

Estudando o comportamento de sementes de arroz submetidas à diferentes condições de armazenamento, SITTISROUG (1970) ampliou o conceito de deterioração: deterioração refere-se às alterações fisiológicas e químicas que ocorrem no tecido das sementes até sua morte; as sementes, como todos os seres vivos, estão sujeitos aos processos de deterioração que finalmente resultam na morte funcional; a longevidade (etapa da vida das sementes) é determinada pela velocidade do processo de deterioração. A mesma autora cita uma hipótese formulada por Harrington, segundo a qual a deterioração da semente seria o resultado de exaustão localizada de substratos respiratórios. O conteúdo de umidade da semente armazenada seria suficientemente alto para suportar uma taxa de respiração relativamente alta, porém, não o bastante para permitir mobilização dos tecidos de reserva para a respiração do tecido do eixo embrionário.

Segundo ANDERSON (1970) muitas alterações fisiológicas e bioquímicas ocorrem durante a senescência da semente. Tais alterações incluem a deterioração, a qual se manifesta por uma maior susceptibilidade às condições adversas de germinação, seguida pela redução da viabilidade.

ABDUL-BAKI e ANDERSON (1970) verificaram que o lixiviado de açúcar da semente de cevada aumenta com a idade da semente e com a intensidade das injúrias mecânicas.

A caracterização de níveis de deterioração tem sido feita das maneiras mais variadas. Por exemplo, ANDERSON e ABDUL-BAKI (1971) utilizaram-se de embriões, de endopermas e de sementes inteiras de cevada e trigo.

Com base nos conceitos emitidos por vários autores e em resultados experimentais, a deterioração é um fenômeno complexo, inerente à vida das sementes, inexorável e irreversível. Envolve alterações físicas, químicas, bioquímicas e fisiológicas.

Embora não se tenha feito citações específicas relacionadas diretamente ao efeito de umidade e temperaturas altas na deterioração das sementes, esses fatores atuando isoladamente ou em conjunto são de fundamental importância. A literatura apresen

ta inumeros exemplos desses efeitos principalmente na viabilidade das sementes.

Infelizmente, o teste de germinação não é sensível para acusar diretamente o grau de deterioração das sementes, a não ser indiretamente quando a mesma encontra-se num estágio avançado.

## 2.2 - Relação entre a germinação e a emergência

Os testes de germinação, na forma em que são realizados nos laboratórios, têm sido muito criticados ultimamente. Isto se deve ao fato de sementes de boa germinação, muitas vezes, não apresentarem bom comportamento no campo.

WHITCOMB (1924) realizou estudos de correlação entre testes de germinação no laboratório e no campo. Encontrou que a emergência era menor em 20, 15 e 40% para trigo, aveia e cevada, respectivamente.

Em seus estudos com sementes de cebola CLARK (1942) concluiu que 66 plantas no campo (sobrevivência) eram asseguradas por uma média de 100 plântulas aparentemente normais observadas no teste de laboratório.

Em estudo sobre a germinação de sementes de algumas formas cultivadas de arroz, em laboratório e no campo, BELIZ (1948) apurou que os valores de 90%, ou mais de germinação, não significa que se obtenha no campo mais do que 60 a 70% de plantas em condições de chegarem a fase final de seu desenvolvimento, mesmo nos casos mais favoráveis. Sob a influência de condições de temperaturas baixas e outros fatores ligados à técnica experimental utilizada, as diferenças entre os resultados de laboratório e do campo foram extremamente grandes, situando-se extremos de 15 e 83%, sendo sempre maior o valor da germinação no laboratório. O mesmo autor observou que muitas amostras que se mostraram significativamente inferiores no laboratório foram significativamente superiores no campo. Não foram encontradas diferenças entre as formas cultivadas de arroz.

SHARF (1952) estudando o tratamento de sementes de algumas cucurbitáceas, encontrou sempre maiores valores no tes-

te de germinação do que na emergência; em média, para sementes de pepino a germinação foi 20% maior do que a emergência, melancia 21% e melão 25%. Até que procedimentos mais realísticos sejam desenvolvidos e adaptados, segundo êsse autor, tais fatores numéricos podem ser utilizados para converter leituras de laboratório à aproximação teórica da emergência no campo.

Usando 30 lotes de semente de milho doce, CLARK (1953) verificou que para uma germinação média de 93% a emergência foi de 58, 65 e 80%, conforme as épocas de semeadura.

Em 1921, Munn, citado por SHERF (1953), obteve emergência 25% inferior a germinação em milho. Cita, ainda, trabalho de Erickson e Porter, realizado em 1938, com um grande número de amostras de semente de soja, de vários anos, no qual àqueles autores observaram grande variação ou discrepância entre a germinação e a emergência, atribuídas a temperatura e a umidade do solo no momento da sementeação.

Ainda SHERF (1953) relatou resultados por ele obtidos com sementes de milho e soja, comparando o teste de germinação em laboratório e em casa de vegetação (substrato de areia) com a emergência; 39 lotes de sementes de milho deram, em média, 89% de germinação no laboratório, 78% na casa de vegetação e 86% de emergência. Em um outro grupo de 129 lotes de semente de milho, a germinação no laboratório foi, em média, de 90% e a emergência 83%. Trinta e oito lotes de sementes de soja apresentaram uma média de 83% de germinação no laboratório, 49% na casa de vegetação e 79% de emergência.

Discordâncias entre a germinação e emergência, em alguns casos, podem ser explicadas pela variação que ocorre no próprio teste.

3 TOOLE e TOOLE (1955) assinalaram que a variabilidade na germinação pode ser afetada pela condição fisiológica das sementes e pelo "microclima" da germinação, embora diferenças de amostragem, de métodos e de interpretação possam, também, constituir outras causas. Em seus estudos de conservação de sementes, êsses autores observaram que as variações entre as repetições em um mesmo teste eram mínimas quando a germinação era alta; eram maiores quando a viabilidade aproximava-se do nível de 50%.

Em estudo sobre a germinação de sementes de 42 espécies de floríferas, HEIT (1957) obteve resultados comparativos de testes realizados no laboratório, em casa de vegetação (substrato de solo) e no campo. As germinações em solo, na casa de vegetação e no campo sempre foram mais baixas do que no laboratório. Concluiu que a vitalidade da semente era um fator mais importante para o estabelecimento das plantas no campo e para o seu comportamento, do que uma percentagem de germinação no laboratório.

CALDWELL (1960) assinalou diferenças de 10, 30, 34 e 60% entre a germinação e a emergência de sementes de ervilha, como valores relatados por vários autores.

Segundo KJAER (1961), sementes velhas ou sementes cuja colheita foi efetuada em condições meteorológicas desfavoráveis ou, ainda, sementes cujos tegumentos foram danificados na trilha, podem apresentar uma percentagem aceitável de plântulas normais mais no laboratório e, por outro lado, uma emergência fraca no campo. Isto seria devido a falta de vigor do embrião ou à incapacidade das sementes danificadas de resistir ao ataque de fungos do solo, sobretudo sob condições meteorológicas adversas.

Contrastando com resultados aqui apresentados por outros autores, HEYDECKER (1969) dá um exemplo com referência ao estabelecimento de plântulas de ervilha, no qual 3 lotes tiveram 4 e 7% mais de emergência do que germinação, porém, no mesmo exemplo, um lote que tinha germinação de 70% só deu 32% de emergência. O autor mostrou também exemplos de variação da germinação de sementes de couve-flôr, cebola, espinafre e feijão, e devida as condições de umidade em solo seco, úmido e encharcado.

Como se pode verificar, as informações bibliográficas foram selecionadas para ilustrar a discrepância que pode ocorrer entre os resultados da análise de germinação e a emergência no campo. Tais diferenças poderão ser maiores ou menores, o que dependerá de uma série de fatores alguns dos quais inerentes a própria semente e outros ao meio ambiente, incluindo-se microorganismos, insetos e pássaros.

### 2.3 - Conceitos de vigor

Deterioração e vigor constituem aspectos de um

mesmo fenômeno complexo que ocorre em sementes. Estes termos são estreitamente associados e, muitas vezes, usados como sinônimos em tecnologia de sementes.

Como a deterioração, o termo vigor apresenta dificuldade para ser definido.

Nos últimos anos este aspecto das sementes tem sido focalizado por muitos pesquisadores. Revisões da literatura relacionada ao vigor tem sido feitas sucessivamente, tais como as de ISELY (1957), DELOUCHE e CALDWELL (1960), HEYDECKER (1969) e as de outros autores.

Segundo ISELY (1957), duas idéias, em geral, parecem entrar na maioria dos conceitos de vigor: (a) vigor propriamente dito em termos de rapidez de crescimento; e (b) susceptibilidade à condições desfavoráveis de crescimento. Essas idéias podem ser consideradas como facetas de um complexo fisiológico visto que crescimento vagaroso e plúmulas pequenas são frequentemente mais susceptíveis a condições desfavoráveis, usualmente relacionadas à umidade e à temperatura. Tais condições quando ocorrem na lavoura podem não ser suficientemente extremas para causar dano. Entretanto, podem também ocorrer certas condições, que reduzem a proporção do crescimento das plântulas e que, se a plântula não for vigorosa, pode cair prisioneira dos microorganismos do solo. Do ponto de vista da análise de sementes, um conceito amplo de vigor parece ser mais apropriado - um conceito relacionado com a probabilidade de sucesso da semente no campo. Um lote de sementes vigorosas é aquele que provavelmente terá sucesso sob uma larga faixa de condições no campo; sementes não vigorosas são menos aptas para produzir um "stand" satisfatório sob condições de campo.

ISELY (1957) sugeriu que o mecanismo usual do vigor no campo corresponde a susceptibilidade diferencial de sementes e plântulas ao ataque de organismos do solo ou existentes na semente. As condições físicas foram consideradas como secundárias uma vez que as relações de umidade e temperatura não resultam na morte de sementes fracas mas deslocam o balanço ecológico em favor dos microorganismos.

Em resumo, ISELY (1957) definiu o vigor "como sendo a soma de todos os atributos da semente que contribuem para

o estabelecimento das plântulas sob condições desfavoráveis".

Promovendo as novas idéias sobre vigor de sementes, ISELY (1958) discutiu a terminologia e os conceitos pertinentes, chamou a atenção sobre a importância do vigor e sobre a necessidade de pesquisa neste campo.

Segundo SCHOOREL (1960) o termo vigor deve ser definido em conexão com a capacidade de germinação. "A capacidade de germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento daquelas estruturas essenciais do embrião da semente, as quais para o tipo de semente em questão, são indicativas da sua habilidade para produzir plantas normais sob condições favoráveis". Em adição, o vigor da semente deve ser definido em forma similar: "uma semente é considerada mais ou menos vigorosa na dependência de sua habilidade para produzir plantas normais sob certas condições subótimas".

Citando alguns pesquisadores (MOORE, 1955; DELOUCHE e GRABE, 1958), SCHOOREL (1960) discutiu também as possíveis causas e os sintomas das perdas de vigor das sementes. Entre estas relacionou as seguintes: (a) condições de tempo desfavorável (chuva, umidade, calor, frio); (b) manejo inadequado após a colheita (trilha, secagem, etc.); (c) armazenamento prolongado sob condições desfavoráveis (envelhecimento fisiológico); (d) atividade de organismos parasitas, antes, durante e depois da colheita (insetos, fungos, etc.); (e) uso de compostos químicos; e (f) características genéticas que resultam em fraquezas nas sementes.

Os sintomas de envelhecimento fisiológico relacionados por Moore e citado por SCHOOREL (1960) são: (a) as sementes germinam mais vagorosamente; (b) o lapso de tempo requerido pela primeira e pela última semente para germinação torna-se progressivamente maior; (c) as plântulas desenvolvem pouco, crescem vagorosamente e as raízes respondem fracamente a força gravitacional; (d) a percentagem de plântulas anormais cresce e as extremidades da raiz de muitas plântulas são incapazes de crescer; (e) muitas sementes podem germinar mas são tomadas por doenças nos estágios iniciais do desenvolvimento da plântula; e (f) um número progressivamente maior de sementes não mais possuem vida e apodrecem rapidamente nas condições de germinação.

Em um glossário sobre terminologia especializada



HEYDECKER (1960) define vigor como sendo a habilidade das sementes para germinar e para produzir um bom "stand" no solo em condições sub-ótimas.

DELOUCHE e CALDWELL (1960) fizeram uma análise do conceito de vigor emitido por Isely, em 1957, assinalando que esse autor deslocou a ênfase da semente para o ambiente e ignorou as respostas das sementes sob condições favoráveis. Infere-se desse conceito que o vigor é um fator significativo somente sob condições de campo desfavoráveis.

Uma outra implicação que surge do conceito de Isely é que, segundo DELOUCHE e CALDWELL (1960), o único destino da semente de baixo vigor é a morte na condição de semente mesmo ou no estágio inicial de plântula e que as diferenças de vigor não são de importância ou não existem antes daqueles estágios.

Ainda, segundo esses autores, apesar da tendência da literatura em mostrar que diferenças de vigor afetam o rendimento das culturas, e apesar de que essa seja ainda uma consideração básica, não constitui o único fator importante. Rapidez e uniformidade de emergência estão se tornando as principais considerações junto com a percentagem de emergência ou estabelecimento das plântulas ("stand"). Isto é particularmente importante onde a aplicação de herbicidas é regulada de acordo com o estágio de desenvolvimento das plantas. A uniformidade de maturação é outra importante consideração. Assim, uma planta que amadurece mais tarde em relação a outras, contribui de alguma forma para produção porém pode realmente reduzir a qualidade da cultura como um todo.

Segundo DELOUCHE e CALDWELL (1960) parece que uma ênfase indevida foi colocada no conceito de Isely, sobre o papel dos microorganismos nas falhas de germinação de sementes de baixo vigor. O fato de que vários microorganismos são encontrados associados com sementes que não germinaram no solo, não deve conduzir necessariamente a conclusão de que aqueles microorganismos são a causa básica dessas falhas. Há evidência de que os microorganismos desempenham um papel secundário na mortalidade da semente e da plântula.

Embora o conceito de vigor de semente no sentido da susceptibilidade às condições desfavoráveis de campo tenha sérias limitações, tem grande atrativo, segundo esses autores. Con

cluindo, conceituam o vigor como sendo "a soma de todos os atributos da semente que favorecem um rápido e uniforme estabelecimento das plantas no campo".

MOORE (1963) fez uma revisão sôbre as possíveis causas das perdas de vigor durante o armazenamento, tais como problemas localizados nos embriões, injurias mecânica e natural, práticas culturais e de beneficiamento, doenças, tratamento com fungicidas e hereditariedade. O autor ilustrou através do tratamento com tetrazólio, a localização de tecidos necrosados e vivos em embriões de semente de milho, gergelim, soja e feijão de lima. Concluiu que: (a) existe um paralelismo entre a extensão e intensidade da degeneração da semente antes do armazenamento, e a manutenção da qualidade da semente durante o armazenamento; (b) a perda inicial do vigor e da vitalidade, no armazenamento, resultam principalmente de áreas de degeneração avançada e acelerada dos tecidos, mais do que de distúrbios do embrião; (c) danos mecânicos e injurias naturais são frequentemente os dois maiores pré-condicionadores da degeneração de tecidos, no armazenamento; (d) práticas culturais, doenças, insetos e peculiaridades características às sementes são conhecidas como condição prévia da vida da semente armazenada; e (e) níveis altos de umidade e temperatura no armazenamento aceleram os processos degenerativos que são iniciados em grande parte antes do armazenamento.

WOODSTOCK (1965) definiu o vigor como aquele estado de saúde, bom e ativo, e de natural robustez das sementes, o qual permite que a germinação se processe rápida e completamente sob uma larga faixa de condições ambientais.

Vigor em sentido amplo, segundo HEYDECKER (1969), denota a habilidade global das sementes de dar melhor rendimento quando semeadas. O vigor envolve em si numerosos problemas bastante distintos. Não é necessário enfatizar que há sempre dois aspectos no problema do vigor - qualidade da semente e qualidade do ambiente - os quais nunca são mutuamente substituíveis e devem ser complementares. Finalmente, o vigor que é o elo vital, também é sempre o elo mais fraco na cadeia do complexo do estabelecimento da cultura.

As causas de falta ou perda de vigor são várias e estão sempre presentes no processo de produção das sementes. HEYDECKER (1969) resume essas causas em genéricas, fisiológicas,

citológicas, patológicas e mecânicas. Tais fatores distintos, se bem que atuando juntos, determinam o vigor das sementes e das plântulas.

Segundo HEYDECKER (1969), manifestações de baixo vigor são: (a) deterioração rápida durante o armazenamento, que pode expressar-se pelo estreitamento das condições ambientais para a germinação e por um período de tempo maior, para iniciar a germinação sob condições que a induzam; (b) maior susceptibilidade à colonização por microorganismos relativamente moderados; (c) crescimento lento ou anormal das plantas resultantes; e (d) baixo rendimento.

O termo vigor com suas várias definições, de acordo com a espécie vegetal considerada, é vago, segundo Heydecker, citado por PERRY (1969), mas se tornou aceito pelos tecnologistas de sementes pelo uso comum. No entanto, esse autor define o vigor da semente como sendo uma condição fisiológica, não relacionada com o potencial de germinação, a qual influencia a emergência de uma amostra de sementes.

Em simpósio recentemente realizado, onde o vigor de sementes foi discutivo, DELOUCHE (1971) referiu-se à conceituação apresentada por Te May Ching: "o vigor de um lote de semente resulta da interação de fatores genéticos e ambientais".

Ainda que possa ser assinalado um certo conflito entre os conceitos de vigor emitidos por vários autores, o fenômeno parece ter ficado bem caracterizado. Seu conhecimento e identificação afiguram-se como mais importantes do que as definições nem sempre faceis e os conceitos nem sempre completos.

O que ressalta de interêsse prático é a possibilidade, de uma vez reconhecida a importância do vigor das sementes ou das plântulas, poder determinar ou avaliar o vigor através de métodos que venham abrir assim uma nova dimensão no contrôle da qualidade das sementes.

#### 2.4 - Métodos de vigor

Desde o desenvolvimento, na Alemanha, do teste "Tribkraft" em 1911, e os primeiros estudos sobre o "cold test",

nos Estados Unidos, em 1923, inumeros outros procedimentos tem sido desenvolvidos ou propostos para avaliar o vigor das sementes e das plântulas, de maneira direta ou indireta.

O teste "Tribkraft" se baseia na capacidade ou força das plântulas para atravessarem uma camada de tijolo tritura do; já o "cold test" se baseia na capacidade das sementes e plântulas resistirem à temperaturas baixas e aos microorganismos, durante a primeira fase da germinação.

Discutindo as diferenças entre pontos de vista na Europa e nos Estados Unidos, no que se refere ao critério de análise de germinação e à interpretação da terminologia técnica, FRANK (1950) considerou que se um teste é realizado sob condições ótimas, estaria se falando sobre teste de germinação; porém se o objetivo fosse usar resultados de testes de germinação em solo ou testes conduzidos de tal forma que os resultados se aproximassem ao teste de solo, não se poderia falar em poder germinativo, mas em vigor de plântula. Os tecnologistas de sementes, na Europa, segundo o autor, consideram a germinação obtida em papel mata-borrão como um critério mais estável do que os testes em solo, a despeito do fato de os resultados do teste de solo geralmente serem mais aproximados ao "vigor da plântula de semente".

WORTMAN e RINK (1951) encontraram correlação entre a resposta do "cold test" e as danificações visíveis provocadas no beneficiamento das sementes de 2 híbridos de milho; para um dos híbridos o período de 6 dias de esfriamento foi melhor, e para outro, 12 dias.

Uma revisão bibliográfica sobre métodos químicos para avaliar a viabilidade das sementes foi realizada por SMITH e THRONEBERRY (1951) que também estudaram o mecanismo das reações do tetrazólio em embriões de milho.

ISELY (1952) fez uma revisão de literatura sobre o emprêgo do método de tetrazólio em sementes pequenas.

A umidade do substrato, a re-utilização do solo, a época e lugar em que o solo foi coletado e os métodos de armazenar o solo foram os fatores encontrados por SVIENT e ISELY (1955) como sendo os que mais afetaram o "cold test" em milho. A atividade dos microorganismos não foi afetada pelos vários procedimen-

tos empregados.

Segundo CROSIER (1957), a prática de analisar sementes de milho utilizando temperaturas baixas e solo contaminado com Giberella zeae, foi iniciada por Dickson em 1923, o qual observou que o tempo necessário para a emergência aumentava gradativamente entre as temperaturas de 90 e 75°F, e desta, mais rapidamente para a temperatura de 47°F. Quando o solo continha Giberella zeae um menor número de plântulas e plântulas mais fracas emergiam à 47°F do que em temperaturas mais altas. Ainda, segundo esse autor, Dickson e Holbert, em 1926, verificaram que linhagens de milho que se comportavam bem em "cold test" de 54°F ( $\pm 12,2^{\circ}\text{C}$ ) também produziram "stands" satisfatórios no campo.

Fazendo uma análise crítica das maneiras de conduzir o "cold test" e dos fungos envolvidos, CROSIER (1957) chegou as seguintes conclusões: (a) Giberella zeae e Pythium spp. são os fungos predominantes do apodrecimento das sementes, mas outras espécies de microorganismos podem enfraquecê-las ou destruí-las quando em germinação à 46°F ( $\pm 7,5^{\circ}\text{C}$ ) ou em temperatura mais alta; (b) o comportamento de um dado lote de sementes poderia ser o guia para a condução de todos os "cold tests"; (c) rolos de papel-toalha oferecem certas vantagens sobre caixas plásticas, sacos de polietileno e caixas de madeira na casa de vegetação, ("greenhouse flats and green house beds") para a realização de "cold tests"; (d) o teste de solo seco é útil na determinação da emergência de milho doce quando semeado em solos secos e quentes; (e) os fungos são capazes de desenvolverem-se em solos bastantes secos, porém que permitam a germinação da semente de milho; e (f) o teste de solo inundado ("flooded soil test") é mais severo do que o "cold test" comum, na avaliação do valor de semeadura da semente de milho; mede a habilidade de fungicidas resistirem à lavagem em sementes tratadas.

Paralelamente à aplicação do "cold test" em milho para avaliar o vigor, CROSIER (1958) aventou a possibilidade de avaliar também o tratamento das sementes com fungicidas protetores (como o teste de "inundação") com relação a rachaduras do pericarpio. Concluiu que o índice de rachaduras do pericarpio da semente era um bom indicador do comportamento de um lote de semente de milho em solo frio.

Além do milho, o método do "cold test" foi experimentado para sementes de outras espécies.

CLARK e BALDAUF (1958) desenvolveram um "cold test" para sementes de ervilha, empregando como substrato solo com 70% de umidade e temperaturas de 4 a 6°C durante um período de 7 dias, seguido pelo uso de temperaturas de 16 a 18°C, durante 8 dias. Encontraram uma correlação mais alta deste teste com a emergência, do que da germinação com esta.

ISELY (1958) comenta que, após 50 anos de estabelecimento e vulgarização dos procedimentos da análise de sementes, apenas dois aspectos eram considerados para avaliação de sua qualidade: germinação e pureza física, com uma extensão, o exame de sementes de plantas invasoras. Problemas relacionados com as doenças transmissíveis pelas sementes, pureza varietal e vigor não eram, em geral, considerados, pelo menos nos Estados Unidos da América do Norte. Taxas baixas de emergência ou insuficiente população de plantas por unidade de área eram normais ou menos evidentes em algumas culturas.

Se avaliações do vigor deveriam tornar-se uma realidade colocada à serviço da agricultura, várias coisas teriam que acontecer, segundo ISELY (1958): (a) esclarecimento de termos e conceitos pertinentes; (b) reconhecimento da importância do vigor da semente; (c) realização de pesquisa; e (d) integração entre os programas de pesquisa existentes.

Naquela época, esse autor chamou à atenção para os pontos que deveriam ser considerados no estudo e estabelecimento desse tipo de teste: (a) o nível de vigor para o qual o teste deveria ser calibrado; (b) adaptação de testes diretos ou indiretos; (c) padronização de testes que pudessem ser reproduzidos; e (d) o fato de que os métodos deveriam, se possível, ser razoavelmente simples, capazes de serem conduzidos pelos técnicos de laboratório e não exigir investimentos elevados e equipamentos especializados.

Trabalhando com algodão, PRESLEY (1958) verificou que a permeabilidade do protoplasto, a qual podia ser medida através da condutividade dos eletrólitos, fornecia uma boa informação a respeito do grau de deterioração das sementes. Concluiu que o protoplasto sadio permitia a saída, através das membranas ce

lulares, somente de pequenas quantidades de eletrólitos para a água onde as sementes eram colocadas; a danificação ou injúria resultava em modificações dentro do protoplasto as quais alteravam as propriedades de semi-permeabilidade de suas membranas; a leitura da condutividade da água, onde as sementes haviam sido colocadas por 15 minutos, à temperatura de 50°C, estava diretamente relacionada com a deterioração das sementes, acompanhando a viabilidade das mesmas; esta técnica poderia ser aplicada às sementes oleaginosas de outras espécies, tais como mamona, soja, amendoim e girassol.

Comparando os resultados do teste de tetrazolio realizado em sementes de aveia, cevada, centeio e trigo com o teste de germinação prescrito pelas regras da Associação dos Análises Oficiais de Sementes, dos Estados Unidos da América do Norte, COPELAND e outros (1959) verificaram que apenas 3% das amostras estavam fora da tolerância para 400 sementes testadas.

Estudando a influência de vários tipos de substrato de areia, solos naturais, autoclavado e infestado com fungos do gênero Pythium, na germinação de semente de milho, soja e espinafre, combinando diferentes temperaturas, RICE (1960) tentou estabelecer um método para avaliar a capacidade dessas sementes suportarem condições desfavoráveis de campo. Foi observada enorme variação de germinação, sendo que as menores porcentagens ocorreram sempre que os tratamentos associavam temperaturas baixas e solo natural.

Hotles e Huelson, e Tatum, citados por THOMAS (1960), sugeriram que os materiais lixiviados das sementes servem como alimentos que promovem o crescimento dos fungos. Eles demonstraram a relação entre a permeabilidade da semente e a germinação ou a reação ao "cold test" medindo a turbidez da água em que as sementes foram colocadas.

Resultados de experimentos conduzidos por THOMAS (1960) indicaram que a condutividade da água, em que sementes de mamona foram colocadas, apresentou correlação estreita com os valores obtidos no "cold test". O autor propôs uma fórmula, baseada no peso de 100 sementes e no valor de resistência elétrica para predizer o "stand" no "cold test". Concluiu que as determinações químicas e cromatográficas das quantidades de açúcares na água lixiviada das sementes não foram tão precisas e rápidas como a condutividade medida pela ponte de Serfass.

Mostram assim, alguns trabalhos, que as sementes que absorvem água rapidamente, quando colocadas em substrato úmido, são as que encontram-se num estágio mais avançado de deterioração, em relação com aquelas que permanecem firmes sem absorver água ou absorvendo quantidades mínimas, por um certo período de tempo.

VAUGHAN e DELOUCHE (1960) estudaram a proporção entre sementes turgidas e a viabilidade em sementes de trevos vermelhos, branco e encarnado (Trifolium pratense, T. repens e T. incarnatum). Verificaram que a taxa de embebição estava estreitamente associada com a viabilidade, em termos de percentagens de germinação, durante as primeiras 4 horas de incubação. As sementes que se apresentavam turgidas no fim de 1 hora estavam geralmente mortas; a percentagem de sementes que permaneciam firmes, depois de 2 horas e meia, no papel mata-borrão umidecido, correspondia perfeitamente à percentagem de germinação na maioria dos lotes estudados.

HEYDECKER (1960) propôs um teste de solo composto para medir o vigor de plântulas, o qual inclui a escolha de combinações de umidade, ar, obstrução física, possível potencial patogênico e talvez temperatura.

GERM (1960) descreveu a metodologia de um teste de vigor para sementes de trigo, centeio e cevada na qual as sementes são colocadas a germinar em solo e sobre papel de filtro, em completa escuridão, à temperatura de 10°C, por 11 a 13 dias dependendo da espécie (teste de exaustão, no qual é consumida quase toda a reserva da semente). Para que uma plântula seja considerada vigorosa, o comprimento de coleoptilo deverá atingir no mínimo a 4 cm para centeio em 11 dias, para trigo em 12 dias e para cevada em 14 dias; as plântulas de trigo deverão ter pelo menos duas raízes e as demais espécies citadas, 4; o comprimento de todas as raízes deverá ser no mínimo de 3 cm para cevada de inverno, 6 a 7 para trigo e 7 cm para centeio.

WILES (1960) estabeleceu um método para avaliar o vigor de sementes de algodão. De acordo com este método as sementes são de baixo vigor se a percentagem de germinação a 20°C for mais baixa do que a 30°C.

Ao invés de temperatura, como no "cold test",



CALDWELL (1960) propôs o emprêgo de temperatura alta, de 30°C, subtrato de areia esterelizada com umidade de 70%, para separar lotes de ervilha mais aptos à emergência. O autor apoiou sua proposta no fato de ter encontrado boa correlação entre êste teste e a emergência; o teste fisiológico proposto não estaria sujeito às dificuldades dos testes patológicos conduzidos em solo; o teste seria suficientemente severo para detectar os lotes de baixo vigor; e o uso de condições controladas (substrato esterelizado, temperatura e umidade) o tornariam adaptável para padronização entre seus usuários.

A utilização da atividade enzimática, também, tem sido usada para avaliar o vigor das sementes, como a técnica descrita por LINKO (1961), baseada na descarboxilase do ácido glutâmico (teste GADA).

TSENG e LIN (1962) estudaram os efeitos do pêso de sementes de arroz sôbre várias características da cultura. Os resultados indicaram que dos parâmetros utilizados para separar as amostras de diferentes pêsos, através do vigor, vários foram equivalentes, a saber: (a) velocidade de germinação à temperatura de 25 e 32°C com contagens, respectivamente, no 6º e 9º dia do início do teste; (b) teste de germinação à 25°C; e (c) emergência em solo no ambiente. Observaram também, êsses autores, uma competição muito intensa entre plântulas de diferentes níveis de vigor (mudas pequenas e grandes) quando plantadas na mesma cova.

DELOUCHE e outros (1962) fizeram uma intensa revisão bibliográfica sôbre o teste de tetrazólio, que foi apresentada em um manual a respeito desse procedimento. Descreveram a metodologia para testar 36 espécies citadas, além de brássicas e cucurbitáceas. Além do teste de tetrazólio, nesta revisão os autores discutiram os chamados métodos físico-químicos, os métodos baseados na coloração das sementes por certos produtos e na atividade enzimática, bem como, outros métodos para determinar a viabilidade das sementes. Citando vários investigadores, esses autores relacionaram os emprêgos do teste de tetrazólio para revelar perdas de qualidade e a deterioração das sementes, devidos à danificações mecânicas, temperaturas baixas e altas, umidade e fumigação.

Baseando-se no teste topográfico de tetrazólio, MOORE (1963) propôs um método para predizer a armazenagem de lotes de sementes.

O uso de saes de tratozólíio, segundo COLBRY e outros (1963), foi iniciado em 1941 por George Lakon, na Alemanha, em substituição a um sal tóxico de selênio que era empregado no estudo de sementes. Esse teste se baseia no princípio de que através da respiração, os tecidos vivos liberam oxigênio o qual reage com o sal de tetrazólíio em solução incolor e produz um pigmento vermelho. Enquanto o tecido dos embriões em plena vitalidade se colore de vermelho intenso, os mais velhos mostram uma coloração vermelho pálida numa variação de matizes e o tecido dos embriões mortos permanece com sua cor natural. O teste de tetrazólíio permite determinar a viabilidade potencial e classificar o vigor das sementes em um lapso de 15 minutos à 24 horas, além de apresentar outras utilidades, como avaliação de sementes dormentes, duras ou que tenham sido danificadas por geadas.

Os métodos que tem sido propostos para determinar o vigor de plântula, segundo GRABE (1964), são usualmente baseados em um dos seguintes critérios: (a) características da germinação associadas com taxa de crescimento; (b) germinação sob condições de "stress"; (c) sobrevivência sob condições extremas ou de "stress" antes de fazer a germinação, sob condições favoráveis; (d) características físicas das sementes; (e) tingimento pelo tetrazólíio. O objetivo primário no desenvolvimento deste teste tem sido a predição do sucesso relativo de lotes de sementes na produção de "stands" satisfatórios. Esse autor fez uma revisão de trabalhos realizados por vários pesquisadores, nos quais a viabilidade de sementes de arroz, milho e trigo tinham sido associadas a atividade de descarboxilase do ácido glutâmico (teste GADA). Tais trabalhos sugeriram a possibilidade de correlacionar o teste GADA com a deterioração de sementes armazenadas e as perdas de vigor de plântulas.

GRABE (1964) comparou o teste GADA com outras medições para avaliar a deterioração e o vigor de plântulas de aveia e milho. De todos os testes, GADA foi o mais sensível seguido pelo índice de vigor baseado no comprimento do coleoptilo, resposta ao "cold test" e germinação. Observou que os primeiros estágios da deterioração não afetaram a habilidade das sementes em produzir um bom "stand". Concluiu que testes de vigor baseados no comportamento de germinação pareciam ser melhores para prognosticar a emergência, enquanto que os testes baseados na medição da atividade enzimática pareciam mais adaptáveis para medir outros aspectos do vigor.

Velocidade de crescimento do embrião, da plântula ou de algumas de suas partes, tem sido estudadas como expressões do vigor.

Usando sementes de feijão de lima (Phaseolus lunatus var. macrocarpus), da variedade Thorogreen, que podem ser separadas pela cor do cotilédone, POLLOCK e TOOLE (1964) obtiveram dados nos quais se apoiaram para sugerir que a resposta do embrião ao tratamento de frio seria uma expressão do vigor e poderia oferecer algum potencial como um teste de vigor. Verificaram que os eixos embrionários isolados absorvem água em estágios bem definidos; no primeiro, a rápida absorção é devida a embebição e no segundo é devido ao crescimento. O primeiro estágio, ou seja o tempo necessário para que o eixo atinja um teor de 50% de água (10 minutos nas condições do ensaio), foi um período extremamente crítico para a germinação. A temperatura durante esta fase determinava o subsequente crescimento do eixo embrionário. Foram utilizadas temperaturas de 5, 15 e 25°C; quando a fase de inibição sensível à temperatura ocorreu à 25°C, as sementes ficaram protegidas contra um subsequente período prolongado de esfriamento, entretanto quando ocorreu em temperaturas mais baixas, resultou na injúria ou morte das plântulas.

Para responder a questão, se a velocidade do crescimento inicial das plântulas pode proporcionar um acurado prognóstico do subsequente crescimento sob condições favoráveis, WOODSTOCK e COMBS (1964) compararam alguns possíveis índices de vigor de plântulas de milho. Sementes de milho doce foram submetidas a diferentes doses de raio gama para obter vários níveis de vigor. Foram comparados índices baseados no comprimento da raiz, do coleoptilo e do eixo embrionário e o peso fresco das plântulas. De acordo com os critérios estabelecidos nesta investigação, o crescimento do coleoptilo, foi considerado como a melhor base para prever o subsequente comportamento da plântula.

Uma comparação entre testes de vigor realizada por vários laboratórios com duplicatas de amostras de sementes de beterraba, brócoli, fava e espinafre foi relatada por HEYDECKER (1965). Foram aplicados os seguintes procedimentos: (a) testes de tetrazólio; (b) teste do tijolo moído ("brick dust"); (c) teste de vigor em rolo de papel; (d) teste de solo com umidade múltipla; (e) temperaturas altas e baixas; (f) pressão de umidade colocando as sementes numa solução de um agente osmótico ("polyethylene

glicol", comercialmente designado como "carbowx 6000"). O exame dos dados dos testes de germinação mostraram que houve concordância entre os resultados obtidos em todos os laboratórios; no entanto ocorreram discrepâncias consideráveis, em certos casos, entre os resultados de diferentes testes de vigor e também entre resultados da aplicação de um mesmo teste de vigor nos diferentes laboratórios. O autor concluiu que o vigor engloba um complexo de propriedades que podem ser desejáveis para conceber testes que apresentem resposta à problemas específicos e limitados

Trabalhando com sementes de milho, WOODSTOCK (1965) afirmou que o alto grau de correlação encontrado entre os índices de respiração durante as primeiras horas de germinação e o subsequente crescimento das plântulas, oferece a possibilidade de uma medição quantitativa extremamente rápida, a qual pode externar os "potenciais de crescimento" de diferentes lotes de sementes na presença ou ausência de tipos específicos de danificações.

Pesquisas conduzidas por WOODSTOCK e FEELEY (1965), em milho, mostraram uma relação significativa entre a taxa de crescimento das estruturas do embrião durante os 3 e 4 dias de germinação e a taxa de crescimento das plântulas de 4 a 6 dias. Igualmente, o crescimento das plântulas no laboratório durante a primeira semana foi correlacionada com o crescimento entre 2 e 3 semanas. No entanto, a significância destas correlações foram acentuadamente reduzidas nas temperaturas entre 5 e 10°C. Apesar disso, as velocidades de crescimento inicial refletiram danificações nas sementes. As taxas de respiração durante as primeiras horas de germinação estiveram correlacionadas significativamente com o subsequente crescimento das plantas. Concluíram os autores que as medidas da respiração podem proporcionar um método rápido e sensível para detectar vários tipos de injúria nas sementes, tais como, danos provocados por aquecimento e esfriamento, e, por esse meio proporcionar uma indicação útil do vigor.

Estudando os danos produzidos em sementes de algodão pela colhedeira em várias situações DOUGLAS e WINSTEAD (1965) relataram que a redução do vigor da semente, avaliado pelo método de Wiles, estava correlacionada com a severidade do dano.

Em um estudo com sementes de milho GRABE (1965) encontrou que a longevidade estava associada com a atividade de descarboxilase do ácido glutâmico (teste GADA) procedida antes do

armazenamento das sementes e com a taxa de crescimento das raízes das plântulas, enquanto que não houve associação com a resposta ao "cold test" e a germinação. Ao contrário, encontrou uma relação mais estreita da emergência com a germinação e com o "cold test", do que com o teste GADA e a taxa de crescimento. Concluiu que são necessários diferentes tipos de testes de vigor para avaliar os lotes de sementes quanto ao comportamento no armazenamento e quanto a habilidade das sementes em estabelecer-se no campo.

Trabalhando com sementes de soja, ZINK (1966), avaliou os efeitos imediatos e latentes de danificações mecânicas através de testes de germinação e de emergência.

WOODSTOCK (1966) propôs um teste de respiração específico adaptado para a determinação do vigor de semente de milho e, em 1967, sugeriu a possibilidade de aplicação desse teste às sementes de ervilha e outras espécies

Também MOORE (1968) teceu considerações a respeito dos métodos de diferentes testes de vigor. O primeiro teste de vigor a ter aceitação generalizada foi o teste "triebkraft"(\*) desenvolvido na Alemanha em 1911, por Hilner. Posteriormente, este teste foi substituído na Suécia pelo teste de penetração do papel. Neste teste as sementes de cereais eram semeadas sobre areia umidecida e cobertas com uma folha de papel especial; sobre o papel era colocada uma fina camada (2,70 cm) de areia também umidecida; as sementes assim acondicionadas eram colocadas para germinar à temperatura de 20°C e as plântulas que emergiam do substrato, consideradas fortes ou vigorosas, eram contadas no 8º dia.

Diferenças de textura, estrutura e microflora de solos não esterilizados, em temperaturas favoráveis, constituem problemas, segundo MOORE (1968), para a padronização e reprodução de resultados dos testes de vigor em solo.

Ainda segundo o mesmo autor, os variados procedimentos dos "cold tests", considerado por alguns como um teste de Phytium, encontraram grande aceitação entre os produtores de semen

---

(\*) designação no idioma alemão, posteriormente substituída pelo termo "Ziegelgruswert"; "brick gravel test" e "brick dust test" nos Estados Unidos.

tes de milho nos Estados Unidos da América do Norte. Embora não seja fácil a padronização de todas as condições desse tipo de teste, individualmente, um laboratório poderá obter resultados aceitáveis entre as repetições. Os testes de tetrazólio proporcionam conhecimento adicional sobre as sementes que sucumbem no "cold test",

Segundo MOORE (1968), o teste de exaustão desenvolvido por Germ, que envolve a germinação e o desenvolvimento das plântulas em condições de escuridão completa e umidade adequada está sendo usado extensivamente e com sucesso na Austria e Escócia. Este teste não é tão severo quanto o "brick gravel test" ou o "cold test", mas enfatiza os tipos de fraqueza das sementes que se refletem na alongação do broto e das raízes das plântulas. Muitas dessas deficiências são também reveladas por outros testes de vigor, em diferentes maneiras.

Nos Estados Unidos da América do Norte, ainda segundo MOORE (1968), muitos laboratórios de firmas comerciais, e alguns oficiais, iniciaram o uso do teste de tetrazólio, o qual vai gradualmente se expandido a medida que as pessoas se tornam mais familiarizadas com esse procedimento.

MOORE (1968) relatou o teste de emersão das sementes em água a 40°C por 4 horas antes de iniciar a germinação em condições favoráveis, o qual obteve aceitação pelo menos na Jugoslavia para testar semente de milho e na Rússia para semente de ervilha.

Muitos outros tipos de teste tem sido relatados como capazes de preencher necessidades locais. Estes testes, segundo MOORE (1968) incluem: (a) envelhecimento acelerado através da temperatura de 40°C em condições de 100% de UR às quais as sementes são submetidas antes da germinação sob condições normais; (b) emersão das sementes em soluções de cloreto de amônio, hidróxido de sódio ou peróxido de hidrogênio, antes do início da germinação; (c) testes de crescimento em temperatura alta; (d) medição do lixiviado da água em que as sementes foram colocadas; (e) medição do CO<sub>2</sub> na respiração de sementes umidecidas; (f) testes de amido, vácuo, Raio-X, etc. Muitos desses testes envolvem a avaliação das sementes como um todo, em massa e não cada semente individualmente. Estes, em geral, não constituem testes muito refinados, mas eles tem o seu lugar. Os testes de envelhecimento acelerado

e de emergência, os quais abrangem um teste de crescimento permitem tomar decisão sobre cada semente individualmente, provavelmente mereçam consideração especial.

Com uma discussão sobre o problema do vigor, causas e manifestações do vigor, HEYDECKER (1969) fez também uma análise crítica dos testes de vigor e dividiu-os em três categorias: (a) índices de vigor; (b) expressão de vigor; e (c) emergência no solo. Na primeira categoria considerou os testes físicos, como o do tamanho das sementes e do emprêgo do Raio-X; testes bioquímicos, como os testes de tetrazólio, do ácido fucsínico e o da des-carboxilase do ácido glutâmico; e testes fisiológicos, como o da condutividade da corrente elétrica e o da respiração. Como expressão do vigor, dentro da segunda categoria, esse autor considerou os vários testes modificados de germinação em laboratório, como a velocidade de germinação ou energia germinativa ou uniformidade de germinação, bem como, os testes de exaustão, de pressão de temperatura e umidade, de penetração e o teste de avaliação de plântula. Como testes de emergência de plântula em solo, na terceira categoria, o autor incluiu o teste de emergência normal, o "cold test" e o teste de auto-proteção.

Em sua análise crítica de cada um dos tipos de testes de vigor, HEYDECKER (1969) colocou em destaque que os métodos físicos não dão informação sobre o estado fisiológico e a sanidade das sementes; o teste de exaustão poderá apresentar resultados duvidosos se o período do tratamento for prolongado; é difícil obter e manter as condições para o teste de pressão de umidade e aeração reduzida; o método de penetração é duvidoso, como um teste de vigor; é difícil padronizar as condições para os testes de emergência no laboratório e no campo.

Ainda que apontando as limitações de cada um dos outros testes de vigor, HEYDECKER (1969) considerou-os como úteis, bons e promissores. Entre, estes, o teste de pressão de temperatura tem sido considerado trabalhoso, porém valioso para certos propósitos, pois apresenta a característica de medir uma expressão do vigor através da germinação das sementes e da sobrevivência das plântulas em uma larga faixa de temperatura.

O emprêgo de condições adversas de umidade e temperaturas elevadas, as quais as sementes são submetidas, antes de fazê-las germinar sob condições favoráveis, também tem sido utili-

zadas para avaliar o vigor. É o teste de envelhecimento acelerado.

Assim, utilizando temperatura de 40°C, em condições de 100% de umidade relativa do ar, ABRAHÃO e TOLEDO (1969) compararam períodos de 24 e 48 horas de permanência de sementes de 3 variedades de feijão na câmara de envelhecimento, através do teste de germinação padrão. Concluíram que a técnica utilizada, no período de 48 horas, se mostrou satisfatória para avaliação do vigor de sementes de feijoeiro.

CARVALHO (1969) utilizou o teste de envelhecimento para diferenciar os níveis de vigor de sementes de cowpea (Vigna sinensis) submetidas a vários tratamentos para provocar danos mecânicos. O envelhecimento foi feito a 42°C, 100% de umidade relativa do ar, durante 5 dias. Para a mesma finalidade, empregou também testes de germinação, de emergência em areia e de respiração; utilizou, ainda como índices, os valores obtidos na primeira contagem do teste de germinação e o peso seco das plântulas obtidas no teste de emergência. Todos os testes e índices utilizados foram bons para avaliar o grau de danificação, segundo as intensidades de impacto das sementes contra uma chapa de metal fixa; para avaliar estes impactos em sementes com vários teores de umidade, somente os testes de germinação, de "primeira contagem", de envelhecimento e de emergência apresentaram resultados altamente significativos; a interação entre intensidade de impacto e o teor de umidade da semente apresentou resultado altamente significativo no teste de emergência sob o ponto de vista estatístico; o teste de respiração parece ter sido o menos efetivo para detectar as diferenças entre os fatores estudados.

A velocidade de emergência, como expressão do vigor, e sua correlação com índices de crescimento tem sido também objeto de pesquisa.

Estudando a velocidade de emergência em relação a profundidade da sementeira, WANJURA (1969) concluiu que o período necessário para emergência é um bom indicador do vigor de plântulas e da habilidade potencial de produção do algodão. Os lotes de alta qualidade não foram afetados pelas profundidades de sementeira (5,1, 7,6 e 10,2 cm) enquanto a sobrevivência nos lotes de baixa qualidade foi maior na profundidade de 10,2 cm.



Com base na velocidade de emergência, emergência total e peso seco de plântulas, os resultados obtidos por MIXON (1969) indicaram que a rapidez de emissão das radículas em sementes de amendoim, à temperatura de 25°C, podem proporcionar uma medida do vigor das sementes.

Considerando os vários fatores que afetam a germinação de sementes de cereais, GORDON (1969) sugeriu o estudo da possibilidade do uso da "resistência à germinação" determinada através de uma técnica estatística por ele desenvolvida para prever o estabelecimento das plântulas no campo.

Em um estudo com ervilha, PERRY (1969) concluiu que a falha na emergência de sementes de baixo vigor era causada parcialmente por sua maior susceptibilidade aos patógenos do solo e parcialmente pela sua germinação, sendo elas mais sensíveis à temperaturas baixas e condições anaeróbicas do que as sementes de alta qualidade; a produção da cultura proveniente de sementes de baixo vigor foi menor (16,5 e 18%) do que aquela de sementes de alto vigor; a medição da condutividade elétrica da água na qual as sementes foram colocadas e a avaliação do vigor das plântulas mostrou serem os métodos satisfatórios para analisar o vigor das sementes.

Estudando alguns fatores que influenciaram a qualidade da semente de cenoura, CASTRO (1970) utilizou o teste de envelhecimento acelerado e um índice baseado no crescimento das raízes de plântulas cujas sementes haviam sido submetidas ao envelhecimento. Empregou o seguinte procedimento: 42°C  $\pm$  0,5 e 100% de umidade relativa do ar, por 3 dias; contagem das plântulas normais provenientes das sementes envelhecidas no 7º e 21º dia a partir do início da germinação; medição do comprimento das raízes, em plântulas de 4 e 12 dias de idade. Concluiu que os resultados pareciam indicar uma boa separação dos diferentes níveis de vigor por meio dos valores obtidos pela contagem das plântulas normais no 7º dia, no teste de envelhecimento; o comprimento das raízes obtidas de medições efetuadas em plântulas de 12 dias parece ter sido mais efetivo do que de plântulas de 4 dias.

Testes de germinação, de crescimento de raiz e de envelhecimento acelerado e índices de velocidade de germinação foram utilizados por VECHI (1970) para avaliar uma técnica de envelhecimento artificial em um estudo sobre sementes de cowpea

(*Vigna sinensis*), submetidas à deterioração. Para o teste de envelhecimento foi usado o seguinte procedimento: 41-42°C, 100% de umidade relativa do ar, durante 5 dias. As contagens das plântulas normais, provenientes do tratamento de envelhecimento, foram realizadas no 5º e 8º dia do início da sementeação. Testes de emergência e o peso seco das plântulas foram utilizados também para avaliar o vigor de plântulas e a sobrevivência.

Verificando o comportamento de 6 lotes de sementes de milho armazenadas, ZINK (1970) encontrou uma concordância entre os resultados dos testes de germinação e de envelhecimento rápido (45°C durante 5 dias).

Em conexão com a análise de semente, a energia de germinação ou velocidade de germinação a qual, segundo Come, citado por KAHRE e outros (1971), é expressa de seis diferentes maneiras, é referida frequentemente como um parâmetro de vigor de plântulas. Seria a habilidade de um lote de sementes de produzir grande número de plântulas vigorosas em certo espaço de tempo.

Aproveitando dados de testes de germinação de rotina, KAHRE e outros (1971) fizeram um estudo sobre a primeira e a última contagem das plântulas normais. Encontraram correlação entre estes valores para sementes de algumas espécies e para outras não, tendo havido bastante variação neste aspecto.

Efeito da tensão de água no solo sobre a emergência e o crescimento de plântulas de algodão foram estudados por JENSEN (1971), o qual relatou, também, informações obtidas por vários pesquisadores com sementes de hortaliças e de grandes culturas. Concluiu que a germinação e a emergência são geralmente retardadas na medida em que aumenta a tensão de água no solo.

Sumetendo vários lotes e variedades de sementes de algodão à diferentes tensões, JENSEN (1971) verificou que para as médias de 87, 70 e 30% de emergência observadas no 5º e 12º dia da sementeação, as produções relativas foram respectivamente de 100, 46 e 30%.

Para avaliar as diferenças de vigor em sementes de algodão, devidas à fatores genéticos, MAHDI e outros (1971) propuseram uma variação do "cold test", utilizando substrato de areia esterelizada, tratamento de 4 dias à temperatura de 6°C e mais 4

dias à 30°C. Propuzeram, ainda, como índice de vigor da semente de algodão, com vista a resistência ao frio, o resultado da divisão dos números de plântulas obtidas naquele procedimento e no teste de germinação.

MIAN e COFFEY (1971) estudaram um procedimento para milho, no qual as sementes são colocadas em água por uma hora, semeada sobre papel mata-borrão azul, em caixa plástica, onde são cobertas por solo areno-argiloso, com 80% de umidade. A caixa com as sementes é colocada num germinador à 30°C e as plântulas normais que emergem da superfície do solo são contadas na octagésima hora do início do teste. Fazendo estudos comparativos, esses autores concluíram que os resultados obtidos indicavam ser o novo método tão bom para avaliar o vigor de sementes de milho como o "cold test", com a vantagem de ser mais rápido e conveniente.

Estes mesmos autores classificaram os métodos de testar o vigor até agora experimentados em quatro grupos: (a) testes de tensão; (b) testes de atributos físicos; (c) testes de velocidade de germinação; e (d) testes bioquímicos.

MATTHEWS e CARVER (1971) estudaram a relação entre açúcares, carboidratos solúveis e aminoácidos lixiviados de sementes de ervilha colocadas em água à 15°C durante 24 horas; para a análise de açúcares utilizaram água destilada e para análise de carboidratos solúveis e aminoácidos, água desionizada. Pelo processo colorimétrico do reagente "clinitest", utilizado na análise de urina humana, encontraram uma relação entre a concentração de glucose e a emergência. Nos lotes de melhor emergência, não foi detectada glucose na água de emersão, enquanto que no lixiviado de sementes de emergência mais baixa era maior a concentração de glucose (1 mg/ml água). As concentrações de carboidratos solúveis e aminoácidos foram determinadas através da condutividade elétrica, utilizando a ponte de condutividade de Mullard. Encontraram alta correlação entre a concentração de carboidratos solúveis bem como de aminoácidos, e a condutividade elétrica, e esta com a emergência. Concluíram que uma análise rápida do lixiviado de sementes de ervilha na água, havia mostrado ser um indicador da sua emergência potencial.

ABRAHÃO (1971), estudando os efeitos de danificações mecânicas em sementes de feijão, utilizou o "cold test" e o teste de envelhecimento acelerado descrito por Abrahão e Toledo, em

1969, para avaliar o vigor. Esse autor considerou o "cold test" muito drástico para essa espécie, enquanto que o envelhecimento se mostrou satisfatório para o estudo feito.

Trabalhando com milho, GOFF (1971) usou temperatura de 40,5°C e 100% de umidade relativa do ar, no teste de envelhecimento acelerado. Verificou que algumas variedades são mais afetadas do que outras pelo teste; encontrou indicações que sementes de híbridos simples tendem a ter comportamento inferior em relação a híbridos tríplos ou duplos. Ressaltou o autor, a conveniência de testar novas linhagens de milho para vigor através do teste de envelhecimento acelerado, nos programas de melhoramento, com vistas a descartar aquelas linhagens cujas sementes tendem a apresentar baixo vigor.

Estudando o comportamento de sementes de sorgo híbrido envelhecidas artificialmente, para obter diferentes níveis de deterioração, CAMARGO (1971) avaliou as perdas de vigor em termos de germinação, velocidade de germinação, emergência, taxa de crescimento da raiz e do coleoptilo. A influência do vigor da semente foi estudada através de um ensaio de rendimento no campo. Concluiu que o teste de germinação foi o menos sensível para avaliar as condições fisiológicas das sementes. Durante o período de germinação estável, entretanto, o vigor da semente decresceu significativamente quando medido pela velocidade de germinação, pela emergência e pelo crescimento da raiz e do coleoptilo. Dos testes de vigor utilizados, o de emergência foi o que se mostrou menos sensível. O tratamento que incluía sementes de baixo vigor e de alta qualidade, semeadas juntas, estabelecendo competição na mesma cova, indicou que a altura das plantas foi significativamente reduzida durante o período da cultura. Concluiu, também, o autor que as plantas provenientes de sementes de baixo vigor, além de apresentarem características diferenciadas das plantas provenientes de semente de alta qualidade, produziram menos, tendo havido uma relação direta entre a produção e o vigor das sementes.

Estudando as consequências da deterioração de semente de feijão, SARTORI (1971) utilizou testes de germinação, de crescimento de raiz, de envelhecimento acelerado, de tetrazólio e de emersão das sementes em solução de cloreto de amônio antes de colocar as sementes para germinar. O trabalho de campo incluiu observações sobre a velocidade de emergência, peso fresco das plan

tinhas, data de florescimento e produção. Concluiu a autora que dos testes empregados, o envelhecimento acelerado foi o mais eficiente para predizer a armazenabilidade e controlar a perda de vigor. O teste de crescimento das raízes falhou para predizer o armazenamento, mas provou ser um meio excelente para acompanhar o processo de deterioração durante o período de armazenamento. O teste de tetrazólio foi o mais efetivo para identificar a localização, a intensidade, a extensão e o progresso da deterioração durante o armazenamento. O teste de germinação foi a pior medida da deterioração, sendo que significantes decréscimos da viabilidade só foram observados quando a deterioração havia chegado a um estágio muito avançado.

O teste de vigor, segundo DELOUCHE (1971), tem sido desenvolvido em dois sentidos. No primeiro a germinação e a emergência são medidas diretamente em condições sob as quais as sementes são submetidas a um ou mais elementos adversos ("cold test", teste de envelhecimento acelerado, etc.); no segundo, algum atributo específico do comportamento da semente ou uma função é que é medido. Tais testes como o do tetrazólio, taxa de respiração, etc., representam os avanços mais recentes na pesquisa de novos métodos. Ainda segundo esse autor, Woodstock discutiu um novo critério para o desenvolvimento de novos métodos de vigor, envolvendo medições de respostas fisiológicas das sementes, como germinação e sua velocidade. As sementes seriam submetidas à condições extremas desde sub-ótimas, ótimas a supra-ótimas. Um sistema desse tipo poderia permitir um estudo matemático do vigor em duas direções. Uma possibilidade seria relacionar a resposta das sementes à intensidade das condições utilizadas, a outra seria estudar a variação das respostas.

TOLEDO e outros (1972) estudaram a aplicação do envelhecimento em 10 cultivares de Phaseolus vulgaris. Verificaram que para conseguir uma boa distinção entre aqueles cultivares houve necessidade de 96 horas de permanência das sementes na câmara.

## 2.5 - Determinação do vigor em sementes de arroz, trigo e soja

Para resultados de germinação de sementes de trigo entre 90 e 97%, COPELAND e outros (1959) encontraram diferenças de 1 a 4% com o teste de tetrazólio; entre germinações de 80 e 89,

as diferenças comparadas com os resultados daquele teste variaram de 1 a 7%.

Estudando vários tipos de substrato para a germinação, RICE (1960) obteve 94% de germinação em sementes de soja, em areia, enquanto que o resultado para um solo infestado com Pythium foi de 72%. Para um grupo de amostras de semente de soja, verificou que a média dos resultados do teste de Pythium foi igual a média da emergência no campo.

Estudando diferentes densidades específicas de sementes de três variedades de arroz, SUNG e DELOUCHE (1962), concluíram que o vigor, em termos de percentagem de germinação, ritmo de germinação, crescimento das plântulas no laboratório e percentagem de emergência em solo em condições de casa de vegetação, estava estreitamente relacionados com a densidade específica das sementes.

Considerando a limitada informação existente com respeito a avaliação do vigor de plântulas em trigo, ALLAN e outros (1965) conduziram experimentos para desenvolver uma técnica que pudesse ser reproduzida, com vistas ao interesse do programa de melhoramento de trigo. Mediram 16 características das sementes e das plântulas de 33 seleções de trigo semi-anão objetivando obter um índice da velocidade de emergência e de emergência total. A análise dos resultados indicou correlações entre algumas características; a velocidade de emergência apresentou uma correlação baixa com as características das sementes estudadas (pêso e velocidade de absorção d'água) comparada com a correlação da velocidade de emergência com as medidas efetuadas nas plântulas (comprimentos do coleoptilo, das folhas, da plântula, etc.); combinações entre outras características pareceram não apresentar garantia para identificar as plântulas pelo vigor; no entanto, o crescimento da primeira folha, em plântulas desenvolvida em laboratório à 32°C, medido no 7º dia após a semeadura, foi a mais conveniente característica para avaliar a emergência, a qual poderia ser usada para eliminar linhagens inferiores.

Para determinar o grau de desenvolvimento da semente de soja, ANDREWS (1966) utilizou-se de valores obtidos do número de sementes que produziram radículas de 2mm, em 48 horas, e raízes de 3,5 e 10 cm em 6 dias, para, respectivamente, avaliar a germinação inicial, índices de viabilidade e vigor. Usou também

um teste de emergência em areia (30°C; 8 dias).

Há alguns anos atrás foram iniciadas pesquisas para prognosticar a longevidade de lotes de sementes através da técnica conhecida como envelhecimento acelerado. Segundo PILI (1967), esta técnica é baseada na hipótese de que o grau de deterioração é variável entre os lotes dentro de uma espécie dada, mesmo admitindo que a deterioração não tenha chegado ao ponto de afetar a germinação. Assim, submetendo vários lotes da mesma espécie às condições extremas de temperatura e umidade, o processo de deterioração pode ser acelerado de maneira que em alguns dias ou poucas horas, os lotes de baixo vigor colocados a germinar apresentam sua capacidade de germinação drasticamente reduzida, enquanto que os lotes de alto vigor não são relativamente muito afetados. Ou seja, o método de aceleração do processo de envelhecimento fisiológico permite, dessa maneira, predizer o potencial de armazenamento (a longo prazo) de lotes de sementes dentro de poucos dias.

Como parte dos estudos desenvolvidos no Laboratório de Tecnologia de Sementes de Mississippi, PILI (1967) fez uma pesquisa para comprovar a eficiência da técnica de envelhecimento acelerado empregando sementes de alfafa, algodão, milho e trigo, submetidas às várias condições e períodos de armazenamento. Foram utilizados tratamentos de envelhecimento de 40°C e 100% de umidade relativa do ar, para sementes de alfafa, milho e trigo; 42°C e 100% de umidade relativa do ar, para sementes de algodão e em períodos de permanência na câmara variáveis de até 7 dias. Os lotes de sementes responderam distintamente aos tratamentos, segundo as espécies. Alguns lotes foram drasticamente afetados, em termos de germinação e outros não. A germinação das amostras submetidas aos tratamentos foram comparadas com a germinação dos respectivos lotes de sementes, armazenados em condições controladas de umidade relativa de 75% e temperatura de 20 e 30°C e em condições não controladas. Concluiu a autora que dos períodos de envelhecimento empregados, os mais associados com a longevidade dos lotes armazenados, foram de 3 dias para trigo, 5 dias para alfafa e 6 dias para algodão e milho. As respostas ao teste de envelhecimento acelerado foram, em todos os casos, significativamente correlacionados com a germinação após intervalos do período de armazenamento, porém o teste foi mais eficiente na avaliação da armazenabilidade das sementes de alfafa e milho e muito menos eficiente para algodão e trigo. A tendência das respostas dos lotes de sementes de trigo ao teste, sugeriram, segundo a autora, que um período de

2 dias à 40°C e 100% de umidade relativa do ar, ou envelhecimento em condições menos severas, poderia ser muito mais efetivo.

Estudando a natureza dos inibidores da germinação de sementes de arroz, DEY e SIRCAR (1968) encontraram o ácido abscisínico nas sementes não-viáveis, mortas, porém, ausente em sementes viáveis. Sugeriram que a determinação de taxas variáveis desse inibidor poderia oferecer um índice de vigor das sementes de arroz, já que aquele ácido suprime a atividade da alfa-amilase.

Para estudar a influência da umidade na colheita sobre a qualidade e o vigor de plântula, em arroz, OELKE e outros (1969) estabeleceram dois métodos de vigor. O primeiro consistiu do emprêgo do substrato inclinado (67°) descrito por Jones e Cobb, em 1963, modificado, tendo como base a média ponderada do crescimento das plântulas até 4 e 10 cm, durante um período de 12 dias, a partir do início do teste. No segundo método, as sementes de arroz eram colocadas para germinar em areia esterelizada em vaso, no qual era colocada água destilada de tal maneira que as sementes submersas ficavam à 7,5 cm da superfície da água. Como no método anteriormente descrito, um índice de crescimento das plântulas era calculado tendo como base a emergência na superfície da água.

Embora numerosos métodos tenham sido considerados como índices de vigor de sementes e de plântulas em forrageiras, relatórios sobre o uso de tais índices para sementes de leguminosas, especialmente de soja, são limitados, segundo BURRIS e outros (1969). Estes autores estudaram vários índices de vigor em algumas variedades de soja. Concluíram que a atividade de descarboxilase do ácido glutâmico, compostos de nitrogênio e carboidratos totais mostraram pouca ou nenhuma relação com a idade da semente. Entretanto, os níveis de glucose, a respiração de sementes embebidas em água e os testes de tetrazólio exibiram excelentes correlações com a qualidade da semente e com o subsequente vigor de plântula. De todos parâmetros relativos às plântulas estudados, a germinação em 4 dias e velocidade de crescimento foram excelentes estimativas do vigor de plântula, enquanto o teste de germinação realizado em 7 dias demonstrou tendência a superestimar o vigor. Salientaram, no entanto, que embora o teste de germinação de 4 dias pareça promissor e tenha apresentado alta correlação com a germinação em 7 dias, existem dificuldades inerentes à variação dos cultivares o que torna necessário mais investigação sobre esse parâmetro. Neste estudo os autores promoveram o envelhecimento



artificial das sementes empregando um tratamento de 35°C em ambiente de umidade relativa de 95-100%, durante 4 e 6 dias. Observaram que o crescimento de fungos durante a germinação das sementes envelhecidas foi considerável e que a maioria das amostras submetidas ao período de 6 dias de envelhecimento perdeu a capacidade para germinar. Os períodos de envelhecimento não produziram um declínio uniforme nas características do crescimento, como era esperado.

Num estudo sobre os efeitos da deterioração em sementes de soja, BYRD (1970) empregou vários testes e índices: (a) germinação e dados da primeira contagem; (b) comprimento da raiz medido no 3º e 4º dia da semeadura; (c) "cold test", com temperatura de 13 e 30°C, durante períodos de 5 e 3 dias, respectivamente; (d) tratamento de água quente, no qual as sementes eram colocadas em água à 75°C por 70 segundos, imediatamente esfriadas em água corrente e submetidas ao teste de germinação; (e) respiração das sementes, acondicionadas em papel-toalha umedecido durante 5 horas, determinada através de um respirômetro, em termos de oxigênio consumido e bioxido de carbono liberado por semente e por hora; (f) atividade da desidrogenase determinada através da quantidade de "formazan" produzido pela reação de 2, 3, 5 - trifenil-clororeto de tetrazólio com as sementes moídas, secas e úmidas; (g) teste de envelhecimento acelerado, no qual as sementes foram submetidas à 42°C em condições de 100% de umidade relativa do ar, durante 48 horas e posteriormente colocadas a germinar em 4 repetições de 50 sementes, em substrato de papel-toalha à temperatura alternada 20-30°C. Concluiu o autor que dos testes utilizados, o envelhecimento acelerado, tratamento de água quente e o "cold test" foram os mais eficientes para detectar a extensão e o ritmo da deterioração durante o armazenamento de soja. Tais testes foram também altamente efetivos na avaliação do potencial de armazenamento das sementes e seu comportamento no campo. A atividade respiratória e a percentagem de germinação foram os menos sensíveis dos métodos utilizados. Os dados da atividade relativa da desidrogenase indicaram que a permeabilidade da semente aumentou com a deterioração. Os demais métodos não se mostraram efetivos para determinar o vigor da semente de soja.

SITTISROUG (1970) estudou três alternativas da aplicação do teste de envelhecimento aplicado à semente de arroz: permanência de 5, 7 e 9 dias na câmara, à 40°C e 100% de umidade relativa do ar. As contagens das plântulas normais provenientes

das sementes submetidas aos tratamentos de envelhecimentos foram feitas no 5º e 14º dias, após o início da sementeação. Concluiu que o período de exposição de 5 dias foi o mais eficiente. Concluiu, também, que durante os períodos de germinação estável, a percentagem de emergência em solo, taxa de crescimento das plântulas, resposta ao envelhecimento acelerado, atividade de descarboxilase do ácido glutâmico e a respiração diminuíram significativamente indicando que o mecanismo metabólico da semente tinha sido alterado e enfraquecido. O teste de germinação foi o método menos sensível para analisar o estado fisiológico da semente de arroz.

O vigor de plântula devido à fatores genéticos, em arroz irrigado, foram avaliados por CARNAHAN e outros (1970) através da velocidade de crescimento das plantinhas cujas sementes foram semeadas e cobertas por uma camada de água em condições de campo.

Estudando o efeito da aplicação de nitrogênio, simazin e suas interações na cultura de arroz, MILLER e MIKKELSEN (1970) utilizaram o procedimento de Jones e Cobb, modificado, descrito por Oelke e outros, em 1969, para germinação, medir as plântulas e estabelecer o índice de crescimento das mesmas; também usaram como índices, a média do comprimento do coleoptilo e das folhas, em plântulas de 10 dias. Os resultados indicaram que o índice de crescimento e altura das plântulas serviu para mostrar o aumento do vigor de plântula resultante do aumento do teor de proteína na semente de arroz.

Comparativamente, muito pouca atenção tem sido dada à testes de vigor para sementes de arroz, segundo MIAN e COFFEY (1971); estes observaram que os diversos testes existentes não são satisfatórios com a exceção provável do método de sementeadura profunda citado por Kittock em 1960. E nem mesmo os métodos conhecidos tem sido aperfeiçoados e padronizados para aplicação em arroz.

MIAN e COFFEY (1971) realizaram um estudo comparativo entre os testes de germinação, de emergência, do tetrazólio, contagem de germinação no 3º dia e o "cold test". Concluíram que o "cold test" não era adequado; os resultados da contagem de plântulas normais no 3º dia do início do teste de germinação e do teste de tetrazólio foram comparáveis com o teste de emergência e assim considerados bons para avaliar o vigor de sementes de arroz.

Segundo EDJE e BURRIS (1971) são escassas as informações sobre o efeito do vigor de sementes de soja no estabelecimento das plantas e na produção. Pesquisas conduzidas por esses autores parecem contudo indicar que quando um "stand" satisfatório era obtido, a produção não era afetada pelo vigor da plântula; porém, quando ocorrem condições ambientais desfavoráveis, competição com invasoras ou competição entre as plantas, dentro da população, sementes de alta qualidade podem ter vantagem para obter produções máximas.

Relatando os resultados obtidos pela equipe de Delouche, do Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade do Estado de Mississippi, GOFF (1971) informa que as pesquisas com o método de envelhecimento acelerado para predizer a armazenabilidade relativa de lotes de sementes estão em pleno andamento. Tentativas estão sendo feitas para melhorar o equipamento, no que diz respeito aos detalhes de construção, e no que se relaciona ao procedimento a ser empregado para sementes de diferentes espécies. Esse autor tem, a seu turno, empregado temperaturas de envelhecimento nestes testes, que vão de 35 a 45°C e umidade relativa de 100%. Ainda, segundo esse autor, Delouche acredita que as evidências indicam que provavelmente uma umidade relativa de 85 a 90% seria mais desejável; a umidade relativa de 100% proporciona muito "stress" à sementes.

Ainda segundo GOFF (1971), embora o teste de envelhecimento acelerado não seja a resposta completa para prognosticar a longividade das sementes, ele é útil para obter informações sobre o vigor das sementes e de plântulas e está associado com a emergência.

A técnica do envelhecimento acelerado descrita por Byrd foi empregada por POPININGIS (1972) para avaliar a qualidade das amostras de sementes de soja, submetidas à vários procedimentos de colheita mecanizada. Por período de 72 horas de envelhecimento foi utilizada a temperatura de 40°C em condições de 100% de umidade relativa do ar. As sementes foram tratadas com "captan" antes de serem colocadas na câmara de envelhecimento; na germinação foram empregadas 4 repetições de 25 sementes e a contagem das plântulas normais foi realizada no 5º dia da sementeação.

A revisão da bibliografia disponível indicou que existem poucos trabalhos relacionados ao vigor de sementes de ar-

roz, trigo e soja. A maioria dos testes empregados nos trabalhos citados neste ítem foram utilizados como métodos para avaliar o efeito de certos tratamentos ou de determinados fatores em estudos.

Segundo MIAN e COFFEY (1971) e EDJE e BURRIS (1971) muito pouca atenção tem sido dada à testes de vigor para sementes de arroz e são escassas as informações sôbre o efeito do baixo vigor em sementes de soja, porém comparativamente, ainda muito menos foi realizado com semente de trigo.

### 3 . MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - Espécies e cultivares

Foram utilizadas no presente estudo sementes de arroz (Oryza sativa L.), de soja (Glycine max (L.) Merrill) e de trigo (Triticum aestivum L.), de cultivares, de procedências e de safras que constam da Tabela 1.

#### 3.2 - Câmara de "envelhecimento"

Para promover o "envelhecimento rápido" das sementes foi utilizado um germinador norteamericano, da marca Burrows, Modelo nº 1880, adaptado por ABRAHÃO e TOLEDO (1969).

A principal modificação do germinador consistiu na colocação de um cinto de ferro relativamente flexível para reforçar o fechamento da câmara. O cinto, dotado de um parafuso com porca em forma de borboleta, era ajustável para que exercesse pressão da porta sôbre a parte periférica da abertura do aparelho e, assim, se obter uma razoável vedação ao vapor d'água.

Na cuba d'água da câmara, com capacidade para 12 litros, foi feita uma comunicação com o exterior por meio de um cano dotado de válvula manual. Logo acima dessa cuba ou depósito d'água colocava-se uma bandeja de dura-alumínio perfurada, móvel, apoiada em suportes dispostos na face interna das paredes la-

TABELA 1 - Espécies, cultivares, procedências e safras das sementes utilizadas

Espécie/cultivar	Procedência				Saфра	
<u>Arroz</u>						
Batatais	DAH-ESALQ, Piracicaba, SP(1)				1970 e 1971	
Dourado Precoce	"	"	"	"	"	"
IAC-120	"	"	"	"	"	"
IAC-435	"	"	"	"	"	"
EEA-406	SSMu-IPEAS, Pelotas, RS(2)				1971	
<u>Trigo</u>						
IAS-20 - Iassul	SSMu e SF	"	"	"(3)	1970 e 1971	
IAS-50 - Alvorada	"	"	"	"	"	"
IAS-51 - Albatroz	"	"	"	"	"	"
IAS-52	SSMu	"	"	"(2)	"	
IAS-53	"	"	"	"	"	"
IAS-54	"	"	"	"	"	"
Erechim (S-18)	SF	"	"	"(4)	1970	
Lagoa Vermelha (C-17)	"	"	"	"	"	"
<u>Soja</u>						
Bienville	LAS, EEPF-IPEAS, Passo Fundo, RS(5)				1970 e 1971	
Bragg	"	"	"	"	"	"
Halle-7	"	"	"	"	"	"
Hardee	"	"	"	"	"	"
Hill	"	"	"	"	"	"
L-326	"	"	"	"	"	"
L-356	"	"	"	"	"	"
Majos	"	"	"	"	"	"
IAC-1	SL-IAC, Campinas, SP(6)				1970 e 1971	
IAC-2	"	"	"	"	"	"
Pelicano	"	"	"	"	"	"
Viçoja	"	"	"	"	"	"

- (1) Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP;
- (2) Setor de Sementes e Mudanças do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul, Pelotas, RS;
- (3) Setor de Sementes e Mudanças (amostras da safra 1971) e Setor de Fitopatologia (da safra 1970), do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias do Sul, Pelotas, RS;
- (4) Setor de Fitopatologia do Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuária do Sul, Pelotas, RS;
- (5) Laboratório de Análise de Sementes, Estação Experimental de Passo Fundo, do IPEAS, Passo Fundo, RS;
- (6) Seção de Leguminosas, do Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo, Campinas, SP.

terais. Sobre a bandeja colocavam-se cavaletes de metal dotados de pequenos ganchos onde saquinhos de filó (6x20 cm), com as sementes, eram dependurados. Cada cavalete poderia receber até 30 amostras de 200 sementes de soja, ou 60 de arroz ou 60 de trigo. Antes de se introduzir os cavaletes com as sementes na câmara, cada um recebia como cobertura uma aba metálica em forma de calha. Sobre a bandeja colocava-se, também, em posição horizontal, um termômetro de álcool, de fácil leitura, com escala de menos 20 a mais de 80 graus centígrados.

### 3.3 - Germinador

Foi usado um germinador Burrows, Modelo 1850, manual. Este germinador é dividido em duas seções de funcionamento independentes, o que permitiu obter-se temperaturas constantes de 20°C para os testes com sementes de trigo e 30°C para os testes com sementes de arroz e soja, simultaneamente. O equipamento possui como característica importante um sistema de circulação de ar que impede a estratificação em seu interior, assegurando temperaturas uniformes. Tem capacidade estática para aproximadamente 145 amostras de sementes de soja, com quatro repetições de 50 sementes ou 180 amostras de sementes de arroz ou de trigo.

### 3.4 - Substrato para germinação

Para a germinação foi empregado, inicialmente, para arroz e trigo, papel-toalha da Companhia Fabricadora de Papel de São Paulo, da marca Xúga, em folhas de 38,8 x 28,4 cm, aproximadamente. Para as sementes de soja, e as de arroz e trigo a partir do segundo experimento, foi utilizado papel-toalha especial de fabricação norteamericana, em folhas de 38,4 x 25,8 cm.

### 3.5 - Procedimentos

Amostras de sementes foram limpas manualmente, eliminando-se as quebradas e aparentemente fora de tipo. Nenhuma escolha foi feita quanto ao tamanho e forma.

Logo após o recebimento e limpeza, foram colocadas em uma câmara com umidade relativa em torno de 35% (câmara-sê

ca), durante certo tempo, para **que houvesse secagem e uniformiza**ção do teor de umidade entre elas; no entretanto, durante a execução dos ensaios permaneceram em ambiente normal de laboratório, tendo sido tratadas com inseticidas (Piresan e Gesarol A).

Para a realização de cada teste ou determinação era retirada uma pequena sub-amostra, de cada amostra, por meio de um divisor de precisão marca Gamet. Destas sub-amostras eram retiradas quantidades de sementes um pouco maiores do que 200 para o teste de vigor e de 200 para o teste de germinação, evitando-se qualquer efeito seletivo sobre as sementes.

### 3.5.1 - Determinações de umidade

Foram realizadas determinações de umidade no material em estudo, periodicamente. Utilizou-se o método do Steinlite, Modelo RC, e as tabelas de conversão identificadas como "Rough rice (long grain)" para arroz, "Soybeans para soja e "Hard red spring wheat" para trigo. Essas determinações foram efetuadas no momento de recebimento das amostras, antes de colocá-las na câmara-sêca ( $\pm 35\%$  de umidade relativa do ar) e imediatamente após a retirada das amostras da mesma. Uma última determinação foi feita no término do trabalho experimental (fevereiro de 1972).

### 3.5.2 - Testes padrão de germinação

Com exceção do número de sementes, realizou-se o teste de germinação conforme prescrevem as Regras para Análise de Sementes (1967). Colocaram-se 200 sementes para germinação, em 4 repetições de 50. Optou-se pela temperaturas de germinação de 20°C para as sementes de trigo e 30°C para as sementes de arroz e soja.

Periodicamente foram realizados testes de germinação no material em estudo.

### 3.5.3 - Testes de "envelhecimento"

A câmara de "envelhecimento" bem limpa recebia 10 litros de água corrente (potável) em sua cuba, era fechada e li



gada à corrente elétrica, para aquecimento até atingir a temperatura de 42°C, para a qual fora calibrada previamente. Todavia, é necessário salientar que não foi possível manter um controle regular da temperatura durante todos os períodos do "envelhecimento rápido" das sementes. Além da variação de  $\pm 3^\circ\text{C}$ , que foi considerada normal, ocorreram variações mais amplas devido a cortes de energia elétrica, de súbitos aumentos e diminuições da voltagem, bem como a falta de controle sistemático da quantidade de água na cuba da câmara, em alguns testes.

Uma vez que a temperatura dentro da câmara de "envelhecimento", bem fechada, tivesse atingido 42°C, considerava-se pronta para receber as sub-amostras previamente acondicionadas nos saquinhos de filó e penduradas nos cavaletes.

Dessa forma as sementes das espécies estudadas eram submetidas a condições adversas de temperatura ( $42^\circ\text{C} \pm 3$ ) e umidade (aproximadamente 100% de umidade relativa do ar) elevadas o que está sendo referido neste trabalho como processo de "envelhecimento". As sementes foram submetidas a períodos variáveis de "envelhecimento", na câmara descrita, de 24, 48, 72, 120, 144 e 168 horas.

Vencido o prazo de permanência na câmara, as sub-amostras eram retiradas e, imediatamente, as sementes eram submetidas à germinação. De cada sub-amostra eram colocadas 200 sementes para germinar, em 4 repetições de 50. Para as sub-amostras de trigo empregou-se a temperatura constante de 20°C e para as de arroz e soja, 30°C. A avaliação e a contagem das plântulas normais eram feitas no 5º dia a partir da semeadura, embora em alguns testes se tenham feito contagens intermediárias. A avaliação das plântulas foi feita de acordo com as Regras para Análise de Sementes (1967).

Assim, o "envelhecimento" das sementes e sua posterior germinação, conforme acima descrito, constitui o teste de vigor empregado, o que por sua vez é a parte fundamental do presente trabalho.

### 3.6 - Planejamento experimental

Na literatura consultada não se encontraram in-

formações detalhadas sobre a aplicação do método de "envelhecimento rápido" em sementes de arroz, trigo e soja. Foi então planejada a instalação de experimentos preliminares visando estudar vários tempos ou períodos de permanência das sementes na câmara de "envelhecimento".

Somente depois da obtenção dos resultados dos experimentos preliminares é que foi planejado o terceiro.

### 3.6.1 - Primeiro experimento preliminar

Foi planejado visando verificar o efeito do "envelhecimento" por períodos de 24, 48 e 72 horas sobre as sementes das espécies estudadas.

Os cultivares usados foram os seguintes, por espécie:

- a) - Arroz - Batatais, Dourado Precoce, IAC-120, e IAC-435 da safra de 1970, e EEA-406 da safra de 1971;
- b) - Trigo - IAS-20, IAS-50, C-17 e S-18, da safra de 1970;
- c) - Soja - Bienville, Bragg, Halle-7, Hardee, Hill, IAC-1, IAC-2 L-326, L-356, Majós, Pelicano e Viçoja, da safra de 1970.

A execução deste experimento deu-se em abril de 1971.

### 3.6.2 - Segundo experimento preliminar

Com o mesmo objetivo do experimento anterior, neste foram usados os seguintes períodos de permanência das sementes na câmara de "envelhecimento": 24, 48, 72, 96 e 120 horas.

Foram usadas sementes de arroz e de soja dos mesmo cultivares do primeiro experimento preliminar, porém da safra de 1971. Empregaram-se sementes de trigo dos cultivares IAS-20, IAS-50, IAS-51, IAS-52, IAS-53 e IAS-54, da safra de 1971.

Foi conduzido durante o mês de julho de 1971.

### 3.6.3 - Terceiro experimento

Este compreendeu a realização de 24 testes de "envelhecimento", 8 por espécie, desenvolvidos de agosto de 1971 a fevereiro de 1972. A finalidade deste experimento foi de verificar se os efeitos causados pelo "envelhecimento" sobre a germinação das sementes das espécies em estudo revelariam possíveis diferenças entre as sementes, das safras de 1970 e 1971, dos cultivares, e entre os testes, no decorrer do tempo em que as amostras estiveram armazenadas em ambiente normal de laboratório.

Utilizaram-se sementes dos seguintes cultivares, segundo as espécies :

- a) - Arroz - Batatais, Dourado Precoce, IAC-120, IAC-435, das safras de 1970 e 1971; e EEA-406 da safra de 1971;
- b) - Trigo - IAS-20 e IAS-50, das safras de 1970 e 1971; C-17 e S-18, da safra de 1970; IAS-51, IAS-52, IAS-53 e IAS-54, da safra de 1971;
- c) - Soja - Bienville, Bragg, Halle-7, Hardee, Hill, IAC-1, IAC-2 L-356, Pelicano e Viçoja, das safras de 1970 e 1971.

Com base nos resultados obtidos nos experimentos preliminares realizados, estabeleceram-se neste os seguintes períodos de permanência das sementes na câmara de "envelhecimento" conforme as espécies :

- a) - arroz - 144 e 168 horas;
- b) - trigo - 60 e 84 horas;
- c) - soja - 48 e 60 horas.

### 3.6.4 - Interpretação dos resultados

Com os dados obtidos nos experimentos foram construídos gráficos que foram utilizados na interpretação dos resultados.

## 4 . RESULTADOS

Os dados de umidade e de germinação padrão das sementes, obtidos através das determinações efetuadas durante a condução do trabalho, estão apresentados neste capítulo por serem considerados de grande importância.

### 4.1 - Determinações de umidade

Nas Tabelas 2, 3 e 4 encontram os valores, em percentagem e na base úmida, da umidade das sementes de arroz, trigo e soja, determinados através do aparelho Steinlite. Como se pode verificar, as sementes foram conservadas com teores de umidade relativamente baixos, comuns nas unidades de beneficiamento, em condições usuais, na prática de produção de sementes.

### 4.2 - Testes padrão de germinação

Encontram-se nas Tabelas 5, 6 e 7 os resultados dos testes padrão de germinação conduzidos nos meses de maio, agosto, novembro e dezembro de 1971 e janeiro de 1972.

Os dados das referidas tabelas refletem a capacidade de germinação das sementes durante o período de seis meses em que as sementes estiveram armazenadas no laboratório (ambiente a-

Tabela 2 - Teor de umidade das amostras de sementes de arroz (percentagem na base úmida) determinada em diversas épocas, através do aparelho Steinlite Mod. RC.

Cultivar	u m i d a d e							
	amostras da safra 1970				amostras da safra 1971			
	março/71	abril/71	agosto/71	fevereiro/72	maio/71	julho/71	agosto/71	fevereiro/72
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Bataiais	14,17	10,75	13,84	13,56	14,33	10,28	9,88	13,21
Dourado Precoce	15,00	10,75	13,87	13,70	14,98	10,20	10,15	13,28
IAC-120	14,23	10,88	13,76	13,68	15,10	30,35	9,82	13,35
IAC-435	13,98	10,20	13,86	13,58	14,96	10,58	10,15	13,42
EEA-406	-	-	-	-	13,57	9,43	*	*

(1), (5) - antes de colocadas na câmara seca;  
 (2), (6), (7) - no momento da retirada da câmara seca; e  
 (3), (4), (8) - durante armazenamento aberto no Laboratório.

\* - insuficiente quantidade de semente para realização do teste de umidade.

Tabela 3 - Teor de umidade das amostras de sementes de trigo (percentagem na base úmida) determinado em diversas épocas, através do aparelho Steinlite Mod. RC.

Cultivar	u m i d a d e					
	amostras da safra 1970		amostras da safra 1971		amostras da safra 1971	
	maio/71	agosto/71	fevereiro/72	julho/71	agosto/71	fevereiro/72
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
IAS-20	14,16	13,40	13,84	11,42	10,56	13,76
IAS-50	14,10	13,69	13,44	11,18	10,27	13,44
IAS-51	-	-	-	11,34	10,49	13,84
IAS-52	-	-	-	11,34	10,79	13,79
IAS-53	-	-	-	11,18	10,27	13,70
IAS-54	-	-	-	10,94	10,49	13,84
C-17	14,32	13,68	*	-	-	-
S-18	14,26	13,48	*	-	-	-

- (1) - antes de colocadas na câmara seca;  
 (2), (3), (6) - durante armazenamento aberto no Laboratório;  
 (4) - quando depositadas na câmara seca; e  
 (5) - no momento da retirada da câmara seca.  
 \* - quantidade insuficiente para de-  
 terminação da umidade.

Tabela 4 - Teor de umidade das amostras de sementes de soja (percentagem na base úmida) determinado em diversas épocas através do aparelho Steinlite Mod. RC.

Cultivar	u m i d a d e								
	amostras da safra 1970			amostras da safra 1971					
	maio/71	julho/71	agosto/71	fevereiro/72	maio/71	julho/71	agosto/71	fevereiro/72	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Bienville	-	7,65	(-7)	*	-	13,13	-	(-7)	11,70
Bragg	-	(-7)	-	12,13	-	12,86	-	-	11,84
Halle-7	10,85	(-7)	-	12,24	-	12,66	-	-	12,14
Hardee	10,29	-	(-7)	*	-	19,93	-	(-7)	12,38
Hill	-	7,65	(-7)	*	-	12,68	-	(-7)	12,07
IAC-1	-	7,95	-	*	10,92	-	(-7)	(-7)	12,06
IAC-2	-	7,70	-	*	11,65	-	(-7)	(-7)	12,10
L-326	-	7,65	-	*	-	13,21	-	-	*
L-356	-	8,00	-	*	-	13,16	-	-	12,47
Majós	-	-	-	*	-	12,95	-	-	*
Pelicano	-	7,70	(-7)	*	11,79	-	(-7)	-	11,96
Viçoja	10,79	7,87	(-7)	*	10,92	-	(-7)	(-7)	12,18

(1), (2), (3), (5), (7) - no momento da retirada da câmara seca; e  
 (4), (6), (8), (9) - durante armazenamento aberto no Laboratório.

rio.

\* - insuficiente quantidade de semente para determinação da umidade.  
 (-7) - menos do que 7% de umidade do (limite mínimo da escala do aparelho).

berto) e foram, também, submetidas ao teste de envelhecimento.

Verifica-se que a germinação das sementes de arroz da safra de 1971 permaneceu praticamente constante, enquanto ocorreu um declínio nas da safra de 1970, no período considerado. A germinação das sementes de trigo, de ambas as safras, não foi praticamente alterada nêsse mesmo período. As sementes de soja da safra de 1971 não sofreram alteração na germinação, enquanto que houve redução na safra de 1970, no período compreendido entre agosto de 1971 e janeiro de 1972.

#### 4.3 - Testes de envelhecimento

Os dados obtidos dos experimentos conduzidos no Laboratório de Sementes, do Departamento de Agricultura e Horticultura, foram organizados em tabelas e gráficos, os quais se apresentam a seguir.

##### 4.3.1 - Primeiro experimento preliminar

O experimento conduzido com cultivares de arroz, trigo e soja forneceram os dados (Tabela 8) com os quais se construiu os gráficos 1, 2 e 3.

O gráfico 1 contém as curvas que representam o comportamento das sementes dos cinco cultivares de arroz, submetidos aos períodos de 24, 48 e 72 horas de permanência na câmara de envelhecimento. Apesar de se observar certa discrepância no comportamento dos cultivares, pode-se verificar que os tratamentos não mostraram diferenças consistentes entre si e que não ocorreram efeitos enérgicos sobre a germinação, com exceção para o cultivar IAC-435, onde nêste aspecto, houve uma ação benéfica do maior período (72 horas).

A interpretação das plântulas normais ficou prejudicada em vista do substrato não ter se mostrado satisfatório para o crescimento adequado das raízes.

Do mesmo modo que se construiu o gráfico 1, foi elaborado o de número 2 para o trigo. Observou-se, nêste caso, uma separação bem nítida e uniforme entre os períodos de envelhecim



Tabela 5 - Resultados dos testes padrão de germinação (%) das sementes dos cultivares de arroz (safras 1970 e 1971) realizados no período de agosto de 1971 a janeiro de 1972.

Cultivar	g e r m i n a ç ã o									
	agosto/71		outubro/71		novembro/71		janeiro/72			
	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71		
Batatais	79	94	80	95	70	95	58	90		
Dourado Precoce	79	96	75	96	70	99	62	95		
IAC-120	83	94	84	93	72	94	55	95		
IAC-435	39	94	31	92	22	93	2	95		
EEA-406	-	79	-	72	-	75	-	63		

Tabela 6 - Resultados dos testes padrão de germinação (%) das sementes dos cultivares de trigo (safra 1970 e 1971) realizados no período de maio de 1971 a janeiro de 1972.

Cultivar	g e r m i n a ç ã o									
	maio/71	agosto/71	outubro/71	dezembro/71	janeiro/72	maio/70	agosto/70	outubro/70	dezembro/70	janeiro/71
IAS-20	87	89	85	86	74	78	77	82	75	81
IAS-50	71	74	73	88	64	83	67	86	65	83
IAS-51	-	82	-	82	-	79	-	77	-	71
IAS-52	-	95	-	93	-	94	-	94	-	93
IAS-53	-	79	-	83	-	84	-	79	-	87
IAS-54	-	82	-	86	-	83	-	77	-	83
C-17	83	-	87	-	79	-	85	-	82	-
S-18	91	-	93	-	86	-	90	-	91	-

Tabela - 7 - Resultados dos testes padrão de germinação (%) das sementes dos cultivares de soja (safra 1970 e 1971) realizados no período de agosto de 1971 a janeiro de 1972.

Cultivar	g e r m i n a ç ã o									
	agosto/71		outubro/71		novembro/71		janeiro/72			
	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71
Bienville	48	91	25	94	11	87	7	91		
Bragg	37	93	39	92	18	89	12	76		
Halle-7	79	86	80	88*	82	93	71*	81		
Hardee	1	90	1	84	4	89	0	93		
Hill	9	96	17	93	15	95	10	89		
IAC-1	70	89	53	90	36	87	37	82		
IAC-2	61	92	53	94	43	87	26	84		
I-356	22	98	3	98	2	98	8	92		
Viçoja	83	95	73	97	83	97	55	97		
Pelicano	13	88	5	85*	4	90	1	86		

\* - Médias de valores que ultrapassaram as tolerâncias estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (1967).

Tabela 8 - Primeiro experimento preliminar: percentagem média de germinação das sementes de arroz, trigo e soja, da safra de 1970, obtida após períodos de 24, 48 e 72 horas na câmara de envelhecimento.

Espécie/cultivar	períodos de envelhecimento		
	24 h	48 h	72 h
<u>Arroz</u>			
Batatais	95	92	89
Dourado Precoce	78	88	89
IAC-120	80	59	76
IAC-435	78*	53	92
EEA-406	50	72	71
<u>Trigo</u>			
IAS-20	29*	72	38
IAS-50	39	81	75
C-17	56	76	65
S-18	64	85	78
<u>Soja</u>			
Bienville	49	9	1
Bragg	50	30	11
Halle-7	85	56	14
Hardee	15	3	0
Hill	23	11	1
IAC-1	76	50	2
IAC-2	86	60	0
L-326	23	10	0
L-356	29	13	0
Majós	27	9	1
Pelicano	32	16*	0
Viçoja	88	37	4

\* Média de valores que ultrapassaram as tolerâncias estabelecidas pelas Regras para Análise de Sementes (1967).

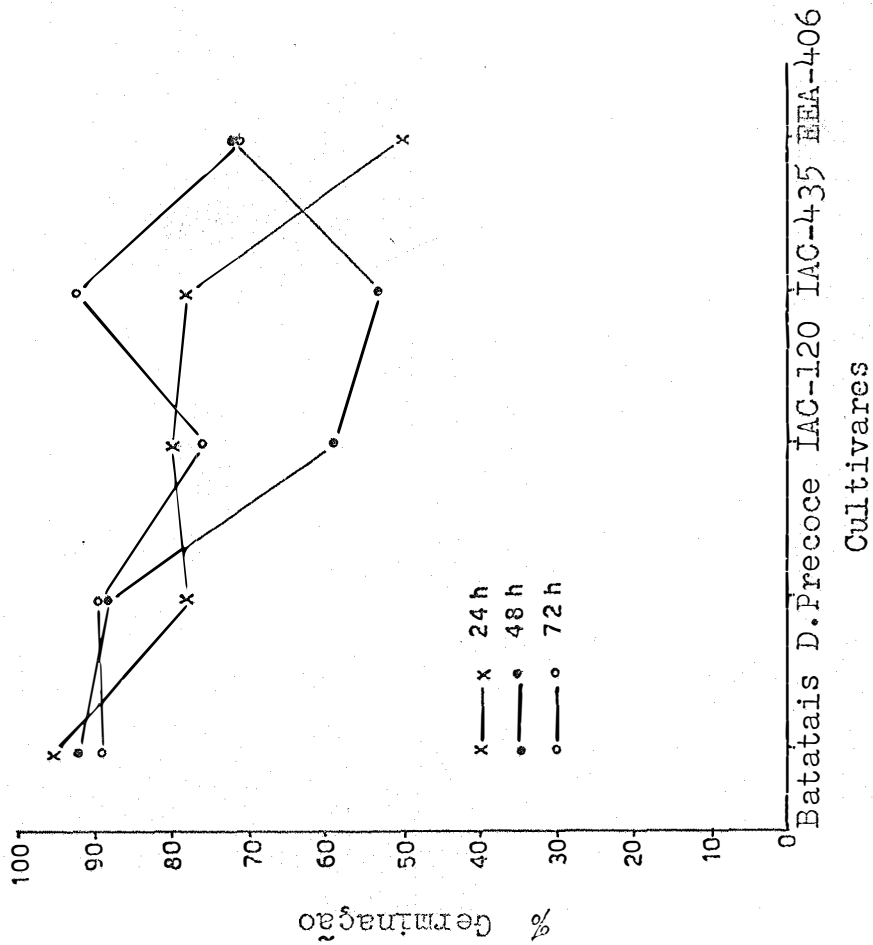


Gráfico 1 - Efeito dos períodos de envelhecimento (24, 48 e 72h) sobre a germinação de arroz da safra de 1970

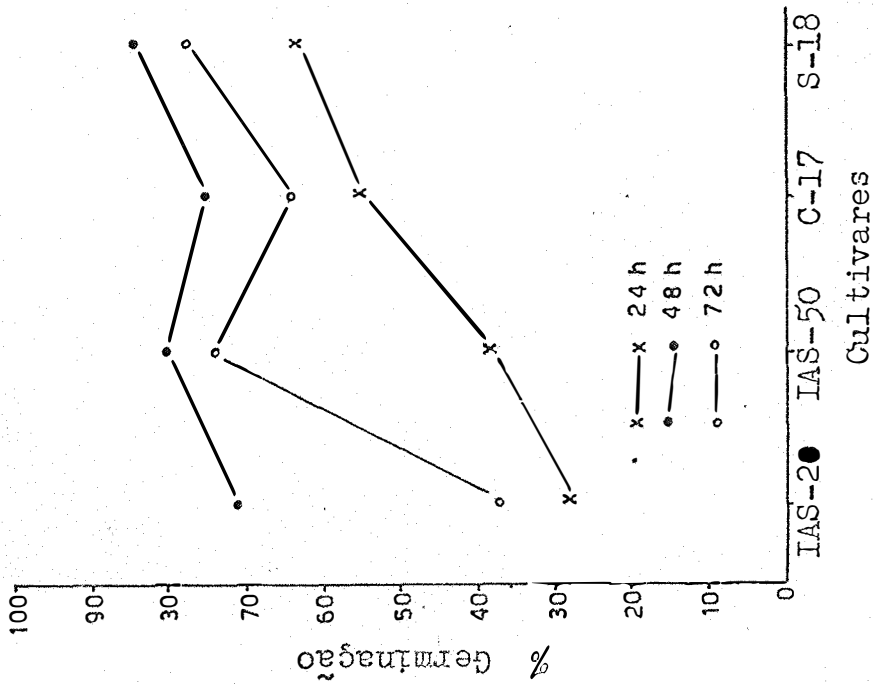


Gráfico 2 - Efeito dos períodos de envelhecimento (24, 48 e 72h) sobre a germinação de trigo da safra de 1970

mento; houve uma redução maior no número de plântulas normais provenientes das sementes que permaneceram na câmara 24 horas comparativamente com as que ficaram 72 e 48 horas.

Como na germinação das sementes de arroz, também a interpretação das plântulas de trigo foi prejudicada, pelo mesmo motivo, atribuído ao substrato utilizado.

O gráfico 3, construído para soja mostra um comportamento uniforme dos cultivares de acordo com os períodos de envelhecimento. O efeito sobre a germinação aumentou de forma crescente do menor para o maior período. O período de 72 horas provocou um efeito drástico sobre a germinação de todos os cultivares.

#### 4.3.2 - Segundo experimento preliminar

Como os períodos de envelhecimento utilizados no ensaio anterior não possibilitaram a obtenção de muitos resultados práticos, principalmente no sentido de revelar diferenças entre os tempos testados, foi planejado o segundo experimento acrescentando-se períodos de 96 e 120 horas de permanência das sub-amostras na câmara de envelhecimento. Decidiu-se, também, empregar sementes novas, da safra de 1971.

Os resultados obtidos neste ensaio que constam na Tabela 9 foram utilizados para construir os gráficos 4, 5 e 6, para arroz, trigo e soja respectivamente.

O comportamento do arroz (Gráfico 4) foi semelhante ao do primeiro ensaio, verificando-se, porém, uma maior uniformidade entre os períodos de envelhecimento, não tendo-se observado diferença de efeito entre os tempos de permanência na câmara sobre a germinação.

No caso do trigo (Gráfico 5) a permanência de 24 e 48 horas não afetaram sensivelmente a germinação. Todavia, os períodos de 96 e 120 horas se mostraram bastante drásticos, tanto no primeiro como no segundo caso, não foi possível se observar uma diferença consistente entre os cultivares. Com ação enérgica porém, intermediária em relação à 96 e 120 horas, se encontra o tempo de 72 horas que, também, se mostrou capaz de acusar diferenças entre os cultivares.

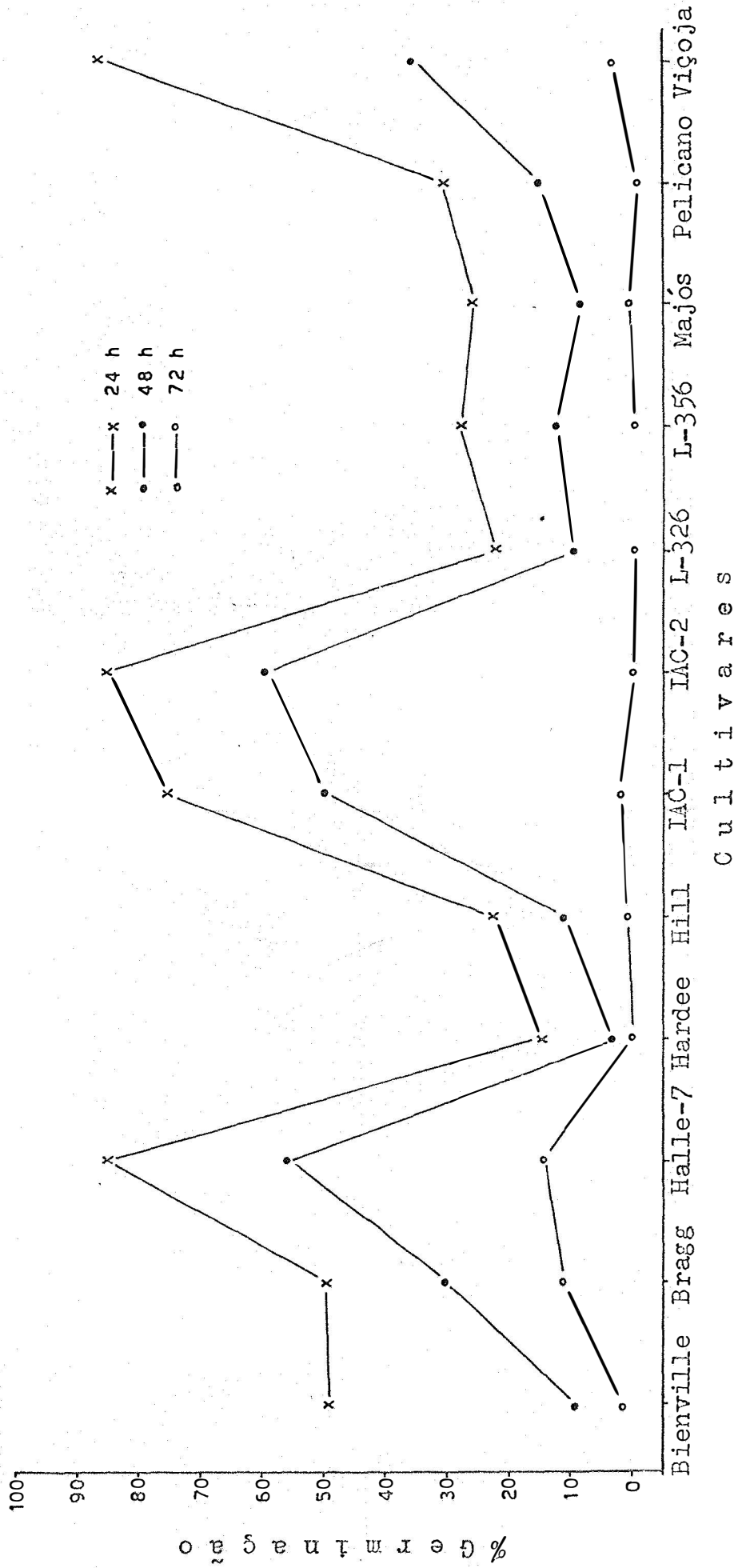


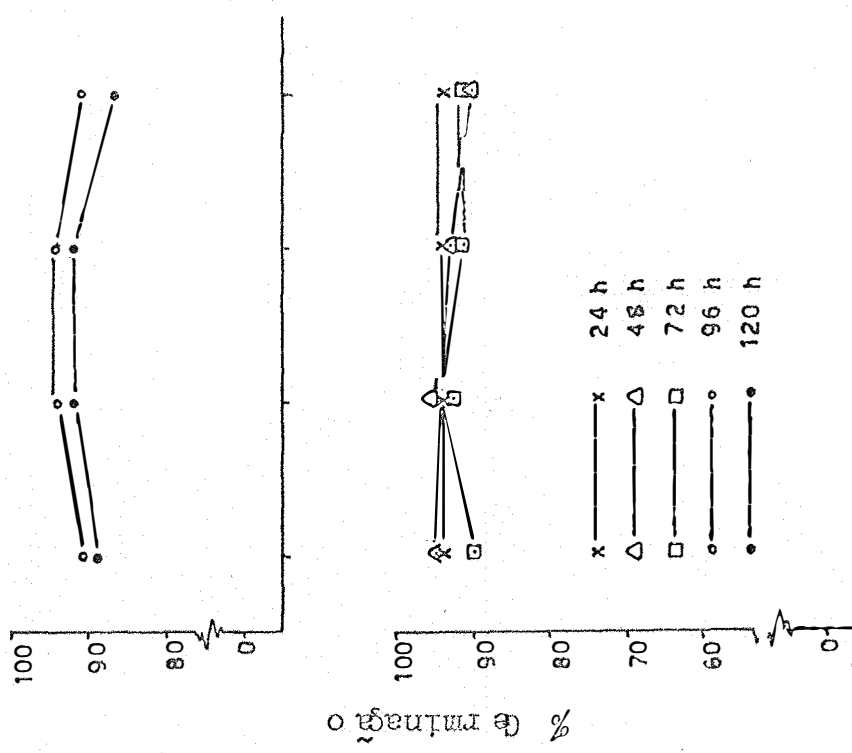
Gráfico 3 - Efeito dos períodos de envelhecimento (24, 48 e 72h) sobre a germinação de soja da safra de 1970.

Tabela 9 - Segundo experimento preliminar: percentagem média de germinação das sementes de arroz, trigo e soja, da safra de 1971, obtido após períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas na câmara de envelhecimento.

Espécie/cultivar	períodos de envelhecimento				
	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
<u>Arroz</u>					
Batatais	95	96	91	92	90
Dourado Precoce	95	95	95	95	93
IAC-120	95	94	92	95	93
IAC-435	95	91	92	92	88
<u>Trigo</u>					
IAS-20	70	30	36	0	0
IAS-50	61	39	10	0	0
IAS-51	82	66	30	5	0
IAS-52	85	84	56	4	5
IAS-53	83	71	38	7	0
IAS-54	71	65	33	17	0
<u>Soja</u>					
Bienville	83	73	22*	19	0
Bragg	87*	56	1	0	0
Halle-7	83	55	2	0	0
Hardee	89*	72	13	0	0
Hill	92	71	22	0	0
L-326	94	56	4	0	0
L-356	92	68	1	0	0
Majós	70	29	0	0	0

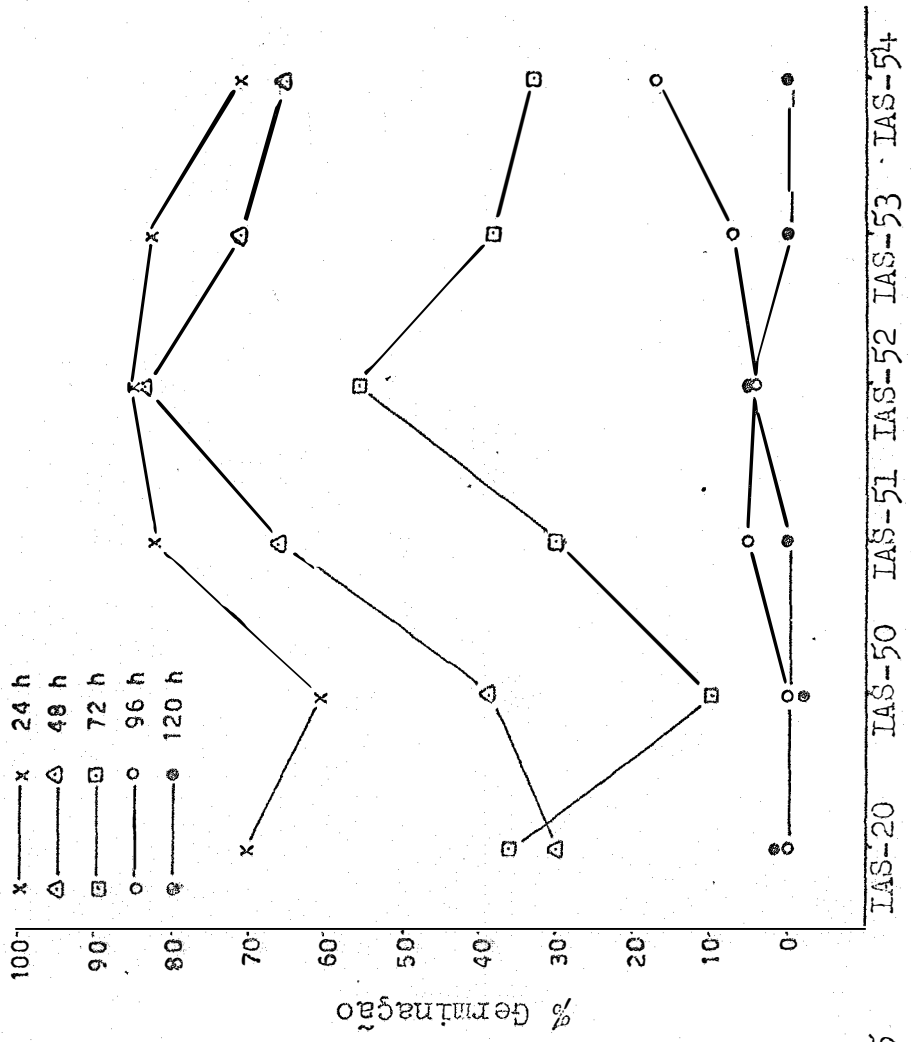
\* Média de valores que ultrapassaram as tolerâncias estabelecidas pelas Regras para Análise de Sementes (1967).





Patatais D. Precoce IAC-120 IAC-435  
Cultivares

Gráfico 4 - Efeito dos períodos de envelhecimento (24, 48, 72, 96 e 120h) sobre a germinação do arroz da safra de 1971.



IAS-20 IAS-50 IAS-51 IAS-52 IAS-53 IAS-54  
Cultivares

Gráfico 5 - Efeito dos períodos de envelhecimento (24, 48, 72, 96 e 120h) sobre a germinação de trigo da safra de 1971.

O comportamento dos cultivares de soja (Gráfico 6) foi semelhante ao do primeiro ensaio nos mesmos períodos de envelhecimento empregados; os períodos de 96 e 120 horas provocaram a morte de todas as sementes, com exceção do cultivar Bienville.

Em resumo, os períodos de envelhecimento entre 24 e 120 horas não foram efetivos para provocar efeitos notáveis sobre a germinação dos cultivares de arroz. Os efeitos dos períodos de 96 e 120 horas foram considerados muito enérgicos para os cultivares de trigo e extremamente drásticos para os cultivares de soja, dentro das condições do ensaio.

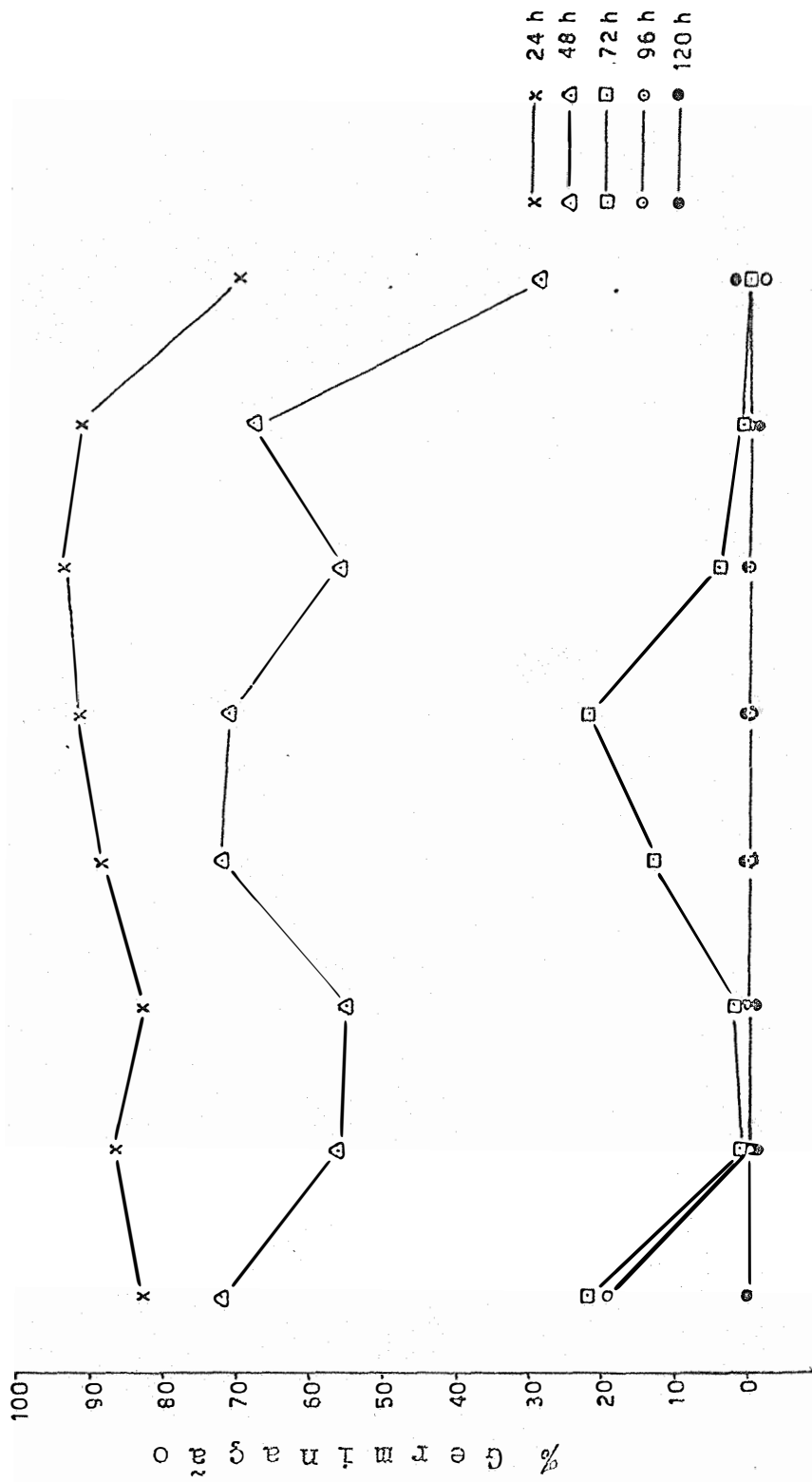
#### 4.3.3 - Terceiro experimento

Os resultados obtidos do primeiro e segundo experimentos preliminares possibilitaram a escolha dos períodos de permanência das sub-amostras na câmara para se proceder o terceiro experimento.

Os resultados obtidos dos testes realizados durante o período de seis meses de armazenamento das sementes no Laboratório encontram-se nas Tabelas 10, 11 e 12, para arroz, trigo e soja respectivamente. Com êsses resultados foram construídos os gráficos de números 7 a 24.

##### a) Testes conduzidos com arroz

A análise do gráfico 7 mostra que houve diferenças entre os cultivares da safra de 1970 em todos os testes realizados, com exceção dos dois últimos quando as germinações foram extremamente baixas (0, 1, 2 e 5%). A posição relativa entre os cultivares em termos de germinação, manteve-se em todos os testes, menos nos dois últimos. As condições do 1º, 2º, 5º e 6º testes foram mais efetivas para indicar diferenças entre os cultivares; o 4º teste foi particularmente pouco eficiente para separar os cultivares Batatais, Dourado Precoce e IAC-120. O efeito do período de 144 horas de envelhecimento foi extremo para o cultivar IAC-435, cujas sementes não germinaram ou apenas atingiram 1% de germinação; comparativamente êsse efeito foi menor para os demais cultivares. Dourado Precoce foi o cultivar que apresentou os maiores valores de germinação. Nos dois últimos testes o efeito do envelhecimento provocado na câmara foi mais acentuado em todos os cultivares.



Bienville Bragg Halle-7 Hardee Hill L-326 L-356 Majós

Cultivares

Gráfico 6 - Efeito dos períodos de envelhecimento (24, 48, 72, 96 e 120h) sobre a germinação de soja da safra de 1971.

Tabela 10 - Terceiro experimento: resultados dos testes de envelhecimento em sementes de arroz reavaliados no período de agosto de 1971 a fevereiro de 1972, em percentagem de germinação.

Cultivar	data de início dos testes de envelhecimento															
	21-08-71		05-02-71		19-09-71		04-10-71		20-10-71		09-02-72					
	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71				
Batatais	10	8	81	82	19	10	90	92	36	24	87	79	31	11	83	83
Dourado Precoce	39	13	81	90	37	36	88	94	50	37	89	85	35	25	87	89
IAC-120	25	9	89	84	25	21	93	93	47	27	99	85	34	21	90	87
IAC-435	0	0	83	84	0	0	83	90	1	0	78	88	0	0	79	81
EEA-406	-	-	45	68	-	-	58	64	-	-	63	49	-	-	54	57
Batatais	21	9	87	86	15	10	79	87	2	0	81	78	2	1	75	72
Dourado Precoce	37	13	90	94	27	29	91	90	5	1	87	81	5	3	91	87
IAC-120	29	11	94	94	24	21	94	92	5	3	88	91	1	1	92	91
IAC-435	1	0	86	87	0	0	85	79	0	0	73	77	0	0	80	73
EEA-406	-	-	49	39	-	-	53	44	-	-	43	40	-	-	41	33

Tabela 11 - Terceiro experimento: resultados dos testes de envelhecimento em sementes de trigo realizado no período de agosto de 1971 a fevereiro de 1972, em percentagem de germinação.

Cultivar	data de início dos testes de envelhecimento											
	28-08-71		12-09-71		27-09-71		12-10-71		27-09-71		12-10-71	
	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71
	(**) 84h	(**) 84h	84h	84h	60h	84h	60h	84h	60h	84h	60h	84h
IAS-20	9	5	10	9	12*	4	22	10	50	32	53	33
IAS-50	10	6	25	42	17	7	53	37	34	36*	67	57*
IAS-51	-	-	23	27	-	-	19	26	-	-	59	41
IAS-52	-	-	24	39	-	-	47	37	-	-	84	71
IAS-53	-	-	28	28	-	-	37	26	-	-	62	59
IAS-54	-	-	23	40	-	-	35	25	-	-	70	57*
C-17	25	32	-	-	29	19	-	-	52	49	-	-
S-18	35	39	-	-	39	28	-	-	71	61	-	-
	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)	(***)
	27-10-71	27-10-71	12-11-71	12-11-71	02-02-72	02-02-72	12-11-71	02-02-72	02-02-72	21-02-72	21-02-72	21-02-72
IAS-20	27	17	41	33	31	11	39	21	10	33	19	8
IAS-50	23	17	71	60	18	9	71	40	8	1	39	19
IAS-51	-	-	55	47	-	-	45	33	-	-	39	22
IAS-52	-	-	73	67	-	-	75	60	-	-	60	33
IAS-53	-	-	59	57*	-	-	54	51	-	-	40	31*
IAS-54	-	-	63	53	-	-	55	56	-	-	43	33
C-17	51	45	-	-	53	35*	-	-	25	14	-	-
S-18	68	62	-	-	71	53	-	-	39	32	-	-

\* - Média de valores que ultrapassaram as tolerâncias estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (1967);

\*\* - Neste teste as sementes permaneceram, por um lapso, 74h15 min. na câmara e foram colocadas para germinar 10h depois;

\*\*\* - 60h de envelhecimento.

Tabela 12 - Terceiro experimento: resultados dos testes de envelhecimento em sementes de soja realizadas no período de agosto de 1971 a fevereiro de 1972, em percentagem de germinação.

Cultivar	data de início dos testes de envelhecimento															
	14-08-71		01-09-71		19-09-71		01-10-71		19-09-71		01-10-71					
	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71	safra/70	safra/71				
	48h	60h	48h	60h	48h	60h	48h	60h	48h	60h	48h	60h				
Bienville	3	0	81	75	0	1	89*	73	5	0	93	92	1	0	94	68
Bragg	-	-	-	-	5	1	85	60	20	0	93	78	5	0	81	31
Halle-7	45	9	72	60	32	1	84	57	77	12	88	82	42	1	81	58
Hardee	0	0	73	66	0	0	73	56	0	0	87	87	0	0	88	12
Hill	0	0	81	64	0	0	89	73	7	0	91	93	1	0	92	50
IAC-1	-	-	-	-	6	1	73	69	18*	0	96	62	4	0	89	34
IAC-2	10	1	81	45	5	1	88	60	33*	0	89	86	27	0	84	40
L-356	0	0	91	43	1	0	93	73	0	0	96	90	0	0	92	40
Viçoja	14	1	94	91	1	0	95	75	16	2	99	95	6	0	97	60
Pelicano	-	-	-	-	1	1	93	88	3	0	97	94	1	0	92	67
	17-10-71		31-10-71		22-01-72		06-02-72									
Bienville	0	1	93	82	22	4	88	90	0	0	47	0	0	0	76	17
Bragg	6	9	63	71	14	7	79	80	0	0	7	1	0	0	24	1
Halle-7	23	18*	73	78	42	24	76	75	1	1	14	1	2	0	42	14
Hardee	0	0	89	74	-	-	78	88	-	-	20*	1	-	-	51	4
Hill	1	0	90	72	2	0	86	75	0	0	32	4	0	0	53	10
IAC-1	9	1	85	66	11	1	89	70	0	0	5	1	0	0	23	1
IAC-2	3	0	83	70	16	0	77	71	0	0	4	0	0	0	14	0
L-356	0	0	86	89	-	-	85	88	-	-	20	0	-	-	39*	4
Viçoja	17	0	95	82*	18	9	92	87	0	0	29	1	0	0	59*	12
Pelicano	0	0	88	85*	-	-	90	92	-	-	51	3*	-	-	66	25*

\* - Média de valores que ultrapassaram as tolerancias estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (1967).

res.

O estudo do gráfico 8 revela ter havido boa separação dos cultivares da safra de 1970 em todos os testes realizados, com exceção dos dois últimos quando as germinações foram extremamente baixas (0, 1 e 3%). A posição relativa entre os cultivares, em termos de germinação, manteve-se em todos os testes, menos nos dois últimos. As condições do 2º, 3º, 4º e 6º testes foram mais efetivas para indicar diferenças entre os cultivares; os testes 1º e 5º foram, neste particular pouco efetivos para separar os cultivares Batatais, Dourado Precoce e IAC-120. Os efeitos do período de 168 horas de envelhecimento foi igualmente extremos para o cultivar IAC-435, cujas sementes ficaram impossibilitadas de germinar; comparativamente êsse efeito foi menor para os demais cultivares. Dourado Precoce foi novamente o cultivar que apresentou os maiores valores de germinação em todos os testes.

O confronto dos gráficos 7 e 8 mostra que houve um maior efeito do período de 168 horas de envelhecimento do que o período de 144 horas sobre a germinação. Os gráficos citados são muitos semelhantes entre si.

O gráfico 9 mostra que o período de 144 horas não foi efetivo para separar nitidamente a maioria dos cultivares, da safra de 1971, embora no 4º, 5º e 6º testes tenha se evidenciado alguma relação de valores de germinação entre os cultivares Batatais, Dourado Precoce e IAC-120. Os efeitos do envelhecimento sobre a germinação do cultivar IAC-435 foram particularmente irregulares nos diversos testes, comparativamente com os demais. O cultivar IAC-120 foi o menos afetado pelo envelhecimento o cultivar EEA-406 apresentou, de outro lado, a menor germinação e, por isso, ficou nitidamente separado dos demais.

O gráfico 10 revela que o período de 168 horas de envelhecimento não foi efetivo para separar a maioria dos cultivares, da safra de 1971, embora no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º testes tenha se evidenciado alguma relação entre os valores de germinação dos cultivares Batatais, Dourado Precoce e IAC-120. Os efeitos do envelhecimento sobre a germinação do cultivar IAC-435 foram algo irregulares nos diversos testes. A separação do cultivar EEA-406 dos demais foi bastante nítida.

A comparação dos gráficos 9 e 10 mostra que a va

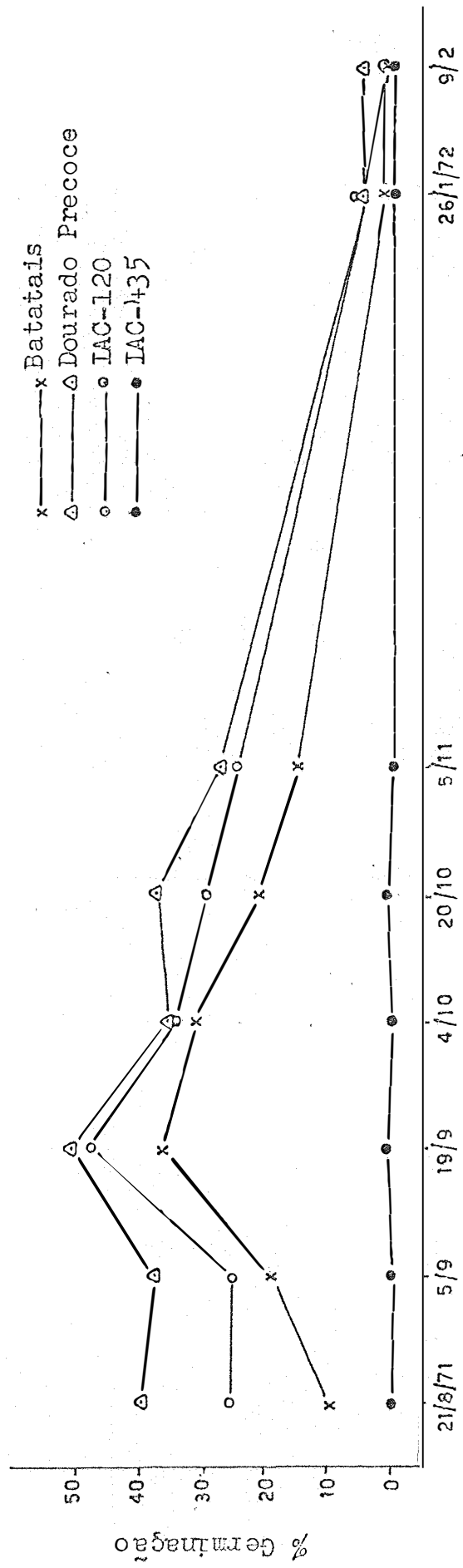


Gráfico 7 - Efeito de 144h de envelhecimento em arroz da safra de 1970.

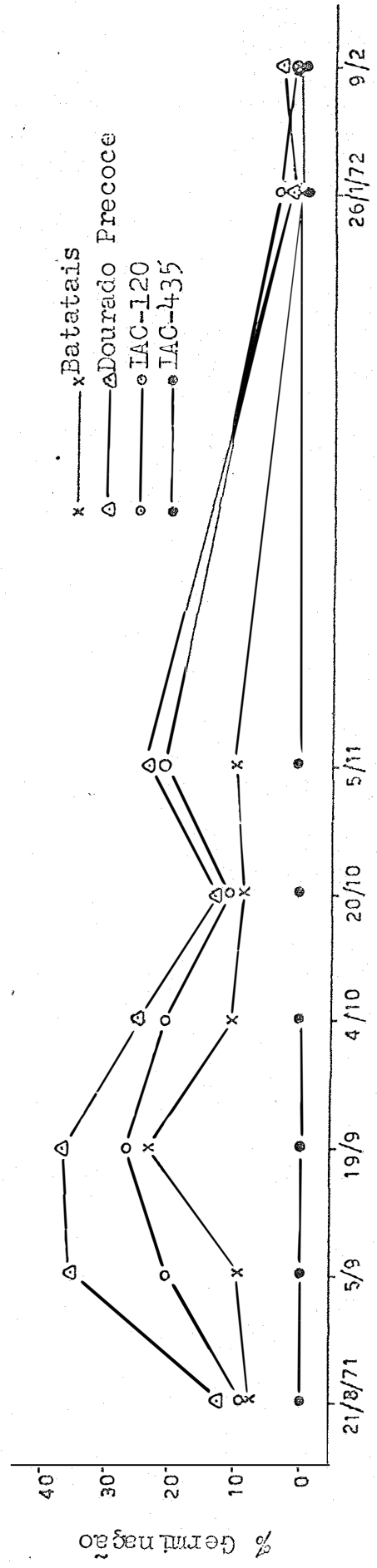


Gráfico 8 - Efeito de 168h de envelhecimento em arroz da safra de 1970.



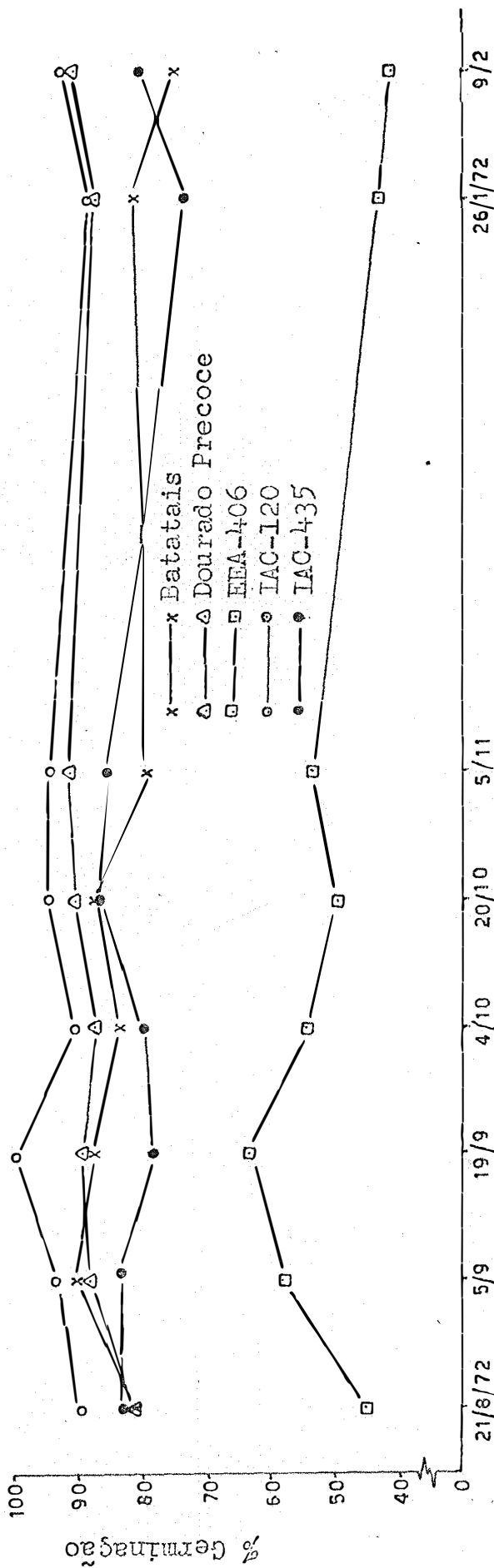


Gráfico 9 - Efeito de 14th de envelhecimento em arroz da safra de 1971.

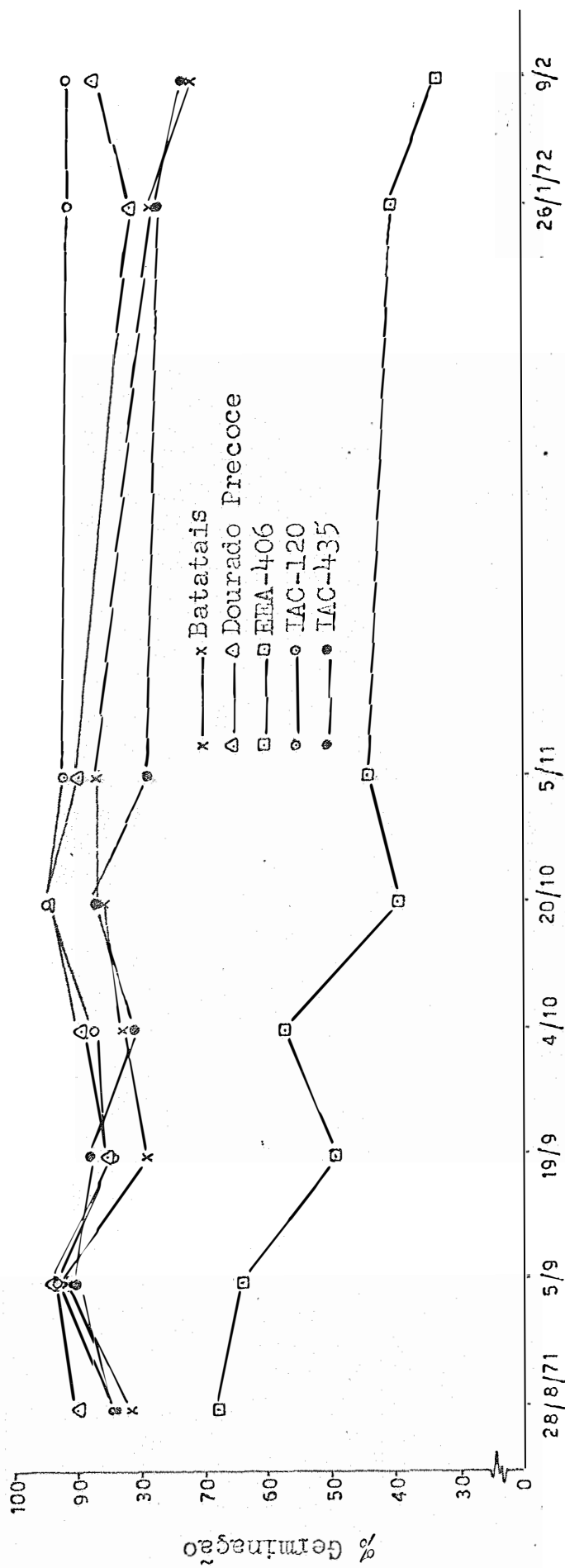


Gráfico 10 - Efeito de 168h de envelhecimento em arroz da safra de 1971.

riação da germinação nos diversos testes esteve entre 70 e 99% para os cultivares Batatais, Dourado Precoce, IAC-120 e IAC-435, no período de 144 horas de envelhecimento; para o período de 168 horas essa variação esteve entre os limites de 70 e 95%. Para o cultivar EEA-406 a germinação nos diversos testes variou entre 40 e 65% no período de 144 horas e 30 e 70% no período de 168 horas.

Comparando-se os gráficos 7 e 9 verifica-se que o efeito do período de 144 horas de envelhecimento foi maior nas sementes velhas (safra 1970), onde a germinação variou entre os limites de 10 a 50% nos 6 primeiros testes, enquanto que a variação de germinação das sementes novas (safra 1971) esteve entre 70 e 99%, sem considerar o cultivar EEA-406.

Cotejando-se os gráficos 8 e 10 verifica-se que o efeito do período de 168 horas de envelhecimento foi ainda maior para as sementes velhas (safra de 1970), onde os valores de germinação situaram-se entre os limites de 5 e 40%, sem considerar os dois últimos testes, enquanto que a variação da germinação das sementes novas esteve entre 70 e 95%.

Os gráficos 7, 8, 9 e 10 mostram que houve um efeito pronunciado dos períodos de 144 e 168 horas de envelhecimento sobre a germinação das sementes da safra de 1970 enquanto que esse efeito não foi bastante pronunciado, e, em alguns casos, não houve efeito, sobre as germinações das sementes da safra de 1971.

Finalmente verifica-se, como foi anteriormente mencionado, que as sementes de arroz da safra de 1970 apresentaram decréscimo da germinação no período compreendido entre novembro de 1970 e fevereiro de 1972 (6º e 8º teste), enquanto que as sementes da safra de 1971 permaneceram com germinações estaveis durante todo o transcurso da realização do experimento, com exceção da semente do cultivar EEA-406, especialmente nos testes de 168 horas de envelhecimento onde houve decréscimo da germinação a partir de agosto de 1971 (1º teste).

#### b) Testes conduzidos com trigo

Os gráficos de números 11 a 16 representam o efeito de 60 e 84 horas de envelhecimento sobre a germinação das sementes dos cultivares de trigo. Para maior clareza, os cultivares da safra de 1971, foram divididos em dois grupos; nos gráficos

13 e 15, encontram-se representados os resultados dos testes de 60 horas de envelhecimento e, nos gráficos 14 e 16, os testes de 84 horas de envelhecimento, para cada um dos grupos.

O gráfico 11 mostra que o período de 60 horas foi efetivo para mostrar que as diferenças entre cultivares da safra de 1970 em todos os testes realizados embora tendo sido mínima as diferenças de germinação entre os cultivares C-17 e IAS-20 no segundo teste (2%) e entre os cultivares IAS-20 e IAS-50 nos últimos dois testes (2 e 1%). A posição relativa dos cultivares em termos de germinação manteve-se constante em todos os testes, com exceção do comportamento irregular do cultivar IAS-20 no primeiro teste. As condições de todos os testes influenciaram a germinação de todos cultivares de uma forma uniforme, com uma exceção para o cultivar C-17 no terceiro teste. O cultivar S-18 foi o que em comparação com os demais apresentou os maiores valores de germinação e o cultivar IAS-50 os menores valores. Mostra ainda esse gráfico um declínio da germinação em todos os cultivares do quinto para o sexto teste.

O gráfico 12 mostra que, para as mesmas sementes, o período de 84 horas de envelhecimento foi efetivo para mostrar diferenças entre os cultivares S-18 e C-17, bem como desses dois e os cultivares IAS-20 e IAS-50. Porém as diferenças foram pequenas entre os cultivares IAS-20 e IAS-50 (0 a 4%). A posição relativa entre os cultivares S-18 e C-17, em termos de germinação, manteve-se constante, o que porém não aconteceu entre os cultivares IAS-20 e IAS-50 que alternaram essas posições em quase todos os testes. O cultivar S-18, foi o que, comparado com os demais, apresentou os maiores valores de germinação. Observe-se um declínio acentuado da germinação, especialmente dos cultivares S-18 e C-17, entre o sexto e o sétimo teste.

Os gráficos 11 e 12 mostram que o período de 84 horas de envelhecimento provocou efeito maior sobre a germinação de todos os cultivares comparado com o período de 60 horas. A variação total da germinação esteve entre os limites de 1 e 61% no período de 84 horas enquanto para o período de 60 horas esteve entre 1 e 71%. A posição relativa entre os cultivares S-18 e C-17 se manteve nos dois períodos de envelhecimento enquanto que já o mesmo não aconteceu para os cultivares IAS-20 e IAS-50. As diferenças entre esses dois foram claras no período de 60 horas variando de

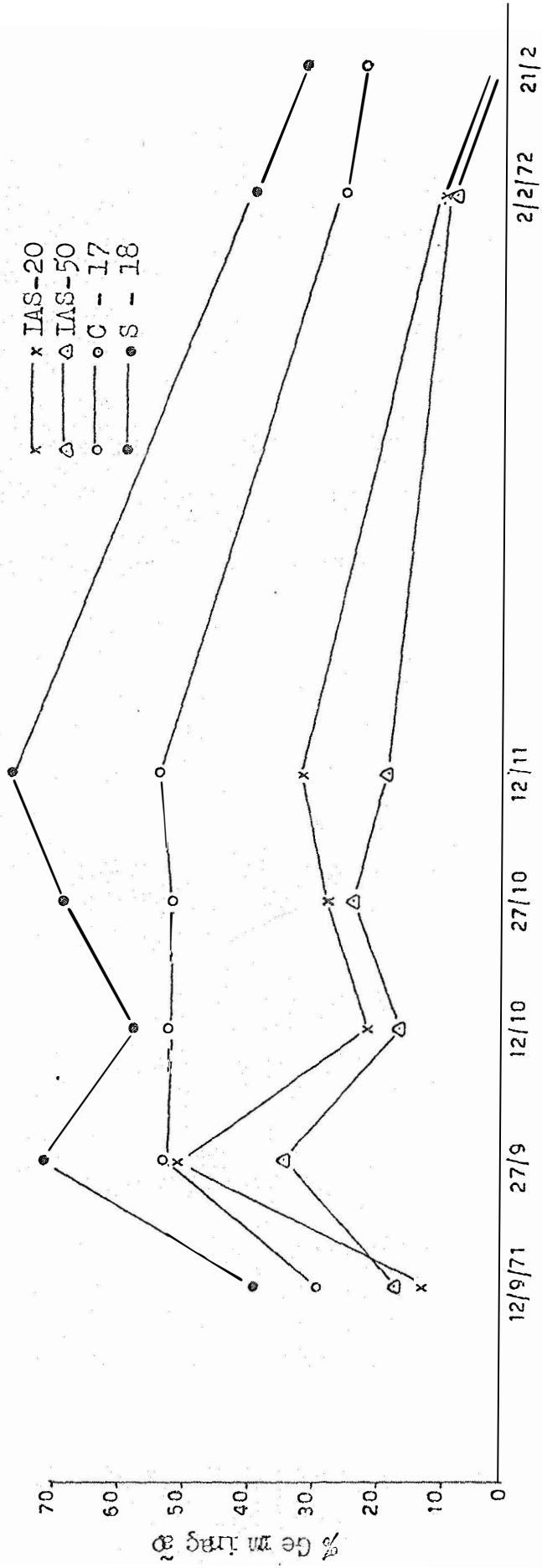


Gráfico 11 - Efeito de 60h de envelhecimento em trigo da safra de 1970.

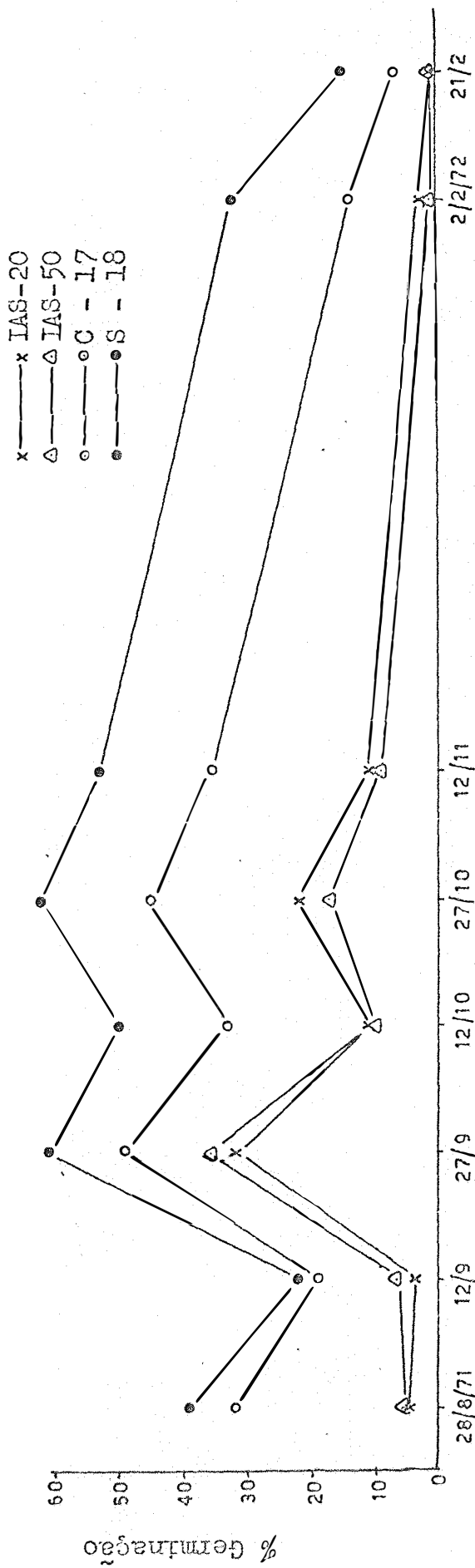


Gráfico 12 - Efeito de 84h de envelhecimento em trigo da safra de 1970.

l até 16%, segundo o teste; no período de 84 horas a variação dessas diferenças estiveram entre os limites de 0 e 4%.

O gráfico 13 mostra que o período de 60 horas de envelhecimento foi efetivo para evidenciar as diferenças entre cultivares da safra de 1971 em todos os testes, com exceção do primeiro teste onde a diferença entre os cultivares IAS-20 e IAS-51 foi mínima (3%). A posição relativa dos cultivares, em termos de germinação manteve-se constante em todos os testes, com exceção do comportamento irregular do cultivar IAS-51 no primeiro teste. Em seis dos sete testes realizados o cultivar IAS-50 apresentou os valores mais altos de germinação enquanto que o cultivar IAS-51 apresentou o maior valor de germinação no sétimo teste. Com exceção do primeiro teste, o cultivar IAS-20 apresentou os valores de germinação mais baixos. Ocorreu um declínio da germinação das sementes de todos os cultivares entre o quinto e o sétimo teste.

O gráfico 14 mostra que o período de 84 horas foi bastante efetivo para evidenciar as diferenças entre cultivares da safra de 1971 em todos os testes, ainda que tenha havido pequena diferença (3%) entre os cultivares IAS-50 e IAS-51 no sétimo teste. A posição relativa dos cultivares, em termos de germinação, manteve-se em seis dos oito testes; nos dois últimos testes houve uma inversão de posição entre os cultivares IAS-50 e IAS-51. O cultivar IAS-50 apresentou os maiores valores de germinação nos seis primeiros testes enquanto que o cultivar IAS-51 apresentou as germinações mais altas nos dois últimos testes; as germinações do cultivar IAS-20 foram consistentemente mais baixas. Ocorreu um declínio de germinação dos cultivares entre o sexto e o sétimo teste.

Os gráficos 13 e 14 mostram que o período de 84 horas de envelhecimento provocou um efeito levemente mais enérgico sobre a germinação comparado com o período de 60 horas. A variação da germinação no primeiro caso esteve entre os limites de 4 e 66% e no segundo, entre 11 e 71%. Com exceção do cultivar IAS-51 no primeiro, sexto e sétimo testes do período de 60 horas de envelhecimento (gráfico 13) e nos dois últimos testes do período de 84 horas (gráfico 14), a posição relativa dos cultivares foi a mesma nos dois períodos de envelhecimento das sementes. A tendência do cultivar IAS-51 em se mostrar menos afetado do que o cultivar IAS-50, no período de 60 horas de envelhecimento, ficou evidenciado no período de 84 horas, nos últimos dois testes. O declínio da ger-

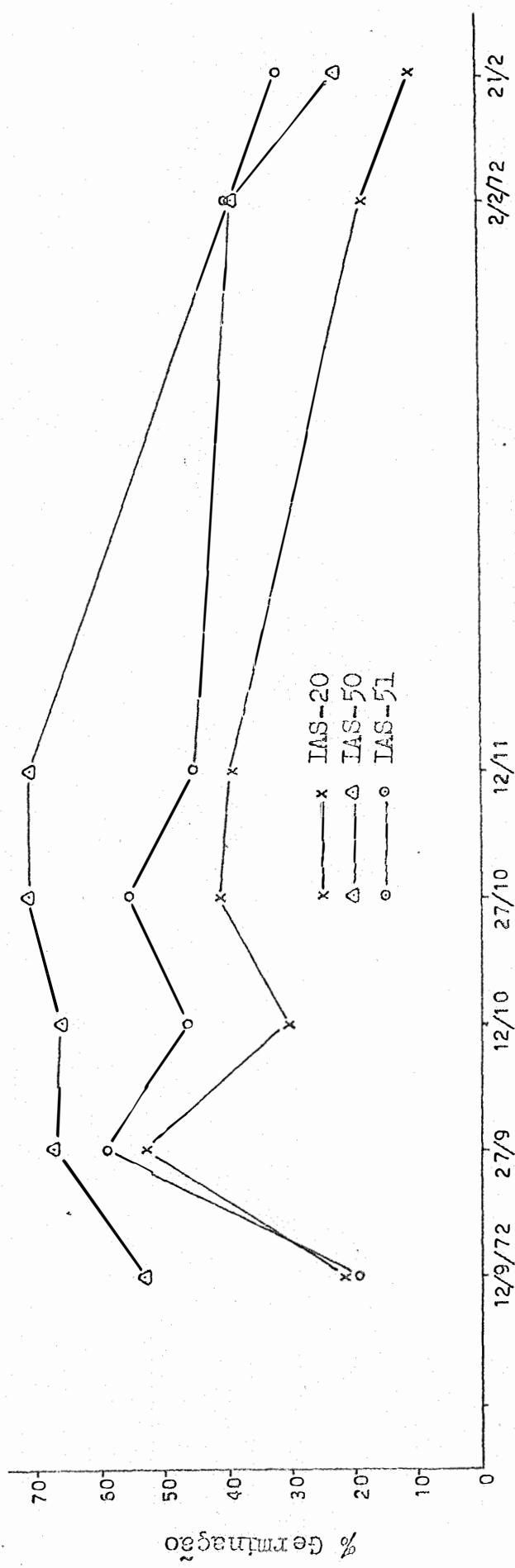


Gráfico 13 - Efeito de 60h de envelhecimento em trigo da safra de 1971.

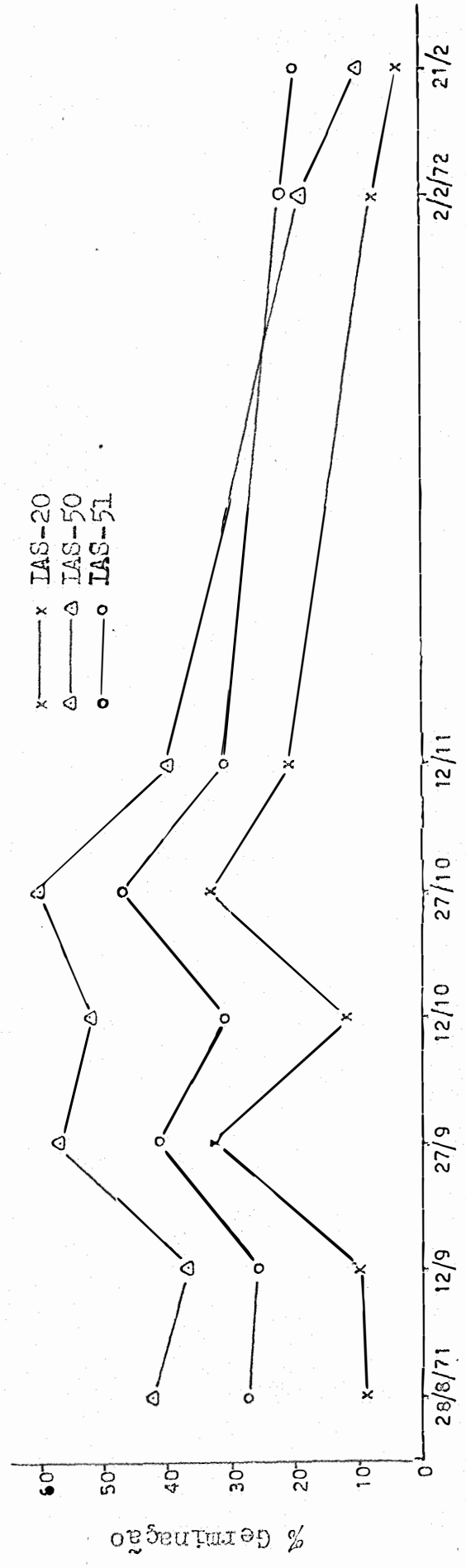


Gráfico 14 - Efeito de 84h de envelhecimento em trigo da safra de 1971.



minação dos cultivares entre o 6º teste e os dois últimos ficou melhor evidenciado no período de 60 horas de envelhecimento.

Os gráficos 11, 12, 13 e 14 mostram que houve um efeito mais pronunciado dos períodos de 60 e 84 horas sobre a germinação dos cultivares IAS-20 e IAS-50 da safra de 1970 do que sobre a germinação das sementes dos mesmos da safra de 1971. A germinação das sementes da safra de 1970 estiveram entre os limites de 1 e 50% no período de 60 horas e de 1 e 36% no período de 84 horas, enquanto que a germinação das sementes da safra de 1971 estiveram entre os limites de 11 e 71% no período de 60 horas e de 4 e 66% no período de 84 horas.

O gráfico 15 mostra que o período de 60 horas de envelhecimento foi efetivo para evidenciar diferenças entre cultivares da safra de 1971 em todos os testes, apesar das pequenas diferenças entre os cultivares IAS-53 e IAS-54 (2, 8, 1, 4, 1, 3 e 6% respectivamente nos sete testes realizados). A posição relativa dos cultivares, em termos de germinação, manteve-se constante em todos os testes. O cultivar IAS-52 apresentou sempre germinações mais altas e o cultivar IAS-53, as mais baixas. Do quinto para o sétimo teste houve declínio da germinação.

O gráfico 16 mostra que o período de 84 horas foi efetivo para evidenciar diferenças entre os cultivares IAS-52 e IAS-53 em todos os testes, os quais mantiveram as mesmas posições relativas. O comportamento do cultivar IAS-53 apresentou-se irregular, alternando posição ora com o cultivar IAS-52, ora com o cultivar IAS-54. Dos 8 testes o cultivar IAS-52 apresentou os maiores valores de germinação, em 5 testes; em 2 testes o cultivar IAS-54 apresentou germinações mais altas e não igualou-se com o IAS-52. Ocorreu um declínio da germinação dos cultivares entre o sexto e o sétimo teste.

Os gráficos 15 e 16 mostram que o período de 84 horas de envelhecimento provocou um efeito relativamente pequeno sobre a germinação das sementes dos cultivares quando comparados com o período de 60 horas. A variação da germinação no primeiro caso esteve entre os limites de 17 e 71% e no segundo, entre 31 e 84%. A posição relativa dos cultivares IAS-52 e IAS-53, mostrando o mesmo tipo de reação às condições dos testes, foi a mesma nos dois períodos de envelhecimento. O cultivar IAS-54 parece ter si

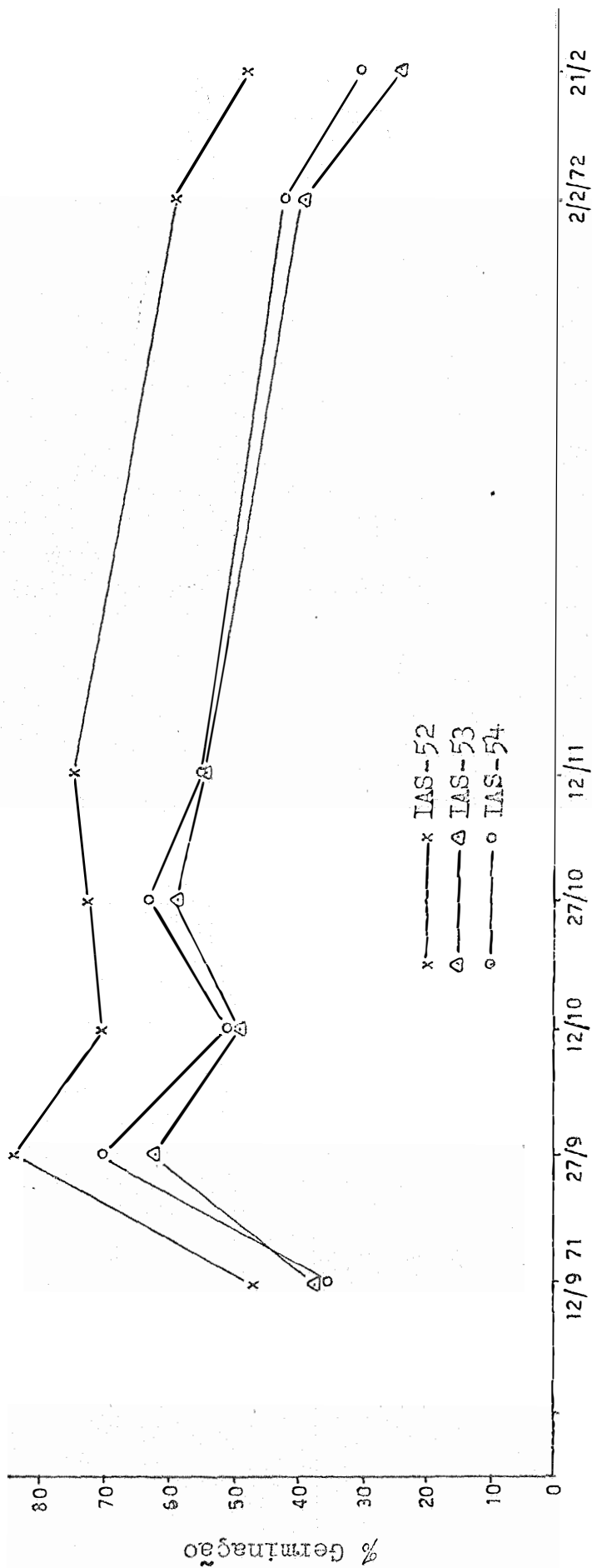


Gráfico 15 - Efeito de 60h de envelhecimento em trigo da safra de 1971.

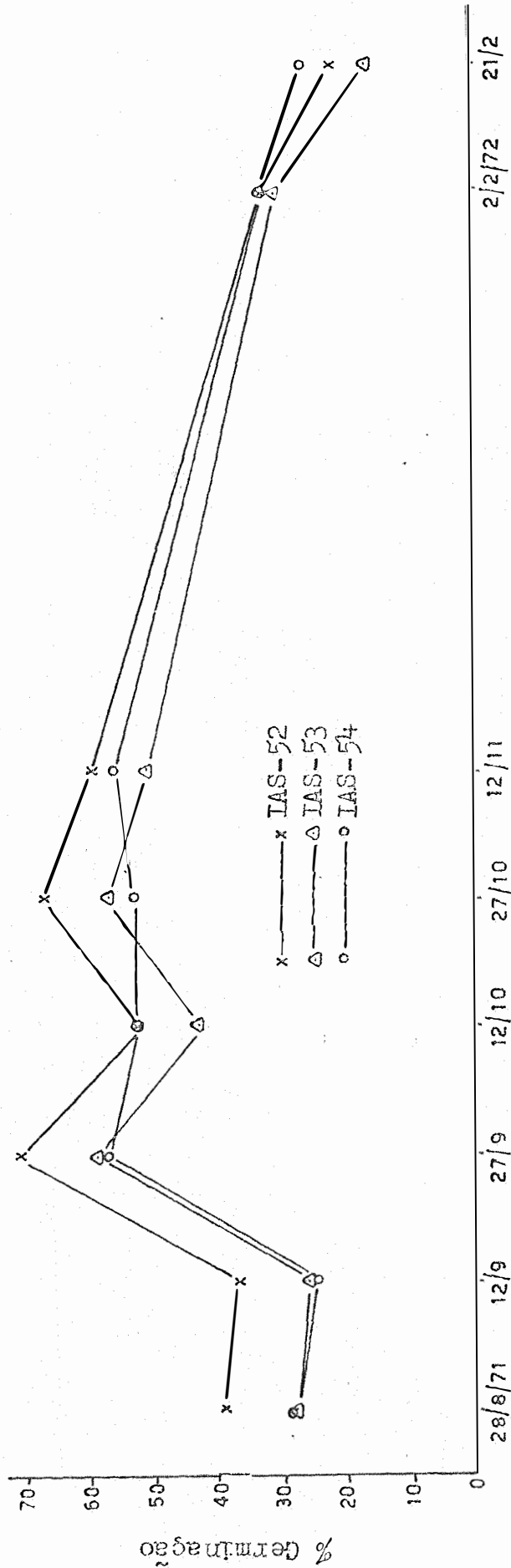


Gráfico 16 - Efeito de 84h de envelhecimento em trigo da safra de 1971.

do menos afetado pelo período de 84 horas de envelhecimento, em comparação com os cultivares IAS-52 e IAS-53. O declínio da germinação dos cultivares entre o 5º e 6º teste, e o 6º e 7º teste evidenciou-se nos dois períodos de envelhecimento.

Os gráficos 11, 12, 13, 14, 15 e 16 mostram que a germinação das sementes dos cultivares IAS-20 e IAS-50 da safra de 1970 foi, comparada com a germinação das sementes da safra de 1971, mais afetada pelos períodos de 60 e 84 horas de envelhecimento em todos os testes realizados. O efeito dos períodos de envelhecimento sobre a germinação dos cultivares foi uniforme em todos os testes, com exceção de alguns poucos casos já referidos, especialmente em relação aos cultivares IAS-20 (gráfico 11), IAS-20 e IAS-50 (gráfico 12), IAS-51 (gráfico 13) e IAS-54 (gráfico 16). Para as sementes da safra de 1970 o período de 60 horas de envelhecimento mostrou as diferenças entre os cultivares de forma mais consistente, comparado com o período de 84 horas. Para as sementes da safra de 1971, essas diferenças foram evidenciadas igualmente pelos períodos de 60 e 84 horas, não levando em conta o comportamento irregular do cultivar IAS-54 no período de 84 horas (gráfico 16). Especialmente para comparar as diferenças entre os cultivares IAS-52, IAS-53 e IAS-54, o período de 60 horas de envelhecimento foi mais efetivo do que o período de 84 horas.

Finalmente, como já foi anteriormente salientado, houve um declínio da germinação dos cultivares de trigo no período compreendido entre novembro de 1971 e fevereiro de 1972 em todos os testes, principalmente nos períodos de 84 horas de envelhecimento.

#### c) Testes conduzidos com soja

Nos gráficos de números 17 a 24 estão os resultados dos testes realizados com sementes dos cultivares de soja, indicando o efeito dos períodos de 48 e 60 horas de envelhecimento sobre a germinação. Para maior clareza os cultivares foram divididos em dois grupos; nos gráficos 21 e 23, estão os resultados dos testes de 48 horas de envelhecimento e, nos gráficos 22 e 24, os resultados dos testes de 60 horas de envelhecimento, para cada um dos grupos.

O gráfico 17 mostra que o período de 48 horas de envelhecimento não foi efetivo para evidenciar diferenças de forma

consistente entre cultivares da safra de 1970, embora o cultivar Halle-7 tenha se destacado dos demais. Observe-se também que as condições do terceiro e especialmente do sexto teste mostraram diferenças entre os cultivares. O cultivar Halle-7 foi o menos afetado, tendo apresentado os maiores valores de germinação em todos os testes. Nessa ordem segue-se o cultivar Bragg nos primeiros 5 testes em que tomou parte, sem levar em conta o comportamento irregular no cultivar Bienville no sexto teste. O comportamento dos demais cultivares foi muito irregular, com exceção do cultivar Hardee cujas sementes não germinaram nos cinco testes em que a mesma **entrou**.

O gráfico 18 mostra que o período de 60 horas de envelhecimento não foi efetivo para evidenciar diferenças entre os cultivares da safra de 1970 com exceção apenas para o sexto teste cujas germinações foram de zero, 4, 7 e 24% para os cultivares Halle-7, Bragg, Bienville e Hill respectivamente.

Os gráficos 17 e 18 mostram que dos 16 testes realizados apenas três (3º e 6º teste do gráfico 17 e 6º teste no gráfico 18) foram efetivos para mostrar diferenças entre os cultivares em termos de germinação. O efeito do período de 48 horas sobre a germinação das sementes do cultivar Halle-7 foi menor do que o período de 60 horas, embora tenha sido drástico, como para os demais cultivares, no segundo, quarto e oitavo testes.

O gráfico 19 mostra que o período de 48 horas de envelhecimento não foi efetivo para indicar diferenças entre cultivares da safra de 1970 de maneira consistente. Apenas o primeiro, terceiro e sexto teste evidenciaram diferenças entre os cultivares porém a posição relativa dos cultivares não se manteve.

O gráfico 20 mostra que o efeito do período de 60 horas de envelhecimento sobre a germinação de todos os cultivares da safra de 1970, foi extremamente severo. A germinação apresentada pelos cultivares foi de 0 e 1%, em todos os testes, e de 2 e 9% para o cultivar Viçoja respectivamente no terceiro e sexto teste.

Os gráficos 19 e 20 mostram que o efeito do período de 48 horas de envelhecimento sobre a germinação foi menor quando comparado com o efeito do período de 60 horas, o qual foi

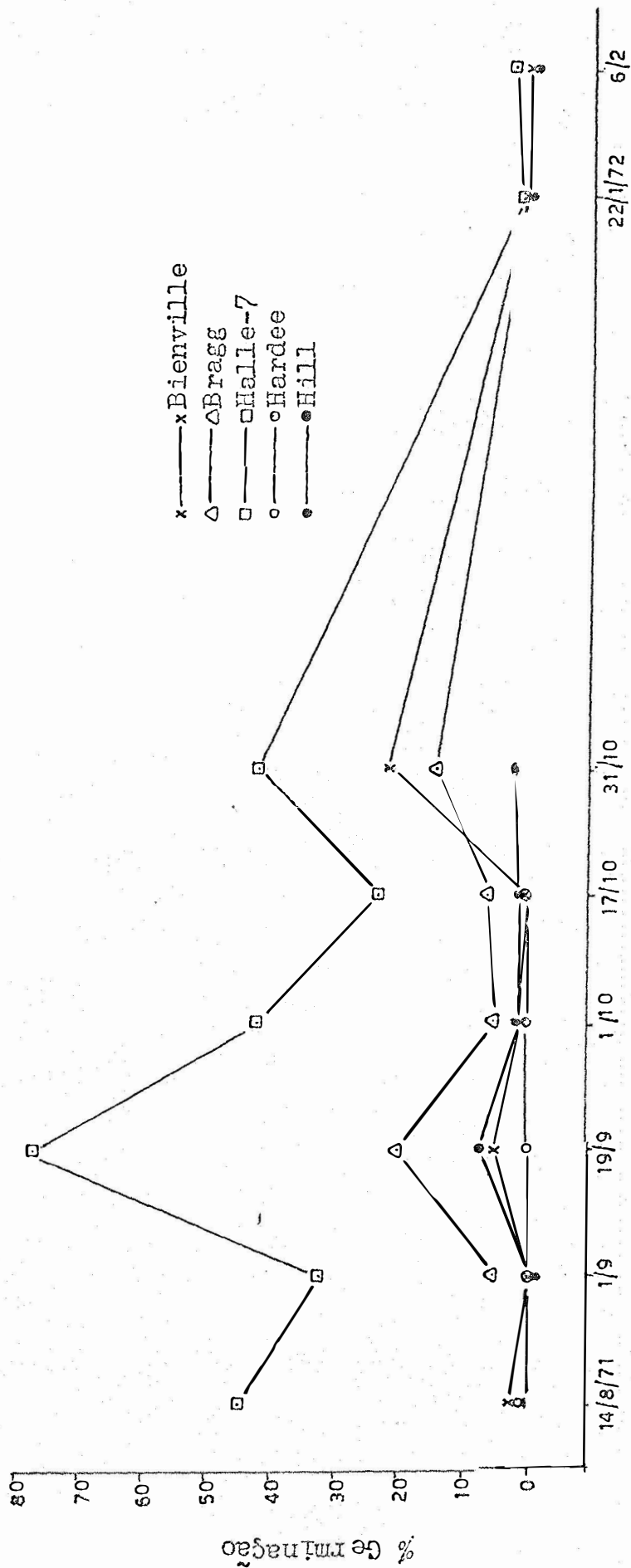


Gráfico 17 - Efeito de 48h de envelhecimento em soja da safra de 1970.

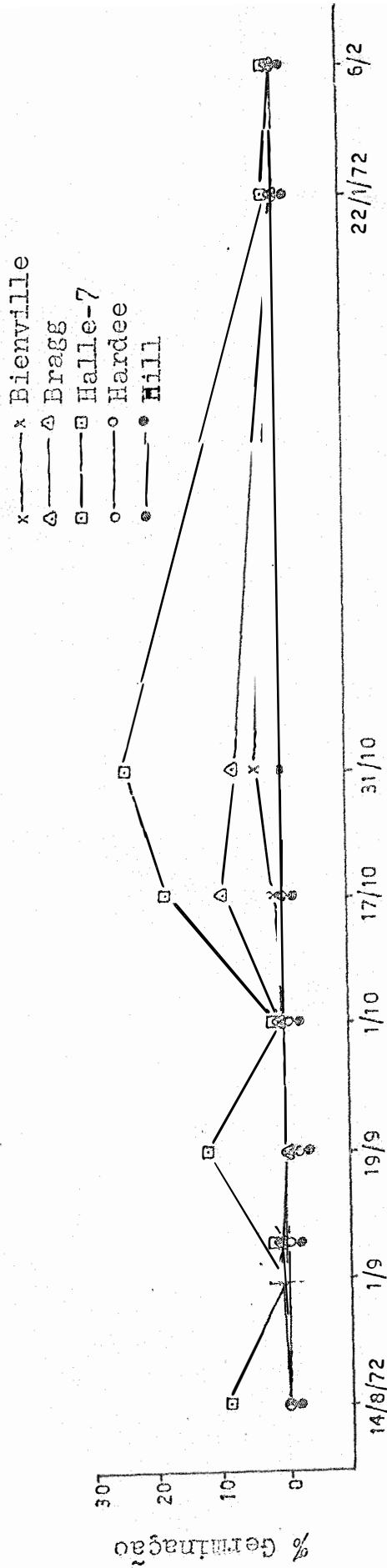


Gráfico 18 - Efeito de 60h de envelhecimento em soja da safra de 1970.

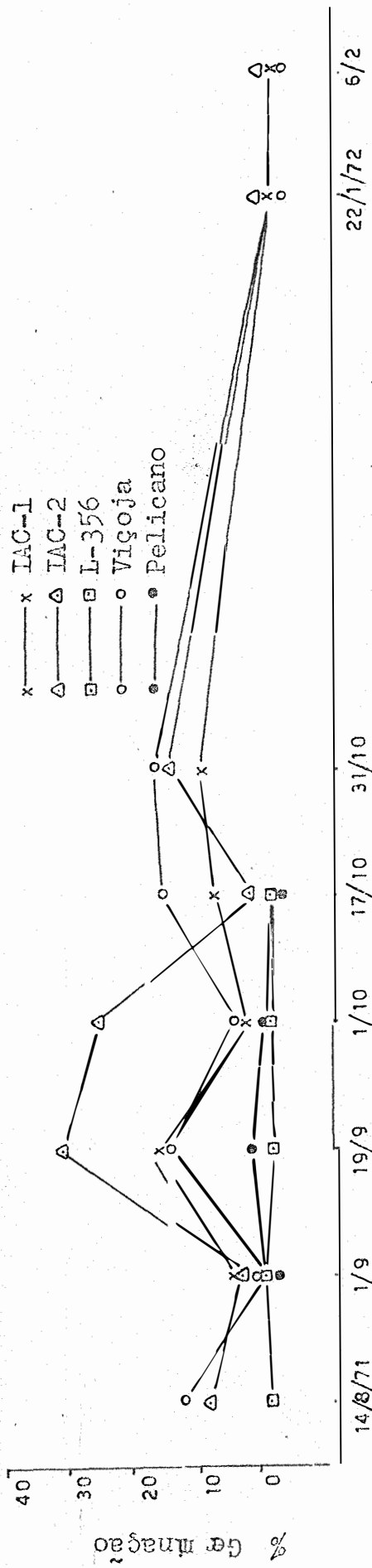


Gráfico 19 - Efeito de 48h de envelhecimento em soja da safra de 1970.

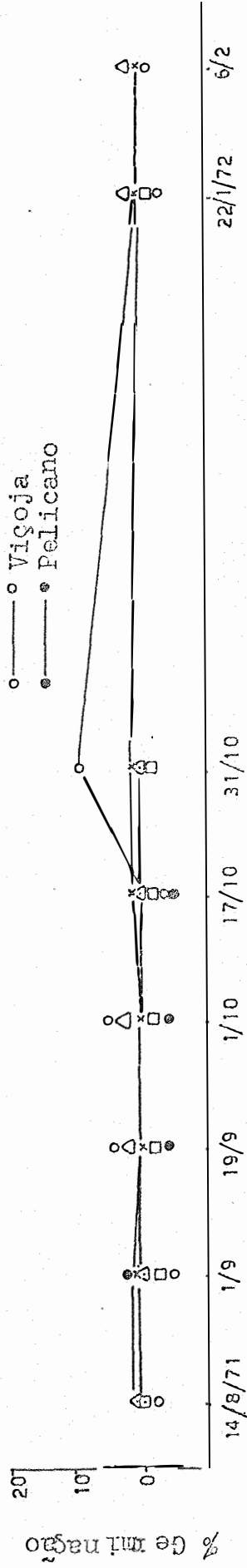


Gráfico 20 - Efeito de 60h de envelhecimento em soja da safra de 1970.



extremamente severo. Não foi possível observar diferenças acentuadas e consistentes entre os cultivares nos períodos de 48 e 60 horas. Nenhuma semente germinou nos últimos testes realizados.

Os gráficos 17, 18, 19 e 20 mostram que o efeito do período de 48 horas de envelhecimento sobre a germinação foi menor comparado com o efeito do período de 60 horas. O comportamento dos cultivares no período de 48 horas (gráfico 17 e 19) foi semelhante, embora tenha se destacado o comportamento do cultivar Halle-7 (gráfico 17). A germinação desse cultivar variou entre os limites de 23 e 77% nos primeiros seis testes realizados enquanto que para os demais cultivares a variação esteve entre 0 e 33%. O efeito do período de 60 horas de envelhecimento sobre a germinação (gráfico 18 e 20) foi muito severo, especialmente para os cultivares IAC-1, IAC-2, L-356, Viçoja e Pelicano (gráfico 20), e Bienville, Hardee e Hill (gráfico 18). Os períodos de 48 e 60 horas não foram efetivos para mostrar diferenças entre os cultivares da safra de 1970.

O gráfico 21 mostra que o efeito do período de 48 horas de envelhecimento sobre a germinação nos seis primeiros testes não foi efetivo, para indicar diferenças nitidas entre cultivares, da safra de 1971, comparadas com as diferenças evidenciadas nos dois últimos testes. A posição relativa dos cultivares, em termos de germinação, manteve-se na maioria dos cultivares embora se verifique, neste aspecto, o comportamento irregular de alguns deles. Assim, a posição relativa entre os cultivares Bienville, Hill e Hardee a partir do terceiro teste se manteve e os valores de germinação de Bienville e Hardee foram iguais nos dois primeiros testes. Embora por pequenas diferenças (0 e 2%) de Hill, o cultivar Bienville apresentou os maiores valores de germinação comparados com os valores dos demais até o sexto teste; essas diferenças acentuaram-se em relação a Hill (15 e 23%) e aos demais nos dois últimos testes. Os menores valores de germinação a partir do primeiro teste foram apresentados sucessivamente pelos cultivares Halle-7 (teste 1º, 4º e 6º) Hardee (testes 2º e 3º) e Bragg (testes 4º, 5º, 7º e 8º). Alguns deles apresentaram comportamento irregular, como Hardee no segundo teste, Hill no terceiro, Halle-7 no quarto, Bragg no quarto, quinto e sexto teste.

O gráfico 22 mostra que o efeito do período de 60 horas de envelhecimento sobre a germinação não foi efetivo para

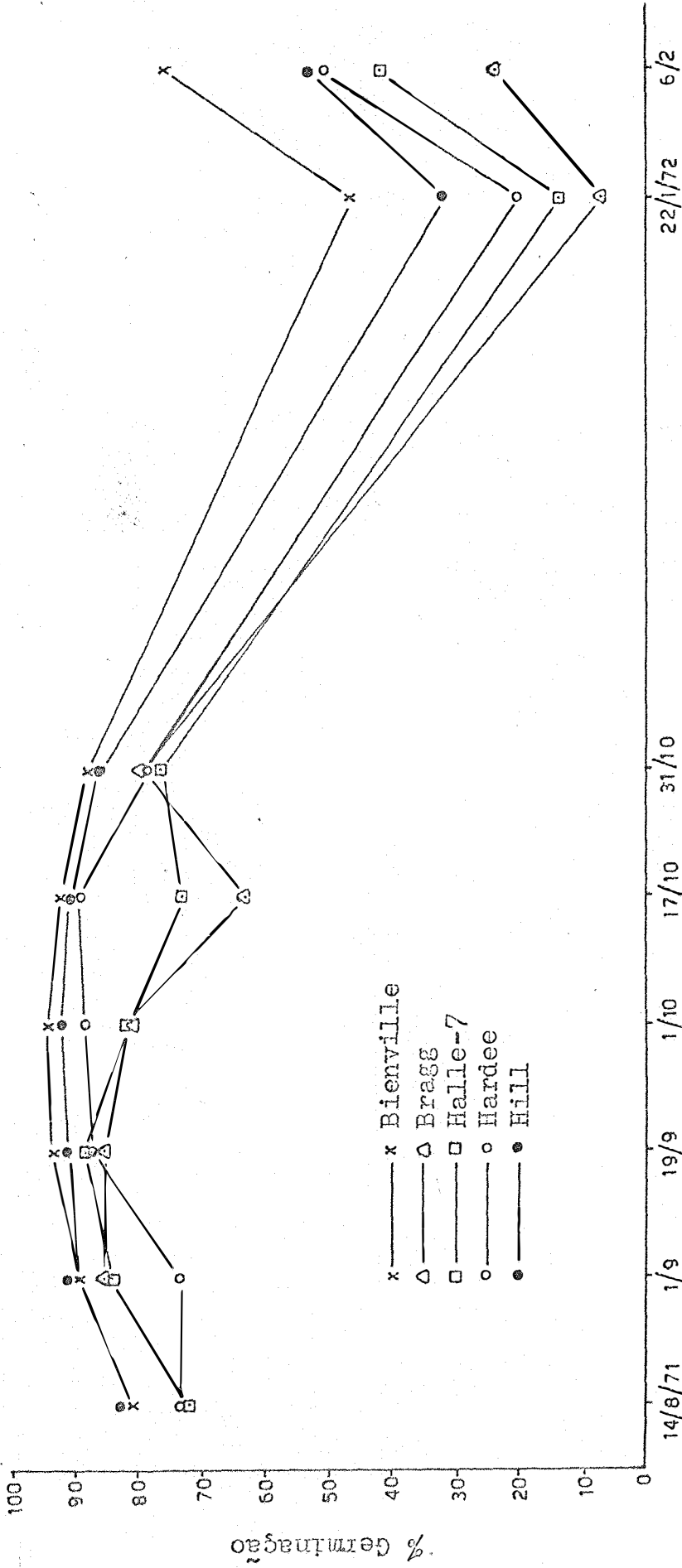


Gráfico 21 - Efeito de 48h de envelhecimento em soja da safra de 1971.

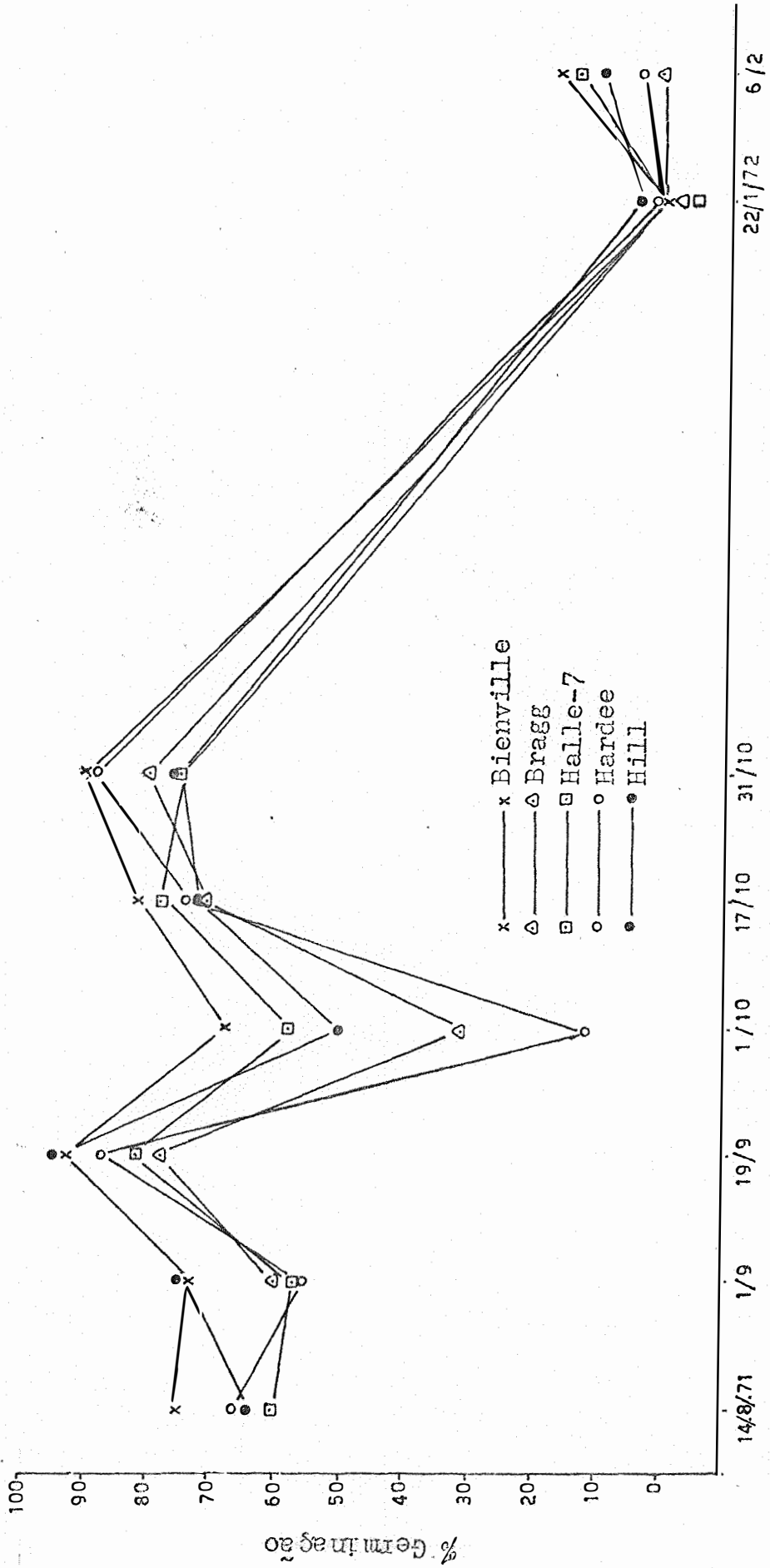


Gráfico 22 - Efeito de 60h de envelhecimento em soja da safra de 1971.

evidenciar diferenças entre cultivares da safra de 1971 nos testes realizados, com exceção do quarto. Neste, a variação foi bem nítida. A posição relativa dos cultivares não foi mantida, embora tenha ocorrido comportamentos paralelos entre cultivares. Observa-se que as condições dos testes influenciaram uniformemente no comportamento da maioria das cultivares. Observa-se, também, comportamento irregular dos cultivares no primeiro em relação ao segundo teste, bem como do cultivar Halle-7 no sexto teste, principalmente.

Os gráficos 21 e 22 mostram que o efeito do período de 48 horas de envelhecimento sobre a germinação foi mais efetivo para evidenciar diferenças entre cultivares, especialmente os últimos dois testes, comparado com o efeito provocado pelo período de 60 horas, onde ocorrem muitas variações. Ocorreu declínio acentuado dos valores de germinação entre o sexto e os dois últimos testes, nos dois períodos de envelhecimento.

O gráfico 23 mostra que o efeito do período de 48 horas de envelhecimento foi efetivo para evidenciar diferenças entre cultivares da safra de 1971 em todos os testes e mais nítida nos dois últimos. A posição relativa dos cultivares, em termos de germinação, se manteve com exceção do comportamento do cultivar IAC-1 no terceiro e sexto teste. O cultivar Viçoja, comparado com os demais, apresentou os maiores valores de germinação até o sexto teste; no sétimo teste o cultivar Pelicano apresentou valores mais altos. O cultivar IAC-2 apresentou os menores valores em todos os testes, ressalvado o caso do terceiro teste em que o comportamento do cultivar IAC-1 foi irregular, apresentando o menor valor de germinação de todos os cultivares.

O gráfico 24 mostra que o efeito de 60 horas de envelhecimento foi pouco efetivo para evidenciar diferenças entre cultivares. As condições de todos os testes, no entanto, possibilitaram indicar diferenças entre grupos de cultivares, como no primeiro em que o comportamento do Viçoja foi nitidamente diferente dos outros. No segundo teste ocorreu a maior diferença entre Pelicano e IAC-2, ficando Viçoja, L-356 e IAC-1, com pequena diferença entre si (75, 73 e 69% de germinação), situados em posição intermediária. No terceiro teste as germinações de Viçoja, Pelicano, L-356 e IAC-2 apresentaram-se pouco diferentes (95, 94, 90 e 86%) em relação ao cultivar IAC-1 que apresentou 62% de germinação. Diferenças mais acentuadas entre grupos de cultivares apareceram

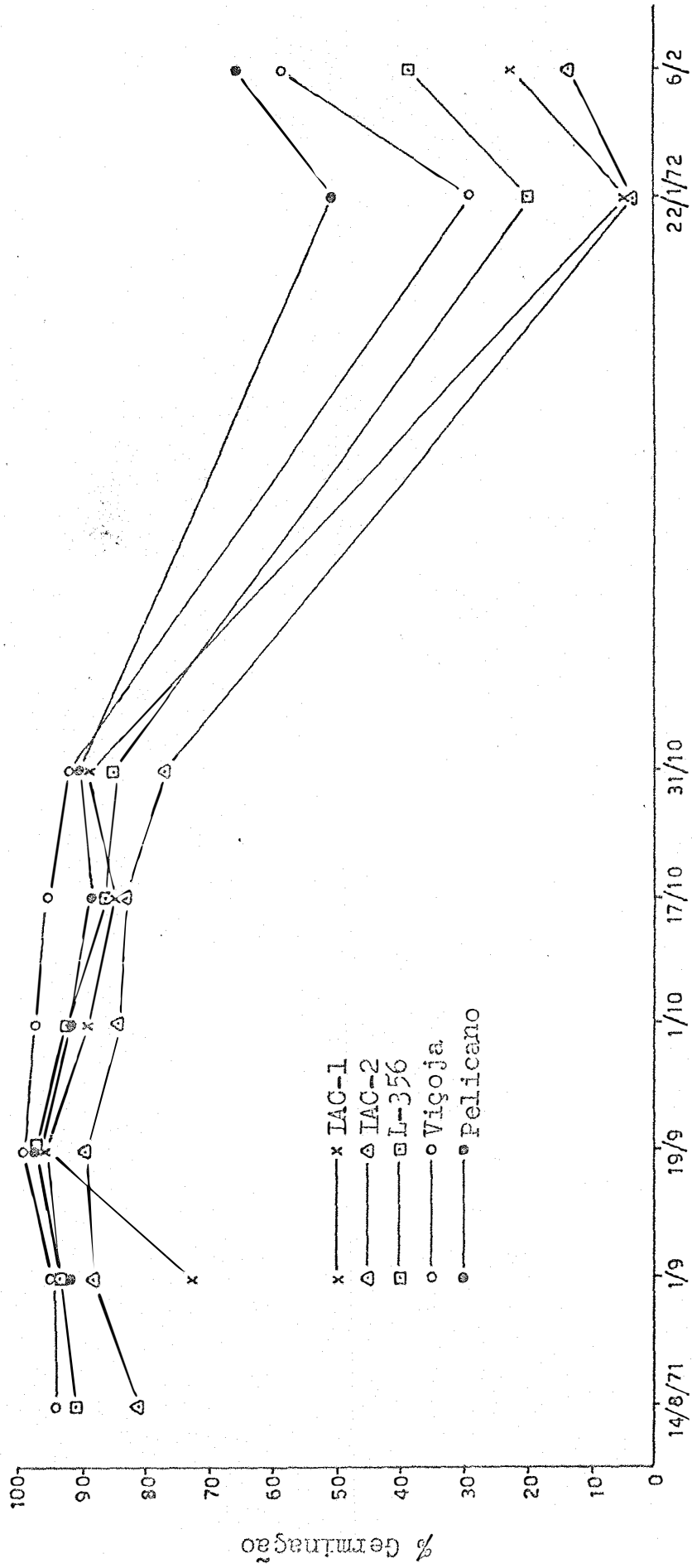


Gráfico 23 - Efeito de 48h de envelhecimento em soja da safra de 1971.

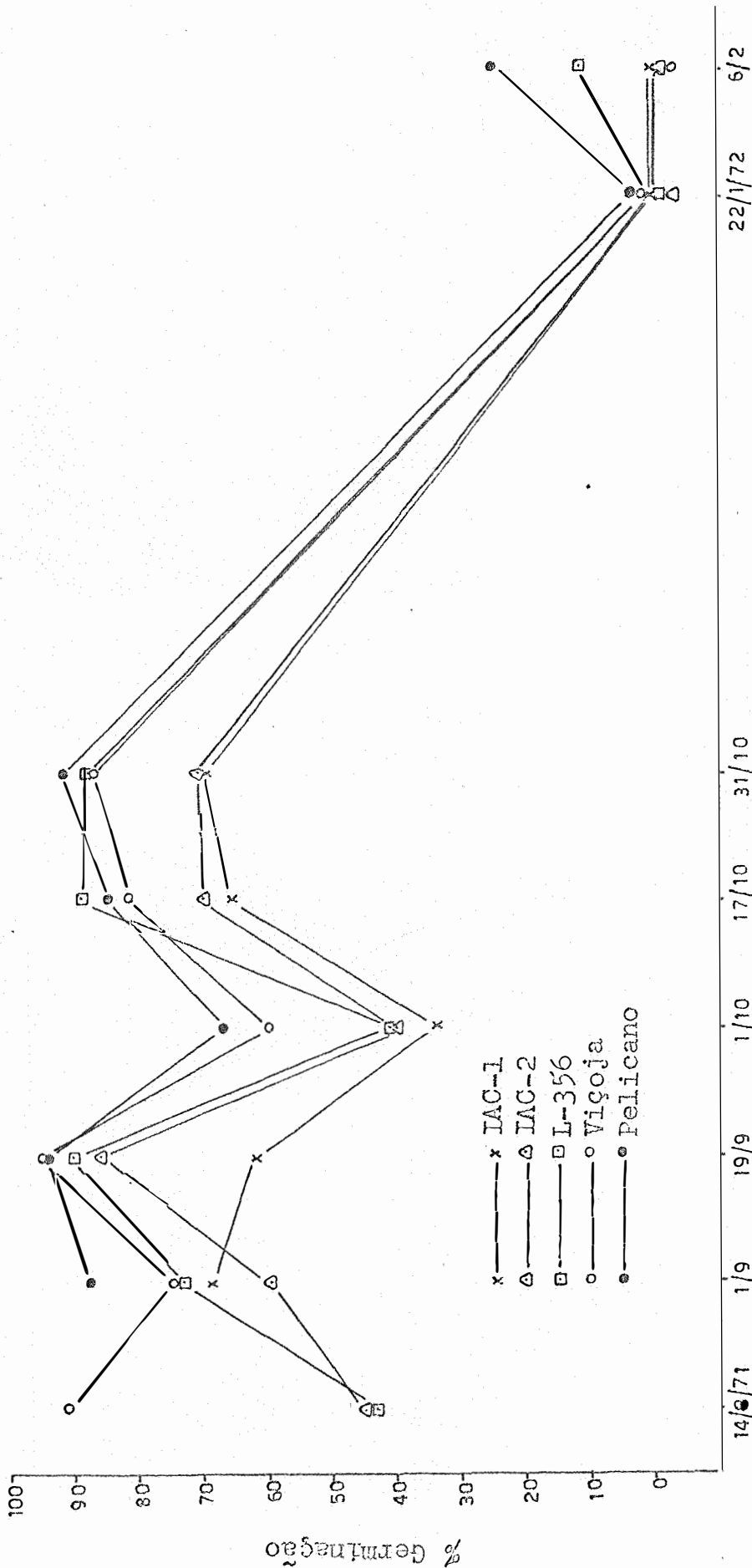


Gráfico 24 - Efeito de 60h de envelhecimento em soja da safra de 1971.

no quarto, quinto e sexto teste. A posição relativa dos cultivares, em termos de germinação, se manteve na maioria dos testes, especialmente entre os que apresentaram comportamentos semelhantes. Observa-se por outro lado o comportamento irregular do cultivar L-356 no segundo teste, dos cultivares Pelicano e especialmente do IAC-1 no terceiro teste. No quarto, quinto e sexto teste Pelicano, Viçoja e L-356 alternaram, entre si, a posição relativa. O cultivar L-356 apresentou o maior valor de germinação, comparado com os demais, somente no quinto teste; Viçoja, no primeiro e terceiro; Pelicano no segundo, sexto, sétimo e oitavo.

Os gráficos 23 e 24 mostram que o período de 48 horas de envelhecimento foi mais efetivo para evidenciar diferenças entre os cultivares do que o período de 60 horas e especialmente nos últimos dois testes (gráfico 23). Ainda, o comportamento dos cultivares se mostrou uniforme no período de 48 horas de envelhecimento, comparado com o período de 60 horas onde houve muita variação. Observou-se um declínio acentuado dos valores de germinação de todos os cultivares, entre os sexto e o sétimo teste, nos dois períodos de envelhecimento.

Os gráficos 21 e 23 mostram o efeito do período de 48 horas de envelhecimento sobre a germinação de dois grupos de cultivares. Considerando os seis primeiros testes realizados, observa-se que o comportamento dos cultivares do gráfico 23 foi mais regular, especialmente no que se refere aos valores de germinação extremos, quando comparados com o comportamento dos cultivares do gráfico 21. Também a variação dos valores de germinação (77 a 99%) foi menor entre os cultivares do gráfico 23 do que a variação (63 a 94% de germinação) dos cultivares do gráfico 21. As diferenças entre os cultivares foram igualmente pronunciadas nos dois últimos testes, para os dois grupos de cultivares. Finalmente, para todos os cultivares dos dois grupos (gráficos 21 e 23) observa-se um declínio acentuado dos valores da germinação entre o sexto o sétimo e o oitavo teste.

Os gráficos 22 e 24 mostram o efeito do período de 60 horas de envelhecimento sobre a germinação de dois grupos de cultivares, evidenciando-se grande variação de comportamento de alguns cultivares em vários testes. O quarto teste, em ambos os grupos de cultivares, foi mais efetivo para evidenciar diferenças entre os cultivares, sendo que a variação dos valores de germina -

ção dos cultivares do gráfico 22 foram maiores (56%), quando comparada com as variações dos cultivares do gráfico 24 (33%). Finalmente, observa-se um declínio acentuado dos valores de germinação entre o sexto e o sétimo teste, para todos os cultivares.

Os gráficos 21, 22, 23 e 24 mostram o efeito dos períodos de 48 e 60 horas de envelhecimento sobre a germinação das sementes da safra de 1971, de dois grupos de cultivares. O período de 48 horas de envelhecimento provocou em todos os cultivares e em todos os testes, menor variação da germinação do que o período de 60 horas. As condições do sétimo e oitavo testes, com período de 48 horas de envelhecimento, foram mais efetivas para evidenciar diferenças entre todos os cultivares (gráficos 21 e 23). O quarto teste com período de 60 horas de envelhecimento (gráfico 22 e 24) foi igualmente efetivo. Em todos os casos ocorreu declínio acentuado dos valores da germinação entre o sexto e o sétimo teste.

Os gráficos 17 e 21 mostram o efeito do período de 48 horas de envelhecimento sobre a germinação de sementes das safras de 1970 e 1971, dos mesmos cultivares. Verifica-se que o efeito sobre as sementes da safra de 1971 foram menores quando comparadas com o efeito sobre as sementes da safra de 1970, não considerando os valores de germinação do cultivar Halle-7 (gráfico 17) que se apresentaram altos nos seis primeiros testes. Para as sementes da safra de 1971, os valores de germinação situaram-se entre os limites de 63 e 94%, enquanto que para as sementes da safra de 1970, esses valores estiveram entre 0 e 22%, considerando os seis primeiros testes e os cultivares Bienville, Bragg, Hardee e Hill. Para as sementes da safra de 1970, no 7º e 8º testes, os valores da germinação foram drasticamente reduzidos (0 a 2%), enquanto que para as sementes da safra de 1971 as germinações estiveram entre 7 e 76%.

As mesmas observações para um dos grupos de cultivares, poderiam ser feitas cotejando os gráficos 18 e 22 que mostram o efeito do período de 60 horas de envelhecimento sobre a germinação das sementes das safras de 1970 e 1971 e os gráficos 19 e 23 que mostram o efeito do período de 48 horas sobre as sementes das safras de 1970 e 1971; para o outro grupo de cultivares, o mesmo se verifica comparando os gráficos 20 e 24 que mostram o efeito do período de 60 horas de envelhecimento sobre a germinação de sementes das safras de 1970 e 1971.



Finalmente verifica-se, como já foi anteriormente salientado, que houve um forte declínio da germinação dos cultivares de soja da safra de 1971 no período compreendido entre outubro de 1971 e fevereiro de 1972, principalmente nos testes de 60 horas de envelhecimento, o que igualmente ocorreu com as sementes do cultivar Halle-7, da safra de 1970. As sementes da safra de 1970 com baixas germinações já nos primeiros testes, em agosto de 1971, tornaram-se incapacitadas para germinar em fevereiro de 1972, exceção feita para o cultivar Halle-7, ainda com 2% de germinação no último teste.

## 5 . DISCUSSÃO

A finalidade do presente trabalho foi a de contribuir para o estudo da aplicação do método de envelhecimento visando a avaliação do vigor em sementes de arroz, trigo e soja.

Fêz-se um amplo levantamento da bibliografia sobre a deterioração, a relação entre germinação e emergência, bem como sobre os métodos para determinar o vigor em sementes. Mostra essa bibliografia que o método do envelhecimento, entre outros, vem sendo considerado promissor para obter uma estimativa do estado fisiológico das sementes. Todavia, as informações relativas a sua aplicação em sementes de arroz, trigo e soja são escassas.

Verifica-se, também, nessa literatura, que foram desenvolvidos e propostos inumeros métodos de vigor para sementes de várias espécies cultivadas, assim como tem sido usados alguns parâmetros para medir ou avaliar o vigor.

Para sementes de arroz existem referências quanto ao uso dos seguintes métodos e índices: (a) teste de semeadura profunda (KITTOCK, 1960); (b) velocidade de germinação à 25°C, teste de emergência em solo e teste GADA (TSENG e LIN, 1962); (c) velocidade de crescimento das plântulas em substrato inclinado, velocidade de crescimento das plântulas cujas sementes foram colocadas a germinar embaixo d'água (OELKE e outros, 1969); (d) emergência, taxa de crescimento das plântulas, respiração e teste GADA

(SITTISROUG, 1970); (e) velocidade de crescimento do coleoptilo (MILLER e MIKKELSEN, 1970); (f) contagem da germinação no terceiro dia (MIAN e COFFEY, 1971). Revelou, também, informações quanto ao uso do teste de envelhecimento para arroz. Assim, SITTISROUG (1970) concluiu que dos períodos de envelhecimento estudados (120, 168 e 306 horas), o de 120 horas, à 40°C e 100% de umidade relativa, foi o mais eficiente para avaliar o vigor das sementes de arroz.

No presente trabalho, à análise dos dados obtidos dos dois primeiros experimentos preliminares mostraram que os períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas de envelhecimento não provocaram efeitos sobre a germinação das sementes de arroz das safras de 1970 e 1971 que indicassem possíveis diferenças entre os cultivares. No entanto, os períodos de 144 e 168 horas, considerando o terceiro experimento, foram efetivos para mostrar diferenças entre as amostras de sementes da safra de 1970 (gráfico 7 e 8). Verificou-se que o cultivar Dourado Precoce resistiu ao processo durante o período de agosto de 1971 a fevereiro de 1972 em que suas sementes estiveram armazenadas, enquanto que o cultivar IAC-435 foi severamente afetado.

Durante o período final do armazenamento das sementes, de novembro de 1971 a fevereiro de 1972, os resultados dos testes de envelhecimento mostraram um acentuado declínio de germinação em todos os cultivares, confirmando os dados obtidos através do teste padrão.

Para as sementes da safra de 1971, no entanto, os períodos de envelhecimento não indicaram, claramente, diferenças entre os cultivares Batatais, Dourado Precoce, IAC-120 e IAC-435, apesar das sementes do IAC-120 terem apresentado um comportamento ligeiramente destacado das demais, no período de 144 horas de envelhecimento. O cultivar EEA-406 revelou-se mais sensível ao envelhecimento em relação aos demais, confirmando, também, neste caso, os resultados do teste padrão de germinação.

Para explicar o comportamento das sementes dos cultivares Batatais, Dourado Precoce e IAC-120, da safra de 1971, há duas possibilidades: (a) os períodos de 144 e 168 horas não foram adequados para revelar diferenças entre os cultivares, dentro das condições em que os testes foram realizados; ou (b) não existi

ram diferenças acentuadas de vigor entre os cultivares, tendo sido as amostras provenientes de lotes muito uniformes entre si.

Estabelecendo-se um relacionamento entre o efeito do envelhecimento sobre a germinação e o vigor, considera-se que às altas percentagens de germinação, de sementes submetidas ao processo, correspondem a um maior vigor quando comparadas com percentagens baixas. Esse critério de julgamento, seguido por todos os pesquisadores para o caso do teste de envelhecimento, naturalmente tem de respeitar certos limites quanto ao tempo em que as sementes permanecem na câmara de envelhecimento.

Aplicando-se o referido critério para sementes de arroz, de vigor relativamente baixo, os resultados mostraram que qualquer um dos períodos de envelhecimento utilizados seria útil para separar lotes de sementes que apresentassem diferenças entre si; seria preferível, neste caso, empregar o período de 144 horas de envelhecimento tendo em vista que se obteria a informação desejada em menor tempo, tornando inclusive o teste mais econômico.

Para sementes de arroz, de alto vigor, seria necessário maior estudo para verificar a possibilidade de encontrar um período adequado de envelhecimento. Sugere-se, também, o estudo do emprêgo durante o envelhecimento, de temperaturas mais altas do que 42°C, como também fazer a interpretação do teste de germinação no 2º, 3º ou 4º dia a partir da sementeira. O emprêgo de temperaturas menores do que 30°C para a germinação das sementes seria uma outra alternativa. Por outro lado deveria ser considerada a inclusão de amostras de várias procedências e que apresentassem aproximadamente a mesma germinação, pelo teste padrão.

Finalmente, não só os resultados dos testes de envelhecimento aplicados às sementes da safra de 1970, mas também a reação uniforme das sementes da safra de 1971 aos diversos testes, acusando um certo paralelismo no comportamento dos cultivares, permitiu julgar que o método de envelhecimento poderá ser útil para prognosticar o potencial relativo de armazenamento de lotes de sementes de arroz.

No que se refere ao emprêgo do teste de envelhecimento para trigo, PILI (1967) concluiu que dos períodos de envelhecimento empregados (72, 96, 120, 144 e 168 horas), o de 72 horas, à temperatura de 42°C e 100% de umidade relativa do ar estava

mais associado com a longevidade das sementes. Fêz notar, no entanto, que o período de 48 horas de envelhecimento, ou envelhecimento em condições menos severas, poderia ser muito mais efetivo.

No presente trabalho a análise dos resultados obtidos nos dois primeiros experimentos preliminares indicaram que os períodos de 24, 48 e 72 horas de envelhecimento provocaram efeitos sobre a germinação das sementes das safras de 1970 e 1971, permitindo observar diferenças entre os cultivares. Por outro lado, os períodos de 96 e 120 horas provocaram efeitos drásticos mostrando apenas que alguns cultivares resistiram melhor ao prolongamento do período de envelhecimento do que outros, porém, as germinações ficaram extremamente reduzidas. Observe-se, também, que o aumento do período de envelhecimento determinou uma queda gradativa na germinação dos cultivares de uma maneira uniforme.

Considerando os resultados do terceiro experimento verifica-se que os períodos de 60 e 84 horas de envelhecimento podem ser, de um modo geral, considerados efetivos para revelar diferenças entre cultivares como as encontradas no presente estudo. No entanto, levando em conta que as diferenças entre as sementes dos cultivares, em termos de resposta aos períodos de envelhecimento, não foram acentuadas, o período de 60 horas parece ter sido o mais conveniente. Por outro lado, observando-se que foi no período de 84 horas que ocorreram os comportamentos mais irregulares (gráfico 16) e as menores diferenças entre os cultivares (gráfico 12), este período revelou-se, por sua vez, como o menos eficiente.

O comportamento, de certa forma irregular, dos cultivares IAS-20 e IAS-50 talvez possa ter explicação no fato de que suas sementes fossem em cada amostra, muito desuniforme. Tal desuniformidade foi bem maior para estes cultivares quando comparada com as sementes dos demais cultivares. Esta hipótese poderá ser considerada como uma das causas que provavelmente induziram variações no comportamento daqueles cultivares.

Apesar de que os resultados do teste padrão de germinação tenham indicado que não houve alteração da viabilidade das sementes durante o período de realização dos experimentos, os testes de envelhecimento mostraram que houve um declínio da germinação das sementes envelhecidas ou que o vigor das sementes decresceu sensivelmente entre novembro de 1971 e fevereiro de 1972.

Os resultados do presente estudo considerando os três experimentos realizados, concordam com a conclusão e as observações de PILI (1967) no sentido de que períodos de envelhecimento menores do que 84 horas podem ser efetivos para avaliar o vigor de sementes de trigo.

No que se refere a soja, a bibliografia consultada apresenta, ainda, outras referências quanto ao uso de métodos e índices para a determinação do vigor: (a) teste de solo infestado com Pythium (RICE, 1960); (b) respiração (de sementes umidecidas) e análise da glucose na água (BURRIS e outros, 1969); e, (c) teste de água quente e "cold test" (BYRD, 1970).

Além destes, também, o método de envelhecimento foi empregado para soja por BYRD (1970) e POPINIGIS (1972). O primeiro autor utilizou o período de 48 horas de envelhecimento à temperatura de 42°C sob condições de 100% de umidade relativa do ar no interior da câmara, após o que as sementes foram colocadas a germinar em 4 repetições de 50 sementes em substrato de papel-toalha à temperatura alternada de 20-30°C; o segundo utilizou-se do mesmo procedimento com algumas variações. O período de envelhecimento foi de 72 horas e as sementes foram tratadas com fungicida antes de serem colocadas na câmara de envelhecimento; para testar a germinação das sementes envelhecidas foram empregadas 4 repetições de 25 sementes e a contagem das plântulas normais foi realizada no 5º dia da sementeação.

No presente trabalho, a análise dos resultados obtidos nos dois primeiros experimentos indicou que os períodos de 24 e 48 horas de envelhecimento provocaram efeitos relativamente moderados sobre a germinação das sementes de quase todos os cultivares; o período de 72 horas revelou-se drástico demais para a maioria dos cultivares e os períodos de 96 e 120 horas provocaram efeitos extremos em todos os cultivares até o ponto de impedir totalmente a germinação.

Considerando os resultados do terceiro experimento verificou-se que os efeitos dos períodos de 48 e 60 horas sobre a germinação das sementes de soja foram distintos segundo as safras. Esse efeito foi maior sobre as sementes da safra de 1970 do que sobre as sementes da safra de 1971.

Observou-se que, tanto para as sementes da safra

de 1970 como para as da safra de 1971, nem sempre as condições dos testes foram efetivas para indicarem diferenças entre os cultivares. Para alguns cultivares, da safra de 1970 e entre alguns testes, o efeito do período de envelhecimento provocou comportamento irregular. Verificou-se, também, que alguns cultivares se mostraram mais resistentes e outros bem mais sensíveis aos períodos de envelhecimento.

Para as sementes da safra de 1971 observou-se um paralelismo quase perfeito entre o comportamento dos cultivares. Neste grupo, considerando os seis primeiros testes, verificou-se uma variação acentuada do comportamento de alguns cultivares.

Relacionando-se o efeito do envelhecimento com o vigor, a maior resistência dos cultivares corresponderia ao maior vigor. Assim, os cultivares Halle-7, IAC-2 e Viçoja, da safra de 1970, Viçoja, Pelicano, Bienville e Hill, da safra de 1971 se mostraram mais vigorosos que os demais.

A partir do 6º teste de envelhecimento, em outubro de 1971, até o último teste realizado em fevereiro de 1972, observou-se nítida tendência da redução da germinação de todos os cultivares, o que para as sementes da safra de 1970, concorda com a evolução da germinação determinada através do teste padrão. Ao contrário, para as sementes da safra de 1971, os testes padrão de germinação não indicaram alteração da viabilidade no período considerado.

Os efeitos dos períodos de 48 e 60 horas sobre a germinação das sementes de soja das safras de 1970 e 1971 não se mostraram, no presente trabalho como capaz de indicar, claramente, diferenças entre os cultivares. No entanto, o paralelismo do comportamento observado entre os cultivares permite supor que um período menor do que 48 horas, para sementes de baixo vigor como as da safra de 1970, bem como, períodos entre 48 e 60 horas para sementes de alto vigor, como as da safra de 1971, possam ser úteis para indicar diferenças de vigor entre amostras de sementes de soja.

No que tange aos períodos de envelhecimento, os resultados para soja, não discordaram daqueles empregados por BYRD (1970) e POPINIGIS (1972), uma vez que, na dependência do nível de vigor, períodos compreendidos entre 48 e 72 horas poderão se efetivos para acusar diferenças entre diferentes amostras.

Os resultados obtidos no presente trabalho indicaram, dentro dos limites das condições dos testes realizados, que sementes de arroz são bastante resistente ao período de envelhecimento e as de soja são muito sensíveis, situando-se as sementes de trigo numa posição intermediária. Verificou-se também que para estas espécies, o teste de envelhecimento pode indicar perdas de vigor durante o armazenamento das sementes antes que o teste padrão seja capaz, o que concorda com observações de outros autores, para estas e outras espécies.

As respostas das sementes das duas safras consideradas no presente trabalho, podem representar a reação que seria esperada de amostras de sementes de uma mesma safra porém possuídas de diferentes níveis de vigor. E como a capacidade média de germinação das sementes varia normalmente a cada ano, dentro de certos limites, parece ser difícil também encontrar um determinado período de envelhecimento que seja em qualquer situação, adequado para revelar as diferenças do vigor entre os diferentes lotes. Mantendo todas as outras condições do teste de envelhecimento, parece ser mais razoável ajustar, cada ano, o período de envelhecimento mais conveniente para a realização dos testes de vigor, tendo em conta os limites utilizados no presente trabalho.

Além das comparações entre sementes de cultivares da mesma espécie, da mesma safra e de safras diferentes, discutidas neste capítulo, poderia, também, ter sido adotado o critério de se eleger amostras que se mostrassem mais resistentes aos períodos de envelhecimento, consideradas como as mais vigorosas. Tais amostras poderiam assim ser selecionadas como amostras-contrôle para servirem como termo de comparação com as demais amostras e, para, inclusive, servir para se avaliar as variações entre os testes.

Para o caso do trigo, provavelmente as amostras das sementes dos cultivares IAS-52 (safra de 1971) e S-18 (safra de 1970) poderiam constituir-se em amostras-contrôle; para o caso do arroz, a amostra do cultivar IAC-120 (safra de 1971) poderia ser adotada como a amostra-contrôle; e para o caso da soja, possivelmente as amostras das sementes dos cultivares Pelicano, Viçoja, Bienville e Hill, da safra de 1971, poderiam ser consideradas, do mesmo modo, como amostras-contrôle.

O estabelecimento de tal critério poderia ser de utilidade na prática de laboratório, com vistas a escolha dos me-



lhores lotes. Assim no início de cada safra deveriam ser encontradas as amostras que demonstrassem possuir melhores condições fisiológicas, ou maior vigor, para serem utilizadas, durante toda a temporada, como amostras-contrôle as quais participariam de todos os testes de envelhecimento.

## 6 . CONCLUSÕES

A interpretação dos resultados dos experimentos realizados permitiu chegar-se as seguintes conclusões :

(1) . Houve uma variação de sensibilidade das sementes ao comprimento do período do teste de envelhecimento, em termos de germinação, entre as espécies estudadas: as sementes de arroz foram as mais resistentes, as sementes de soja as mais sensíveis e as sementes de trigo ocuparam uma posição intermediária.

(2) . Houve, também, entre diferentes amostras da mesma espécie uma variação de sensibilidade ao comprimento do período do teste de envelhecimento, de acordo com o vigor que as mesmas apresentavam.

(3) . As sementes mais velhas, como as amostras da safra de 1970, mostraram-se mais sensíveis às condições do teste de envelhecimento do que as sementes mais novas, como as da safra de 1971, nas três espécies consideradas.

(4) . Houve uma relação entre a resposta das sementes menos vigorosas ao teste de envelhecimento e o resultado do teste padrão de germinação.

(5) . O teste de envelhecimento se mostrou capaz de revelar diferenças fisiológicas durante a fase de germinação e

tável, em sementes de alto vigor.

(6) . O teste de envelhecimento poderá ser de grande utilidade na prática do contrôle da qualidade das sementes, para avaliar o vigor de lotes de sementes de arroz, trigo e soja , e para prognosticar o potencial de armazenamento de sementes de essas espécies.

## 7 . RESUMO

O propósito do presente trabalho foi o de verificar o efeito do processo de envelhecimento sôbre a germinação de sementes de arroz, trigo e soja, e assim, prestar uma contribuição ao estudo do vigor em sementes dessas espécies.

Procedeu-se uma ampla revisão da literatura sôbre a relação entre resultados do teste padrão de germinação e a emergência, deterioração, conceitos de vigor e métodos de determinação do vigor.

A parte experimental foi conduzida no Laboratório de Sementes do Departamento de Agricultura e Horticultura, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, no período de abril de 1971 a fevereiro de 1972.

Utilizando-se amostras de sementes, colhidas nas safras de 1970 e 1971, de 5 cultivares de arroz, 8 de trigo e 12 de soja.

Foram realizadas periòdicamente determinações de umidade, testes padrão de germinação e testes de vigor no material em estudo.

Para a condução dos testes de vigor foram utili-

zados períodos variáveis de permanência das sementes, na câmara de envelhecimento, de 24 a 168 horas, sob condições de  $42^{\circ}\text{C} \pm 3$  e 100% de umidade relativa do ar.

Foram conduzidos 3 experimentos. No primeiro utilizou-se períodos de 24, 48 e 72 horas de envelhecimento e no segundo períodos de 24, 48, 72, 96 e 120 horas, para as sementes de tôdas as espécies. No terceiro experimento utilizou-se períodos de 144 e 168 horas de envelhecimento para sementes de arroz, 60 e 84 horas para sementes de trigo, e 48 e 60 horas para sementes de soja.

Realizaram-se ao todo 739 testes de envelhecimento, individuais, envolvendo 591.200 sementes das três espécies, nos 3 experimentos.

A interpretação dos resultados mostrou efeitos diversos dos períodos de envelhecimento empregados sobre a germinação das sementes, indicando, em muitos casos, diferenças entre as sementes dos cultivares e entre as safras, atribuídas à diferentes estados fisiológicos que as sementes apresentavam. Tais diferenças, relacionadas com diferenças de vigor das sementes, foram julgadas de utilidade na prática do controle da qualidade das sementes.

### 3 . SUMMARY

The objective of the present work was to verify the effect of the accelerated aging process on seed germination of rice, wheat and soybean and so to contribute to the study of seed vigor of these species.

An extensive review of the literature was made of the relationship between results of the standard test of germination and emergency, deterioration, concepts of vigor and methods of determining vigor.

The experiments were conducted in the Seed Laboratory of the Agriculture and Horticulture Department of the Agricultural College of the University of São Paulo, in Piracicaba, from April 1971 to February 1972.

Samples of seeds harvested in 1970 and 1971 from 5 rice, 8 wheat and 12 soybean varieties were used.

Moisture determinations standard tests of germination and vigor tests were made periodically on the material.

To conduct the vigor tests the seeds were kept for periods varying from 24 to 168 hours in the aging chamber under conditions of  $42^{\circ}\text{C} \pm 3$  and 100% air relative humidity.

Three experiments were conducted. In the first one periods of 24, 48 and 72 hours of aging were used. In the second one periods of 24, 48, 72, 96 and 120 hours, were used for seeds of all the species. In the third experiment periods of 144 and 168 hours of aging were used for rice seeds, 60 and 84 hours for wheat seeds and 48 and 60 hours for soybean seeds.

A total of 739 individual aging tests were made including 591,200 seeds of the three species in the three experiments.

The interpretation of the findings showed different effects of the aging periods used on the germination, indicating in many cases differences between harvests because of the different physiological states of the seeds represented. Such differences, related to differences of seeds vigor, were deemed of practical use in the control of quality of seeds.

## 9 . BIBLIOGRAFIA

- ABDUL-BAKI, A.A. and J.A. ANDERSON. 1970. Viability and leaching of sugar from germinating barley. *Crop. Sci.* 10: 31-34.
- ABRAHÃO, J.T.M. e F. FERRAZ DE TOLEDO. 1969. Resultados preliminares de testes de vigor em sementes de feijoeiro. *Rev. Agric.* 44(4): 132; 160-163.
- ALLAN, R.E., C.A. VOGEL, T.S. RUSSEL and C.J. PETERSON. 1965. Relationship of seed and seedling characteristics to stand establishment of semidwarf wheat selections. *Crop. Sci.* 5(1): 5-9.
- ANDERSON, J.D. 1970. Physiological and biochemical differences in deteriorating barley seed. *Crop. Sci.* 10(1): 36-39.
- ANDERSON, J.D., J.E. BAKER and E.K. WORTHINGTON. 1970. Ultrastructural changes of embryos in wheat infected with storage fungi. *Plant Physiol.* 46(6): 857-859.
- ANDERSON, J.D. and A.A. ABDUL-BAKI. 1971. Glucose metabolism of embryos and endosperms from deteriorating barley and wheat seeds. *Plant Physiol.* 48(3): 270-72.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). 1960. Rules for testing seeds. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.* 49(2): 1-59.



- BELIZ, J.V.C.M. 1948. Ensaios laboratoriais de germinação de sementes de arroz, em confronto com resultados de campo. *Agros* 31(1): 17-26.
- BURRIS, J.S., O.T. EDJE and A.H. WAHAB. 1969. Evaluation of various indices of seed and seedling vigor in soybeans (Glycine max (L.) Merr.). *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.* 59: 73-81.
- BYRD, H.W. 1970. Effect of deterioration in soybean (Glycine max) seed on storability and field performance. Ph.D. Dissertation submitted to the Faculty of Mississippi State University. State College, Miss. 96 p.
- CALDWELL, W.P. 1960. Laboratory evaluation of vigor of garden peas. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.* 50: 130-136.
- CAMARGO, C.P. 1971. Effect of seed vigor upon field performance and yield of grain sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench). M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi State University, State College, Miss. 61 p.
- CARNAHAN, H.L., J.J. MASTERBROEK and M.D. MORSE. 1970. Rice breeding accelerated and expanded at Rice Experiment Station in Biggs. *Rice J.* 73(7): 22 p.
- CARVALHO, N.M. 1969. Some physiological responses of cowpea seed (Vigna sinensis) to mechanical injury. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi State University. State College, Miss. 84 p.
- CASTRO, L.A.B. 1970. Some factors influencing the yield and quality of carrot (Daucus carota L.) seed. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi University. State College, Miss. 106 p.
- CHING, T.M., M.C. PARKER and D.D. HILL. 1969. Interaction of moisture and temperature on viability of forage seed stored in hermetically sealed cans. *Agron. J.* 51: 680-684.
- CHRISTENSEN, C.M. 1957. Deterioration of stored grain by fungi. *Botanical Review* 23: 108-134.
- CHRISTENSEN, C.M. and H. KAUFMANN. 1969. Grain Storage. The role of fungi in quality loss. University of Minnesota Press, Minneapolis. 153 p.
- CLARK, B.E. 1942. Comparative laboratory and field germination of onion seed. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.* 34: 94-99.

- CLARK, B.E. 1953. Relationship between certain laboratory tests and the field germination of sweet corn. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 43: 42-44.
- CLARK, B.E. and D. BALDAUF. 1958. A cold test for pea seeds. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 48: 133-135.
- COLBRY, V.L., T.F. SWOFFORD Y R.P. MOORE. 1963. Pruebas de germinación en el laboratorio. In Semillas. p. 771-803. Campaña Editorial Continental, México. 1020 p.
- COPELAND, T.G., C.F. BRUCE and J.W. MIDYETTE JR. 1969. The unofficial application of tetrazolium tests as an aid in checking germinations claims. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 49: 134-141.
- CROCKER, W. and L.V. BARTON. 1957. Physiology of seeds. Chronica Botanica Company, Waltham, Massachusetts. 267 p.
- CROSIER, W.F. 1957. Fungi involved and methods of conducting cold tests. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 47: 185-190.
- CROSIER, W.F. 1958. Relation of pericarp injuries of corn seed to cold test germination. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 48: 139-144.
- DELOUCHE, J.C. and D.F. GRABE. 1958. Seed vigor and vigor tests. The News Letter 32: 34-37.
- DELOUCHE, J.C. and W.P. CALDWELL. 1960. Seed vigor and vigor tests. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 50: 124-129.
- DELOUCHE, J.C., T.W. STILL, M. RASPET and M. LIENHARD. 1962. The tetrazolium test for seed viability. Technical Bulletin 51. Agricultural Experiment Station. Mississippi State University, State College, Miss. 63 p.
- DELOUCHE, J.C. 1965a. A preliminary study of methods of separating crinson clover on bases of viability. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 55: 30-36.
- DELOUCHE, J.C. 1965b. Deterioration of crinson clover seed in storage. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 55: 66-75.
- DELOUCHE, J.C. 1971. Seed Processor's Clinic Seedsmen's Digest 22(7): 8; 23; 33; (8): 12; 27; 29.
- DEY, B. and S.M. SIRCAR. 1968. The presence of an abscisic acid like factor in nonviable rice seeds. Physiol. Plant. 21: 1054-1059.

- DOUGLAS, A.C., O.L. BROOKS and E.E. WINSTEAD. 1965. Effect of mechanical harvester damage on germination and vigor of cotton seed. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 55: 97-103.
- EDJE, O.T. and J.S. BURRIS. 1971. Effects of Soybean seed vigor on field performance. Agron. J. 63(4): 536-538.
- FRANK, W.J. 1950. Address to the Association of Official Seed Analysts. Proc. Off. Seed Anal. 40: 36-39.
- GERM, H. 1960. Methodology of the vigour test for wheat, rye and barley in rolled filter paper. Proc. Int. Seed Test. Ass. 25: 515-524.
- GILL, N.S. 1969. Deterioration of corn seed during storage. Ph.D. Thesis submitted to the Mississippi State University. State College, Miss. 103 p.
- GOFF, J. 1971. Accelerated aging tests at work. Seedsmen's Digest 22(10): 8-9; 14; 27.
- GORDON, A. 1969. Some observations on the germination energy tests for cereals. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 59: 58-72.
- GRABE, D.F. 1964. Glutamic acid decarboxylase activity as a measure of seedling vigor. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 54: 100-105.
- GRABE, D.F. 1965. Prediction of relative storability of corn seed lots. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 55: 92-96.
- HEIT, C.E. 1957. Laboratory germination and vigor as compared to soil tests and field performance in flower seed. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 47: 126-135.
- HELMER, J.D., J.C. DELOUCHE and M. LIENHARD. 1962. Some indices of vigor and deterioration in seed of crimson clover. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 52: 154-161.
- HEYDECKER, W. 1960. Can we measure seedling vigour? Proc. Int. Seed Test. Ass. 25: 498-512.
- HEYDECKER, W. 1965. Vigour tests on trial. Proc. Int. Seed Test. Ass. 30(4): 1013-1027.
- HEYDECKER, W. 1969. The "vigour" of seeds - A review. Proc. Int. Seed Test. Ass. 34: 201-219.
- ISELY, D. 1952. Employment of tetrazolium chloride for determining viability of small grain seeds. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 42: 143-153.

- ISELY, D. 1957. Vigor tests. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 47: 176-182.
- ISELY, D. 1958. Testing for vigor. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 48: 136-138.
- JAMES, E., L.N. BASS and CLARK, D.C. 1967. Effects of variable and constant storage temperatures and subsequent room storage on viability of certain seeds. Crop. Sci. 7(5): 495.
- JENSEN, R.D. 1971. Effects of soils water tension on the emergence and growth of cotton seedlings. Agron. J. 63(4): 766-768.
- JONES, L.G. and R.D. COOB. 1963. A technique for increasing the speed of laboratory germination testing. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 53: 144-146.
- KÄHRE, L., G. SALLVIK and L. WRANELL. 1971. Present testing for germination and future research. Review of swedish experience of herbage, oil plant, beet, vegetables, flower and florestry seeds. Proc. Int. Seed Test. Ass. 36(2): 313-324.
- KITTOCK, D.L. 1960. The relationship of respiration and 2,3,5 - triphenyl 2H - tetrazolium chloride reduction in germinating seeds to seedling vigor. Ph.D. Thesis, submitted to the Washington State University.
- KJAER, A. 1961. Determinación y control de la calidad de las semillas. In Las Semillas Agrícolas y Hortícolas. p. 115-116. Organización de Las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 616 p.
- LINKO, P. 1961. Simple and rapid manometric method for determining glutamic acid decarboxilase activity in wheat. Jour. Agric. Food Chem. 9: 310-313.
- MAHDI, M.T., A.A. LOTFI, E. SHILTAWY and F.P. FARAG. 1971. Cold test of cotton seed. Proc. Int. Seed Test. Ass. 36(2): 279-287.
- MATTHEWS, S. and M.F.F. CARVER. 1971. Further studies on rapid seed exidate tests indicative of potential field emergence. Proc. Int. Seed Test. Ass. 36(2): 307.
- MIAN, A.L. and L.C. COFFEY. 1971a. Eighty-hour-count germination test - A new test method for measuring vigour in corn. Proc. Int. Seed Test. Ass. 36(2): 265-271.

- MIAN, A.L. and L.C. COFFEY. 1971b. Testing seed vigour in rice. Proc. Int. Seed Test. Ass. 36(2): 273-278.
- MILLER, M.D. and D.S. MIKKELSEN. 1970. 1969 Rice seed protein studies. Rice J. 73(7): 38-42.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. 1967. Regras para Análise de Sementes (Portaria do Ministério da Agricultura, nº 547, de 17/10/67). ETSEN, EPV. 120 p.
- MIXON, A.C. 1971. Promptness of radicle emergence as a measure of peanut seed viability. Agron. J. 63(2): 248-250.
- MOORE, R.P. 1955. How alive are live seeds? Seedsmen's Digest (September).
- MOORE, R.P. 1963. Previous history of seed lots and differential maintenance of seed viability and vigor in storage. Proc. Int. Seed Test. Ass. 28: 691-699.
- MOORE, R.P. 1968a. Seed deterioration symptoms as revealed by tetrazolium and growth tests. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 58: 107-110.
- MOORE, R.P. 1968b. Merits of different vigor tests. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 58: 89-94.
- OELKE, E.A., R.B. BALL, C.M. WICK and M.D. MILLER. 1969. Influence of grain moisture at harvest on seed yield quality, and seedling vigor of rice. Crop Sci. 9(2): 144-147.
- OWEN, E.B. 1957. The storage of seeds for maintenance of viability. Bulletin nº 43. Commonwealth Agricultural Bureaux. England. 81 p.
- PEPPER, E.H. and R.L. KIESLING. 1963. A list of bacteria, fungi, yeasts, nematodes, and viruses occurring on and within barley kernels. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 53: 199-207.
- PERRY, D.A. 1969. Seed vigour in peas (Pisum sativum L.) Proc. Int. Seed Test. Ass. 34(2): 221-232.
- PILI, E.C. 1967. An accelerated aging technique for evaluating the storability of alfafa, wheat, corn, and cotton seed lots. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi State University, State College, Miss. 78 p.
- POLLOK, B.M. and V.K. TOOLE. 1964. Lima bean seed bleaching A study in vigor. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 54: 26-31.

- POPINIGIS, F. 1972. Immediate effects of mechanical injuries on soybean (Glycine max (L.) Merrill) seed. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi, State University. State College, Miss. 75 p.
- PRESLEY, J.T. 1958. Relation of protoplast permeability and predisposition of seedling disease. Plant Disease Reporter 42: 852.
- QASEM, S.A. and C.M. CHRISTENSEN. 1958. Influence of moisture content, temperature, and time on the deterioration of stored corn by fungi. Phytopathology 48: 544-549.
- RICE, W.N. 1960. Development of the cold test for seed evaluation. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 50: 118-123.
- SARTORI, M.R. 1971. Deterioration of bean seed (Phaseolus vulgaris L.) and its consequences. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi State University, Mississippi State College, Miss. 63 p.
- SCHOOREL, A.F. 1960. Report on the activities of the Vigour Test Committee. Proc. Int. Seed Test. Ass. 25: 519-524.
- SHARF, A.F. 1952. Comparison and interpretation of laboratory and field tests with Arasan treated and non treated cucurbit seed lots. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 42: 105-108.
- SHERF, A.F. 1953. Correlation of germination data of corn and soybean seed lots under laboratory, greenhouse, and field conditions. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 43: 127-130.
- SITTISROUNG, P. 1970. Deterioration of rice (Oryza sativa) seed in storage and its influence on field performance Ph.D. Thesis submitted to the Faculty of The Mississippi State University. State College, Miss. 91 p.
- SMITH, F.G. and G.O. THRONEBERRY. 1951. The tetrazolium test and seed viability. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 41: 105-109.
- SUNG, T.Y. and J.C. DELOUCHE. 1962. Relation of specific gravity to vigor and viability in rice seed. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 52: 162-165.
- SVIEN, T.A. and D. ISELY. 1955. Factors affecting the germination of corn in the cold test. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 45: 81-86.

- THOMAS, C.A. 1960. Permeability measurements of castorbean seed indicative of cold test performance. *Science* 131: 1045-1046.
- TOLEDO, F. FERRAZ DE., J.T.M. ABRAHÃO e R.S. MORAES. 1972. O método de envelhecimento precoce em sementes de feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.). VII - Seminário Panamericano de Sementes. México, 17 a 28 de março.
- TOOLE, E.H. and V.K. TOOLE. 1955. Variability in germination as affected by physiological conditions of seeds and germination microclimate. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.* 45: 105-107.
- TSENG, S.T. and C.I. LIN. 1962. Studies on the physiological quality of pure rice seed. *Proc. Int. Seed Test. Ass.* 27(2): 459-474.
- VAUGHAN, C.E. and J.C. DELOUCHE. 1960. Relation of rate of seed swelling to viability in small seeded legumes. *Proc. Assoc. Off. Seed Anal.* 50: 109-111.
- VAUGHAN, C.E. 1962. Physical and physiological properties of seeds associated with viability. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi State University. State College, Miss. 73 p.
- VECHI, C. 1970. Physiological responses of cowpea (Vigna sinensis (L.) Savi) seeds to differential deterioration levels. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi State University. State College, Miss. 71 p.
- ZINK, E. 1966. Immediate and latent effects of mechanical abuse on the germination of soybean seed. M.Sc. Thesis submitted to the Faculty of Mississippi State University. State College, Miss. 55 p.
- ZINK, E. 1970. Vigor de sementes de milho. An. II sem. Bras. Sementes p. 231-232.
- WANJURA, E.F., E.B. HUDSPETH JR. and I.D. BILBRO JR. 1969. Emergence time seed quality and planting depth effects on yield and survival of cotton. *Agron. J.* 61: 63-69.
- WEST, S.H. and H.C. HARRIS. 1963. Seed color associated with physiological changes in alfafa, crinson and white clover. *Crop. Sci.* 3: 190-193.

- WHITCOMB, W.O. 1924. Correlation of laboratory and field germination tests. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 16: 60-62.
- WILES, A.B. 1960. Low vigor seed may cause poor stand of cotton, Mississippi Farm Res. 23(1): 1.
- WOODSTOCK, L.W. and M.F. COMBS. 1964. A comparison of some possible indices of seedling vigor in corn. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 54: 50-60.
- WOODSTOCK, L.W. 1965. Seed vigor. Seed World 97(5): 6.
- WOODSTOCK, L.W. and J. FEELEY. 1965. Early seedling growth and initial respiration rates as potential indicators of seed vigor in corn. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 55: 131-139.
- WOODSTOCK, L.W. 1966. A respiration test for corn seed vigor. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 56: 95-98.
- WOODSTOCK, L.W. 1967. Application of the respiration test for seed vigor of pea seed. Proc. Assoc. Off. Seed Anal. 57: 144-147.
- WORTMAN, L.S. and E.H. RINKE. 1951. Seed corn injury at various stages of processing and its effect upon cold test performance. Agron. J. 43(7): 299-305.