

GERMINAÇÃO, VIGOR E CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTE  
DE SORGO GRANÍFERO, Sorghum bicolor (L.) Moench.

GENÁRIO MARCOLINO DE QUEIROZ

GERMINAÇÃO, VIGOR E CAPACIDADE DE ARMAZENAMENTO DE SEMENTE  
DE SORGO GRANÍFERO, Sorghum bicolor (L.) Moench

POR

GENÁRIO MARCOLINO DE QUEIROZ

Dissertação apresentada ao Departamento  
de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrá-  
rias da Universidade Federal do Ceará, co-  
mo parte dos requisitos para a obtenção  
do Grau de "Mestre em Fitotecnia".

FORTALEZA - CEARÁ

OUTUBRO/1979

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para a obtenção do Grau de Mestre em Fitotecnia.

Reprodução parcial permitida exclusivamente com referência da fonte e autor.

---

GENÁRIO MARCOLINO DE QUEIROZ

APROVADA EM: 18/10/1979.

---

Prof. Bashir Ahmad Akil, PhD - Orientador

---

Prof. Clairton Martins do Carmo, MS - Conselheiro

---

Prof. José Ferreira Alves, MS - Conselheiro

---

Prof. Raimundo Gladstone Monte Aragão, PhD - Convidado

À minha esposa Marta  
pela compreensão e incentivo  
Aos meus filhos Arnaldo e Allysson  
por um futuro melhor  
À minha mãe Raimunda e  
meu pai José (de saudosa memória)  
pelo elevado espírito de sacrifício

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará-EPACE, pela oportunidade de realização do Curso de Mestrado e auxílio financeiro para a confecção deste trabalho.

À Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFC, na pessoa do Professor Clairton Martins do Carmo, pela orientação, compreensão e amizade.

Ao Banco do Nordeste do Brasil-BNB, que, através do Programa do Sorgo, forneceu as sementes e os dados de produção para a realização deste trabalho.

Ao Professor Bashir Ahmad Akil, pela orientação, auxílios prestados, revisão dos originais e amizade.

Aos Professores José Ferreira Alves e Raimundo Gladstone Monte Aragão, pela revisão dos originais, pronto atendimento e amizade.

Aos Engenheiros Agrônomos Francisco Ferrer Bezerra e José Ismar Girão Parente, pelo incentivo, compreensão e amizade.

Ao Chefe da Unidade de Pesquisa do Litoral, em Pacajus, Reginaldo Dantas Cavalcante, pelo seu elevado espírito de compreensão e amizade.

Ao Professor Diógenes Cabral do Vale, pelo expressivo apoio no início deste Curso.

Aos colegas da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará, em especial aqueles da Unidade de Pesquisa do Litoral, pelo estímulo e amizade.

À Germana Tabosa Braga Pontes, bibliotecária da EPACE, pela sua valiosa colaboração.

À Nirvanda Holanda Maia e Antonio Lisboa Policarpo Bento, pelos eficientes e cuidadosos trabalhos datilográficos e mecanográficos desta dissertação.

A todos, enfim, que de uma maneira direta ou indireta contribuíram para a elaboração deste trabalho.

## CONTEÚDO

	PÁGINA
ÍNDICE DE TABELAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	ix
INTRODUÇÃO .....	1
REVISÃO DE LITERATURA .....	2
Variação em Germinação .....	2
Vigor .....	3
Teste de Tetrazólio .....	6
Respiração .....	8
Relação entre Qualidade da Semente e Parâmetros de Produção ....	9
Embebição .....	10
Dormência .....	11
Armazenamento .....	12
MATERIAL E MÉTODO .....	15
Germinação e Velocidade de Germinação .....	15
Vigor .....	17
Teste de Tetrazólio .....	17
Taxa de Respiração .....	17
Taxa de Embebição .....	18
Armazenamento na Câmara Fria .....	18
Armazenamento em Condições Controladas .....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	19
Germinação e Velocidade de Germinação .....	19
Vigor com Teste de Envelhecimento Induzido e sua Relação com a Germinação .....	21
Relação entre Germinação, Vigor e Parâmetros de Produção .....	22
Teste de Tetrazólio .....	25
Taxa de Respiração .....	27
Taxa de Embebição .....	29

	PÁGINA
Armazenamento na Câmara Fria .....	31
Armazenamento em Condições Controladas .....	33
RESUMO E CONCLUSÕES .....	39
LITERATURA CITADA .....	41

ÍNDICE DE TABELAS

<u>TABELA</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Identificação e Origem dos Materiais Testados no Experimento de Competição de Cultivares de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, em Irauçuba, Ceará, Brasil. 1977	16
2. Germinação e Velocidade de Germinação de 14 Cultivares de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, Produzidos em Quatro Repetições de Campo. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978 .....	20
3. Germinação, Vigor, Parâmetros de Produção e Outras Características da Planta de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978 .....	23
4. Determinação da Viabilidade de 14 Cultivares de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench pelos Testes Padrão de Germinação e de Sal Tetrazólio. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978 .....	26
5. Taxa de Respiração de Semente de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench Determinada Através de um Respirômetro Diferencial de Gilson. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978 ....	28
6. Efeitos do Armazenamento em Câmara Fria (75% de Umidade e 10°C) Durante 15 Meses sobre a Germinação e Velocidade de Germinação de Sementes de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978 .....	32
7. Armazenamento de Semente de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench, Proveniente da Terceira Repetição de Campo, em 90% de Umidade e 32°C. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978 .....	34



- |                                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 8. Armazenamento de Semente de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicol</u><br><u>lor</u> (L.) Moench, Proveniente da Terceira Repetiçãõ de Cam<br>po, em 60% de Umidade e 32°C. Fortaleza, Ceará, Brasil.1978 | 36 |
| 9. Armazenamento de Semente de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bico</u><br><u>lor</u> (L.) Moench, Proveniente da Terceira Repetiçãõ de Cam<br>po, em 30% de Umidade e 32°C. Fortaleza, Ceará, Brasil.1978  | 37 |

ÍNDICE DE FIGURAS

<u>FIGURA</u>	<u>PÁGINA</u>
1. Taxa de Embebição de Água em Sementes de Sorgo Granífero - <u>Sorghum bicolor</u> (L.) Moench. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1978	30

## INTRODUÇÃO

A exploração da cultura do sorgo, Sorghum bicolor (L.) Moench, reveste-se de capital importância para a economia do Nordeste brasileiro, não só pela sua resistência à seca, mas principalmente, pelo seu uso na alimentação animal, seja na forma de grãos, seja na forma de forragem. A expansão da cultura constitui no momento, algo de extraordinário para esta Região.

O aumento da produtividade tem sido o objetivo principal de todos aqueles que se dedicam à exploração das lavouras. Entretanto, esta meta não foi ainda atingida em nossa Região, uma vez que os produtores têm se preocupado mais em expandir a área cultivada do que usar sementes de boa qualidade. O emprego deste insumo, por si só, seria suficiente para elevar consideravelmente a produtividade da cultura.

Germinação, vigor e capacidade de armazenamento são componentes importantes da qualidade da semente. Todavia são poucos os trabalhos que procuram estudar as relações entre a qualidade da semente e os parâmetros de produção. E, é sabido que o conhecimento destas relações é de grande importância, sobretudo para inspetores de campos de multiplicação, pois possibilitam a predição e estimativa da produção. Também inexistem informações sobre a capacidade de armazenamento e, por esta razão, as perdas de viabilidade são acentuadas nas condições climáticas do Nordeste.

O presente trabalho, além de estudar a qualidade da semente, determinada por testes de germinação e de vigor e, de correlacioná-la com os parâmetros de produção, avalia, também, sua capacidade de armazenamento, pelo estudo da estocagem sob diferentes condições de umidade e temperatura.

## REVISÃO DE LITERATURA

### Variação em Germinação

Vários autores estudaram características de qualidade como germinação, vigor e armazenamento, em sementes de sorgo. O teste padrão de germinação, realizado no laboratório, requer normalmente, um período de 10 dias, com temperaturas alternadas de 20 a 30°C. Quando se tem diversos lotes de semente é fácil observar a variação em cor, tamanho, densidade e textura, existente entre eles. Os efeitos desta variação se refletem de modo acentuado na qualidade da semente. A germinação da semente de sorgo, como qualquer outra característica, é afetada por um grande número de fatores. POPINIGIS (1975) listou vários deles, como temperatura, umidade, tipo de substrato e outros que influenciam a germinação.

PINTHUS & ROSENBLUM (1961) mencionaram que a temperatura mínima requerida para a germinação da semente de sorgo estaria compreendida entre 8 e 10°C. SRIVASTAVA & PINNELL (1963), ao estudarem as necessidades de temperatura para a germinação de sementes de sorgo, concluíram que era de 12,7°C a temperatura mínima exigida.

Diversos pesquisadores estudaram os efeitos de níveis de umidade que poderiam incidir sobre os resultados de testes de germinação de sorgo. Para ROBBINS & PORTER (1946) as sementes de sorgo eram germináveis quando seu conteúdo de umidade estava entre 50 e 60%, mesmo no campo ou recentemente colhidas. Todavia a viabilidade das mesmas, em fase de maturação, foi significativamente afetada pelo tratamento da secagem. Já DELOUCHE (1953) mencionou que o nível de umidade do substrato poderia influenciar tanto a percentagem de germinação como a velocidade. Sugeriu, ainda, que na avaliação dos testes de germinação em laboratórios, fosse efetuado o controle não só da temperatura, mas também da umidade.

MARCOS FILHO & PACHECO (1976) enfatizaram a qualidade do substrato, para um teste de germinação uniforme, quando descreveram as condições favoráveis para desenvolvimento do teste padrão de germinação.

EVANS et alii (1961), quando estudavam a germinação de semente de sorgo sob três diferentes temperaturas, encontraram, para cada temperatura, uma variação de germinação altamente significativa para lotes dentro da mesma variedade. Em razão disso, concluíram que um único lote de semente não era suficiente para representar uma variedade. Em um outro estudo também com sorgo, EVANS & STICKLER (1961) concluíram que a fonte produtora de semente poderia afetar consideravelmente sua qualidade.

Uma grande variação na germinação de cultivares de sorgo foi também encontrada por ALVIN (1975) durante seu estudo de correlação entre o peso da semente e sua germinação. JOHNSON & WAX (1978) sugeriram um maior número de repetições para minimizar a variação de germinação. Eles encontraram uma grande variação quando testavam o vigor de semente de soja através dos testes de envelhecimento induzido e de frio.

Como se pode concluir é grande o número de fatores, tanto de campo como de laboratório, que levam à variação da germinação dentro de lotes de semente de um único cultivar.

### Vigor

A germinação, embora constitua a principal característica da qualidade da semente, não pode, muitas vezes, ser utilizada isoladamente para um estudo desta natureza. Em se tratando de semente de sorgo, por exemplo, a germinação pode alcançar até 100%, entretanto, um baixo "stand" pode ser observado, de acordo com as condições de campo.

O sucesso de um teste é função de sua simplicidade e facilidade de aplicação às diversas culturas, bem como, da produção de informações precisas (DELOUCHE et alii, 1967). LARSEN & ISELY (1967) utilizaram simples testes de germinação e de velocidade de germinação para estimar a performance de alfafa no campo. Trabalhando com semente de soja EDJE & BURRIS (1971) concluíram que quando era obtido um "stand" satisfatório a produção não era afetada pelo vi

gor dos "seedlings". Em se tratando de semente de alta qualidade, mesmo que ocorram competição de ervas daninhas, condições ambientais desfavoráveis e excesso populacional, uma boa produção ainda é esperada. VANDERLIP et alii (1973) e YAYOCK et alii (1975) chegaram à conclusão de que frequentemente os testes de germinação superestimavam a performance dos campos de semente de sorgo, apesar de guardarem entre si, uma correlação bastante significativa. Entretanto, quando as condições de campo estavam próximas do ótimo, invariavelmente o teste padrão de germinação correlacionava-se bem com o "stand" de campo. Por sua vez, os trabalhos desenvolvidos por MARANVILLE & CLEGG (1977) com semente de sorgo, mostraram apenas uma fraca correlação entre a germinação em laboratório e a performance da cultura no campo. Sob condições de "stress", logicamente, uma semente mais vigorosa proporcionará maior produtividade. Destes estudos fica evidenciada a necessidade de um teste de vigor que se relacione melhor com as condições diversas e adversas de campo.

HANSING & HARTLEY (1962), citados por ABDULLAHI & VANDERLIP (1972) encontraram dificuldade em obter "stands" uniformes, no campo de sorgo, mesmo quando as sementes eram sadias. Eles chamaram a atenção para os efeitos produzidos por fungos existentes tanto na semente como no solo. ABDULLAHI & VANDERLIP (1972) compararam diversos testes de vigor, usando semente de sorgo, e nenhum deles se correlacionou consistentemente melhor com a performance no campo que o teste padrão de germinação. Muitos dos testes feitos subestimaram ou superestimaram o valor do plantio. Eles selecionaram o teste com  $\text{NH}_4\text{Cl}$  como o melhor teste de vigor.

A discrepância entre a germinação em laboratório e a performance no campo é muito comum porque cada pesquisador, de acordo com seu próprio julgamento, inclui ou exclui algum fator influenciável. SWANSON & HUNTER (1936) notaram uma diferença de 30-50% entre os testes de laboratório e os de campo em sorgo. Comparando com outras culturas o sorgo apresentou a mais alta variação. SRIVASTAVA & PINELL (1963), em seus estudos com semente de sorgo, observaram que o teste de frio não predisse "stands" de campo melhor que o teste padrão de germinação. As condições de campo não foram provavelmente adversas a ponto de provocar diferença entre os testes de frio e de germinação. Já RAJANA & CRUZ (1975),

trabalhando com sorgo, milho e soja, encontraram correlações positivas entre o vigor da semente e a produção. Por sua vez, JOHNSON & WAX (1978), em trabalho com soja, encontraram uma boa correlação entre o teste de envelhecimento induzido e a performance no campo em um ano, porém isto não se repetiu no ano seguinte devido, talvez, às alterações ocorridas nas condições do campo. Dentre os diferentes testes de vigor usados o que mais consistentemente foi correlacionado com a performance de campo foi o teste de frio.

A técnica do envelhecimento induzido constitui um ótimo teste para a avaliação do vigor da semente. LAUDE & COBB (1969) a utilizaram para avaliar o vigor de plântulas, que segundo eles, era bastante influenciado pelas condições ambientais. ALVIN (1975) fez uma avaliação do teste de envelhecimento induzido. Os lotes de semente de sorgo afetados severamente por este envelhecimento tiveram baixo vigor e não mantiveram sua viabilidade por tempo mais prolongado.

Diversos pesquisadores consideraram o tratamento com  $NH_4Cl$  como um bom teste de vigor. ABDULLAHI & VANDERLIP (1972) e YAYOCK *et alii* (1975) o acharam superior a outros testes.

O tratamento de proteção às sementes é muito importante. Quando a semente é tratada com um fungicida ou é plantada em boas condições de campo, embora não seja de boa qualidade, é provável que ela venha a apresentar uma performance satisfatória. LARSEN & ISELY (1967), trabalhando com alfafa, observaram que o tratamento fúngico das sementes protegeria os "seedlings" desde a emergência até o estabelecimento da cultura.

Como conclusão pode-se dizer que os testes de vigor tornam-se cada vez mais importantes quando as condições de campo são mais diversificadas ou adversas. Ressalte-se ainda, que nesta situação, o uso de sementes vigorosas asseguraria ao agricultor maior produção.

O peso e o tamanho da semente afetam também sua qualidade. ABDULLAHI & VANDERLIP (1972), por exemplo, em trabalho com sorgo, concluíram que sementes maiores tenderam apresentar melhor performance de germinação tanto nos testes de laboratório como no campo. Todavia, em estudos posteriores, VANDERLIP

et alii (1973) chegaram à conclusão de que o tamanho da semente de sorgo não poderia ser considerado como uma medida aceitável para a avaliação do estabelecimento da cultura no campo. MARANVILLE & CLEGG (1977) observaram que maiores sementes de sorgo propiciaram uma taxa mais elevada da germinação, não influenciando todavia, no estabelecimento da cultura no campo e sua produção final.

Uma afinidade bastante consistente entre a gravidade específica da semente de sorgo e sua viabilidade foi encontrada por ALVIN (1975). Em trabalho com algodão, KRIEG & BARTEE (1975) também observaram uma alta correlação entre a germinação e a densidade da semente deslintada. A densidade da semente também foi altamente relacionada com a taxa de emergência no campo. Em semente de densidade mais baixa foi constatada maior taxa de deterioração.

Estes estudos não são suficientes para se concluir que o tamanho da semente venha a influenciar na performance de campo.

#### Teste de Tetrazólio

O teste de tetrazólio constitui, basicamente, um método rápido para determinar a germinação potencial de um lote de sementes. Entretanto, em alguns casos, pode ser usado para estimar o vigor, havendo para isto, necessidade de uma avaliação rigorosa das sementes com base no seu grau de deterioração. Seu uso nos laboratórios data de vários anos. Segundo LAKON (1940), o cloreto de 2, 3, 5 - trifeniltetrazólio constitui o mais apropriado sal na determinação da viabilidade das sementes. COTTRELL (1948), que também fez estudos com sal de tetrazólio como indicador da viabilidade, reconheceu tratar-se de um teste rápido, além de possibilitar o conhecimento das causas de uma germinação anormal ou mesmo, fracasso. HYDE (1949) ao descrever, examinar e classificar embriões, conforme a distribuição da mancha de tetrazólio, afirmou haver encontrado alta correlação entre a viabilidade determinada pelo sal de tetrazólio e a viabilidade obtida pelo teste de germinação. Estudos sobre testes de tetrazólio também foram realizados por MOORE (1958), visando determinar injúrias e viabilidade de semen



tes de milho. De acordo com RICE (1959), o teste de tetrazólio associa a um rápido teste de viabilidade a avaliação dos transtornos da semente, pela observação interna da mesma. Segundo MOORE (1962) o teste de tetrazólio não só determinou de modo rápido o potencial de viabilidade da semente, como também avaliou a fragilidade de cada parte do embrião. E continuando, afirmou MOORE (1964), que dentre os diversos métodos utilizados para avaliar o vigor e a viabilidade da semente estavam os testes bioquímicos, sendo o teste de tetrazólio o mais importante. Todavia, frisou o autor: a falta de maior experiência com este teste pode ser refletida de modo negativo na germinação. CINKI & CHING (1965) desenvolveram trabalho com trigo estocado sob diferentes condições e obtiveram uma alta correlação entre a capacidade de germinação e a viabilidade caracterizada pela reação de tetrazólio em sementes com danos mecânicos e infestados de insetos. À semelhança do trabalho anterior, também SINGH & MEHDI (1966) procuraram estudar a correlação entre o teste padrão de germinação e o teste de tetrazólio e, concluíram que através deste último pode-se determinar rapidamente a viabilidade de sementes e que em situações de urgência este método pode ser utilizado como um método complementar. Para ROBERTS (1972), embora o teste de tetrazólio não possa substituir completamente o teste de germinação de laboratório, em todas as circunstâncias, os dois podem ser usados conjuntamente, proporcionando assim, maior número de informações. VANDERLIP et alii (1973) obtiveram uma fraca correlação entre o teste de tetrazólio e o "stand" de campo de multiplicação de semente de sorgo. Todavia, trabalhando com soja, PEREIRA & ANDREWS (1976) encontraram uma boa correlação entre o teste de tetrazólio e a emergência no campo. Estes autores também concluíram que tanto o vigor como a viabilidade da semente atingiram o máximo na maturação, declinando daí para a frente, sendo que o vigor decaía de modo mais rápido do que a viabilidade

Dos estudos de tetrazólio pode-se concluir que este teste vem sendo utilizado com muita frequência, graças não só a rapidez de sua execução, mas principalmente, pelo grande número de informações da qualidade da semente que permite detectar.

## Respiração

A taxa de respiração aqui estudada se constituiu em mais um parâmetro de avaliação do vigor e viabilidade da semente. THRONEBERRY & SMITH (1955) comparam os índices metabólicos de 31 lotes de milho de viabilidades diferentes com a percentagem de germinação, teste de tetrazólio e outros testes de vigor. O prejuízo da viabilidade surgiu fortemente associado à queda da respiração das sementes. Mas esta queda não explicou a diferença entre a germinação e os testes de vigor. Mesmo assim, eles consideraram que a germinação, como qualquer outro processo de crescimento, estaria sujeita ao metabolismo respiratório. Posteriormente, WOODSTOCK & GRABE (1967), estudando a relação existente entre a respiração, durante a embebição da semente de milho e, o subsequente crescimento dos "seedlings" encontraram correlações positivas significativas entre as taxas de  $O_2$  consumidas durante a embebição e estágios mais tardios da germinação, isto é, 3 a 5 dias após o plantio. KITTOCK & LAW (1968) obtiveram uma correlação positiva entre a emergência de plântulas em casa de vegetação e a taxa de respiração determinada pelo respirômetro de Warburg, usando sementes de trigo de idades diferentes. ABDUL-BAKI (1969) quando mediu o consumo de  $O_2$  e a produção de  $CO_2$  em sementes de trigo e cevada sujeitas ao envelhecimento induzido, encontrou que enquanto o consumo de  $O_2$  permanecia constante a taxa de  $CO_2$  produzida era cada vez mais diminuta, provavelmente devido ao desenvolvimento de diversos outros processos oxidativos que não o crescimento dos "seedlings". Estas observações invalidaram a aplicabilidade do método respiratório como um teste de vigor da semente. Entretanto, de acordo com POPINIGIS (1977), a respiração da semente nas primeiras horas de germinação está correlacionada com o subsequente crescimento das plântulas.

Pode-se concluir que é bastante controversa a literatura sobre este assunto, e que não existe nenhuma correlação consistente entre a taxa de respiração e o vigor, indicando sua aplicação a qualquer tipo de semente.

## Relação entre Qualidade da Semente e Parâmetros de Produção

A qualidade da semente de sorgo é afetada, na fase de pré-colheita, pelas condições atmosféricas e pelo padrão de crescimento no campo. Quando as condições do tempo, nas fases de pré-colheita e pós-colheita, foram bastante secas, a semente de sorgo armazenada conserva comparativamente, sua viabilidade por longo tempo. ROBERTSON et alii (1943), por exemplo, foram capazes de manter por até 20 anos a viabilidade parcial de sementes de sorgo e algumas outras culturas. BROWN et alii (1948), por sua vez, ao estudarem 147 cultivares de sorgo, descobriram que a exposição às condições do tempo no campo, depois da maturação, reduziu acentuadamente a germinação, particularmente, em se tratando de cultivares que tinham sementes moles e glumelas curtas.

Normalmente uma cultura sadia produzirá sementes de alta qualidade. Alguns pesquisadores predisseram a qualidade da semente a partir da performance de desenvolvimento da cultura no campo. O trabalho de SRIVASTAVA & PINNELL (1963) em sorgo, indicou que o ambiente sob o qual a semente foi produzida e processada teve maior influência na germinação que o próprio genótipo da variedade. Os valores da herdabilidade para a germinação no campo foram muito baixos variando entre 20 e 40%, indicando que a influência ambiental foi muito proeminente.

RAJANA & CRUZ (1975) estudaram sorgo, milho e soja procurando ver de fato o efeito dos parâmetros de crescimento na predição do vigor da semente e da produção. Parâmetros de crescimento como área foliar, taxa de crescimento relativo e altura das plantas foram linearmente correlacionados com a produção e vigor da semente. EVANS (1977), em trabalho com capim "Kentucky blue grass", concluiu que a produção de semente foi função do número e produtividade das panículas. O aumento de produção de semente acima de 32% indicou que as práticas de manejo podem afetar substancialmente a produção de semente.

Embora a qualidade da semente tenha baixa herdabilidade, o limitado número de trabalhos indica uma possibilidade de se predizer a qualidade da semente a partir da história da cultura no campo e do papel do ambiente. Esta informação poderia ser especialmente importante para inspetores de semente que precisam estimar a qualidade da semente antes mesmo da colheita.

### Embebição

A absorção de água é muito importante para a germinação. As sementes variam muito quanto a sua taxa de embebição, dependendo da variedade, permeabilidade do tegumento, área de contacto semente/água, temperatura e composição química.

Enquanto SHULL (1920) e depois SHULL & SHULL (1924) não encontraram efeitos de grande significado da temperatura sobre a absorção de água pela semente, BROWN & WORLEY (1912), citado por BURCH & DELOUCHE (1959), encontraram que este fenômeno, em sementes de cevada, foi seriamente afetado pela temperatura ambiental. POLLOCK & MANALO (1969) também consideraram a temperatura como fator crítico para a embebição.

A absorção de água é evidentemente afetada pela variedade e tipo de semente. SHULL (1920) e SHULL & SHULL (1924) mencionaram que espécies distintas de sementes diferiam quanto à taxa de embebição. Eles também referiram-se aos efeitos das trocas físico-químicas na semente em relação ao processo da embebição. Quatro diferentes tipos morfológicos de sementes foram usados para estudos de embebição por BURCH & DELOUCHE (1959). Em algodão e soja o ponto de germinação foi atingido quando as sementes continham 50-54% de umidade, devido à presença dos tecidos cotilédonários. Por outro lado, as sementes de manna e aveia, de tecidos endospermicos, alcançaram seu ponto de germinação com apenas 32-36% de umidade. KRIGG & BARTEE (1975) também observaram variações na taxa de embebição de sementes de algodão de cultivares diferentes e pensaram ser devido à morfologia da semente.

O  $O_2$  foi considerado por POLLOCK & MANALO (1969), fator de capital importância durante a embebição. ABDUL-BAKI (1969) estudou a embebição em trigo e cevada. Nas primeiras 10 horas foi utilizada apreciável quantidade de glicose marcada com  $C_{14}$ , indicando o início da respiração e atividades sintéticas.

Naquele mesmo trabalho, KRIGG & BARTEE (1975) também constataram que a taxa de embebição estava relacionada com a densidade da semente. Sementes de algodão de baixa densidade absorveram maior

quantidade de água nas primeiras oito horas da germinação, devido se tratar de sementes defeituosas (chochas). As sementes de alta densidade sã mais tarde atingiram as mais elevadas taxas de embebição, equiparando-se às sementes de menor densidade.

Em conclusão, pode-se dizer que a germinação da semente pode ser afetada pela taxa de embebição e que é de fundamental importância o conhecimento deste fenômeno.

### Dormência

A revisão da literatura mostra que os pesquisadores de sorgo ainda não têm uma posição definida quanto à extensão da dormência em sementes dos diversos cultivares de sorgo existentes. Existem controvérsias entre eles. CASEY (1947), por exemplo, quando desenvolvia estudos com semente de sorgo sacarino encontrou um grande número de lotes afetados pela dormência. Submeteu estas sementes à germinação sob temperaturas alternadas e apenas alguns daqueles lotes germinaram. Continuando suas conclusões, afirmou o autor que a dormência foi superada com choque de baixa temperatura, tendo sido este tratamento tão eficiente quanto à escarificação. Por outro lado, BROWN *et alii* (1948) testando 147 cultivares de sorgo observaram que apenas 5 se mantiveram parcialmente dormentes. O armazenamento a 40°C durante dois meses foi suficiente para a eliminação do fenômeno. GOODSELL (1957) colheu sementes de sorgo bem maduras e as secou cuidadosamente à temperatura de 38°C. O plantio imediato destas sementes no campo e o teste em laboratório indicaram uma germinação de apenas 5 a 10%. Um teste com trifeniltetrazólio mostrou que as sementes estavam 100% viáveis. Uma escarificação mecânica 2 a 3 semanas após a colheita proporcionou "stands" de campo satisfatórios. A dormência perdurou por 2 meses e, segundo o autor, deveu-se a algum agente inibidor presente no tegumento da semente, capaz de ser dissolvido pela água quente. GRITTON & ATKINS (1963) reconheceram em seu trabalho com sorgo que o genótipo teve acentuado efeito sobre a magnitude da dormência e que sua maior ou menor persistência dependeu das diferentes temperaturas usadas no armazenamento. Segundo os autores, havia restrições do te

gumento quanto à permeabilidade. Todavia a dormência não foi além de três meses. De acordo com POPINIGIS (1977) a dormência secundária pode ser induzida em sorgo, bastando secar a semente a 46-48°C, reduzindo sua umidade para cerca de 7%. Neste caso, segundo NUTILE & WOODSTOCK (1967), citado por POPINIGIS (1977), a dormência seria em consequência das alterações físicas ocorridas no tegumento em voltório da semente, provocadas pela secagem excessiva, restringindo as trocas gasosas durante a embebição. AKIL & ARAÚJO (1979), em estudos de sementes de sorgo dos mesmos cultivares usados neste trabalho, também evidenciaram a existência de dormência secundária com tratamentos de baixa umidade.

A presença do maior ou menor teor de tanino na semente do sorgo pode ter ação efetiva retardando sua germinação. Segundo HARRIS & BURNS (1970) o maior teor de tanino retardou a germinação das sementes de sorgo na fase de pré-colheita, durante o período de chuvas, inativando as enzimas da germinação. SCHAFFERT *et alii* (1974), em seu trabalho com sorgo, afirmaram que o alto teor de tanino não era característica desejável como qualidade alimentícia, muito embora, contribuisse essencialmente para a resistência da cultura às doenças e pragas e, fosse responsável pela inibição da germinação e deterioração das sementes na fase de pré-colheita.

Destes estudos conclui-se que a dormência, de modo geral, não perdura por mais de três meses e que de início até é bom que ela ocorra pois evita a germinação das sementes na fase de pré-colheita e maturação.

#### Armazenamento

A deterioração da semente, quando armazenada, será tanto maior quanto mais altas forem a umidade e a temperatura. Embora a umidade seja considerada mais importante que a temperatura, esta influi diretamente na umidade ambiental. Deste modo, a semente tende a permanecer em equilíbrio com a umidade ambiental e, neste caso, uma secagem gradativa poderá ocorrer se o armazenamento se verificar em condições de pouca umidade. A semente de sorgo, por exemplo, em uma umidade atmosférica de 100%, elevará seu teor de umidade para 22%, enquanto que,

em uma umidade ambiental de apenas 30% ela secará até 6-8%. Sob uma umidade relativa de 60% a percentagem de umidade da semente também é considerada alta, girando em torno de 12%. BASS et alii (1963) relataram em seu trabalho que a semente de sorgo contendo 10% de umidade não se comportou bem quando armazenada numa temperatura ambiental de 21°C. Quando aquela umidade foi reduzida para 7-4% o prejuízo no armazenamento foi mínimo nas diferentes temperaturas. WELCH & DELOUCHE (1968) armazenaram sementes de sorgo em diferentes níveis de umidade e temperatura por um período de um ano. O armazenamento em 80% de umidade foi incontestavelmente prejudicial. Entretanto, em 60% ou menos não foi visível nenhum prejuízo de viabilidade sob as diversas temperaturas testadas. Estes autores projetaram uma fórmula segundo a qual o armazenamento estaria sem nenhum perigo quando a soma da umidade relativa mais a temperatura em °F fosse igual a 100. Quando MATTHES et alii (1969) descreviam as condições necessárias para o armazenamento da semente, afirmaram que a germinação ocorria quando sua umidade estava acima de 45%. A respiração da semente foi considerada altamente prejudicial quando seu nível de umidade excedia a 18%. Acima de 14% ocorriam problemas de fungo e outros microorganismos que aceleravam as perdas de vigor e de viabilidade. Abaixo de 8% os insetos já não constituíam mais nenhum problema para a semente. Os autores recomendaram níveis de umidade de 4-8% para as sementes armazenadas em recipiente selado. Por fim, observando que os processos de deterioração se verificavam mais rapidamente sob níveis altos de hidratação e temperatura eles recomendaram também que sementes amiláceas como as de sorgo deveriam ser armazenadas em umidade relativa menor que 50%. BOCKHOLT et alii (1969) armazenaram sementes genéticas de sorgo, milho e algodão por 26 anos. O armazenamento em recipiente selado foi superior aquele em saco de papel. O tratamento de desidratação usado também foi benéfico. O armazenamento em vácuo parcial foi superior aos tratamentos sob outras condições atmosféricas. De acordo com DELOUCHE (1973), o conteúdo de umidade da semente, ao lado da temperatura, foi considerado o fator mais importante no armazenamento. NAKAMURA (1975) concluiu que o armazenamento em 25-30% de umidade resultou em uma mínima deterioração para sementes de vegetais, legumes, gramíneas e flores. Por outro lado, VILLIERS & EDGCUMBE (1975) observaram prejuízos da viabilidade em sementes de alfafa, quando armazenadas em níveis de umidade mais baixos. Isto foi

devido provavelmente aos danos às macromoléculas e ao sistema de tecido, sob baixos níveis de umidade.

HARRINGTON (1959) estudou o comportamento da semente em temperatura de 25°C. O autor foi taxativo ao afirmar que, sendo a deterioração da semente um processo irreversível, as flutuações em seu nível de umidade seriam cada vez mais prejudiciais. Segundo DELOUCHE (1973) a deterioração é uma característica de cada tipo de semente e é responsável pelo seu maior ou menor potencial de armazenamento. Em geral a deterioração não pode ser eliminada completamente, porém apenas reduzida sua taxa.

O conteúdo mais elevado de tanino em semente de sorgo é benéfico ao armazenamento. NELSON et alii (1973) concluíram que sementes de sorgo com alto teor de umidade poderiam, muitas vezes, ser armazenadas com sucesso depois de seu tratamento com ácido propiônico, evitando com isto o aquecimento e a germinação durante o armazenamento. Em trabalho com sorgo, NELSON & CUMMINS (1975) tentaram armazenar sementes de elevado teor de umidade para fins alimentícios. Eles obtiveram uma melhor preservação para as sementes com maior teor de tanino, utilizando menor quantidade de ácido propiônico.

A revisão sobre o armazenamento da semente de sorgo indica que o conteúdo de umidade menor que 8% e a umidade relativa abaixo de 50%, combinados com temperaturas mais baixas são os requerimentos necessários para um armazenamento prolongado.



## MATERIAL E MÉTODO

As sementes utilizadas para o presente trabalho pertenciam à coleção do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (Tabela 1) e estavam armazenadas há 6 meses, em câmara fria com temperatura e umidade relativa em torno de 10°C e 75%, respectivamente. Elas foram obtidas de um ensaio de competição de 14 cultivares de sorgo granífero conduzido na Fazenda Saco Verde, município de Irauçuba, Ceará, Brasil, no período de 15/03 a 07/07/77.

Por ocasião da colheita, foram tomadas 10 plantas por parcela para determinação do peso das panículas e altura das plantas. Neste mesmo período foram também determinados o peso de 100 sementes e as produções totais de grãos e massa verde. Sementes chochas, pequenas ou grandes demais foram eliminadas com o uso do soprador de South Dakota e peneiras.

Os teores de tanino e de óleo foram determinados pelo método da AOAC (1975).

Os coeficientes de correlação foram calculados de acordo com SNEDCOCOR (1965).

### Germinação e Velocidade de Germinação

Duzentas sementes foram colocadas para germinação, em duas repetições, em placas de petri de 15 cm de diâmetro, usando-se como substrato papel de filtro umedecido com 8 ml de água destilada. As sementes foram incubadas em um germinador a 25°C, no escuro. As contagens de germinação foram efetuadas após 48, 72 e 120 horas. Eram consideradas germinadas todas as sementes cuja radícula apresentasse aproximadamente comprimento mínimo de 0,5 cm e estivesse sadia. Para a determinação da velocidade de germinação foram atribuídos índices de valores 3, 2 e 1 para cada semente germinada da primeira, segunda e última contagem, respectivamente.

TABELA 1. Identificação e Origem dos Materiais Testados no Experimento de Competição de Cultivares de Sorgo Granífero- Sorghum bicolor(L.) Moench, em Irauçuba, Ceará, Brasil. 1977.

Tratamentos	Origem		
	Nº C.C.A.	Nº I.S.	Outra Ident.
A	003	2740	
B	007		22.060-1
C	040		22.078-1
D	086	5670 C	
E	091	8237 C	
F	121		4.213-1
G	145		4.570-3
H	171		5.407-4
I	180		5.631-4
J	201	9826	
L	206	8236	
M	955		Serena
N	2158		IPA-1154
O	2160		IPA-1183

### Vigor

O teste de envelhecimento induzido foi realizado de acordo com DELOUCHE et alii (1967). Duzentas sementes de cada amostra foram colocadas em recipientes apropriados para o envelhecimento, onde a umidade era de 100% e a temperatura girava em torno de 42°C. Após sete dias, as sementes foram retiradas e postas para germinar, conforme o método já descrito. Os resultados da germinação corresponderam aos próprios percentuais de vigor.

### Teste de Tetrazólio

Para este teste foram empregadas sementes colhidas da terceira repetição de campo. Cinquenta sementes foram colocadas em água a 30°C durante 4,30 horas. Posteriormente, procedeu-se seu seccionamento, nos sentidos médio e longitudinal, através do embrião. Metade de cada semente foi colocada em solução de cloreto de 2-3-5 trifeniltetrazólio a 0,5%, durante 1 hora, à temperatura de 40 ± 1°C.

O critério de avaliação seguiu as normas do Manual do Teste de Tetrazólio (DELOUCHE et alii, 1976). Foram obtidas sementes vigorosas (com embrião total e fortemente colorido) e sementes pouco vigorosas (com embrião não totalmente colorido ou com fraca coloração).

### Taxa de Respiração

Este estudo foi desenvolvido utilizando-se sete cultivares provenientes da terceira repetição de campo. Foram tomadas 150 sementes e colocadas para germinar, conforme o método já descrito. Depois de aproximadamente 35 horas no germinador, as sementes que estavam em ponto de germinação foram contadas, pesadas e, em seguida, determinou-se sua respiração, através de um Respirômetro Diferencial de Gilson: Foi considerado ponto de germinação o momento em que era possível se ver o início da emissão da radícula. A temperatura no momento do teste era de 29°C. A taxa de respiração foi expressa em  $\mu\text{l}$  de  $\text{CO}_2/\text{min}/100$  sementes.

### Taxa de Embebição

Foram usadas quantidades de semente, variando de 8 a 13 g, dos mesmos cultivares utilizados no teste de respiração. As sementes foram pesadas e, imediatamente, imersas em água para embebição. Depois de 1, 2, 4, 6, 12 e 24 horas foram feitas pesagens das sementes umedecidas. Antes de cada pesagem elas eram cuidadosamente enxutas com papel toalha. O ganho de peso foi expresso em percentagem de umidade.

### Armazenamento na Câmara Fria

As sementes aqui utilizadas pertenciam às terceira e quarta repetições de campo. Foram colhidas em julho de 1978 e armazenadas em câmara fria com aproximadamente 75% de umidade e temperatura de 10°C. Os testes de germinação e de velocidade de germinação foram realizados após 6 a 15 meses de armazenamento com sementes da terceira repetição e após 6, 12 e 15 meses com as da quarta repetição.

### Armazenamento em Condições Controladas

Adotando-se a metodologia utilizada por VILLIERS & EDCUMBE (1975), sementes de cada um dos quatorze cultivares, originados da terceira repetição, foram colocadas em três vidros selados à temperatura de 32°C. Para manter as umidades de 90 e 60%, no interior dos vidros, foram usadas soluções de ácido sulfúrico com densidades de 1,14 e 1,29, respectivamente. Para garantir 30% no terceiro vidro, usou-se cloreto de cálcio anidro. Os testes de germinação e de velocidade de germinação foram efetuados após 15, 30 e 45 dias de armazenamento, utilizando-se 200 sementes.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Germinação e Velocidade de Germinação

Pela observação das médias de germinação dos 14 cultivares (Tabela 2) verifica-se, de imediato, que a germinação variou entre 39,6 e 86,8%. Os cultivares EA-145, EA-201, EA-040 e EA-091, apresentaram a mais alta percentagem de germinação enquanto que, contrariamente, apresentaram mais baixa germinação os cultivares EA-180, EA-086, EA-121 e EA-171. Foi encontrada, ainda, uma acentuada variação de germinação não só entre os cultivares, mas também entre as 4 repetições produzidas em um mesmo campo. A germinação nas terceira e quarta repetições foi superior, indicando que existiu provavelmente variação na fertilidade do solo e na disponibilidade de água, dentre outros fatores. Esta variação mostra também que a característica de germinação pode ser afetada pelas condições ambientais no campo. Segundo BROWN *et alii* (1948), a exposição de sementes de sorgo às condições ambientais no campo, depois da maturação, reduziu acentuadamente a germinação, particularmente, em se tratando de cultivares com sementes moles e glumelas curtas. Para SRIVASTAVA & PINNELL (1963), o ambiente sob o qual a semente de sorgo era produzida e processada teve maior influência sobre a germinação que o próprio genótipo do cultivar. Uma expressiva variação de germinação entre cultivares de sorgo foi descrita por ALVIN (1975).

Variação semelhante à germinação também foi verificada quando se determinaram os índices médios da velocidade de germinação (Tabela 2). Enquanto a maior velocidade de germinação era apresentada pelos cultivares EA-145, EA-201, EA-091, EA-2158 e EA-206, apresentaram menor velocidade os cultivares EA-086, EA-180, EA-121 e EA-171. O que se pôde ainda constatar foi a correlação altamente positiva e significativa ( $r = 0,94$ ) entre a germinação e a velocidade de germinação. Cultivares de menor germinação tenderam apresentar mais baixa velocidade e, contrariamente, cultivares com alta germinação, maior velocidade de germinação.

TABELA 2. Germinação e Velocidade de Germinação de 14 Cultivares de Sorgo Granífero - *Sorghum bicolor* (L.) Moench, Produzidos em Quatro Repetições de Campo. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978.

Cultivar	Germinação (%) de Sementes de 4 Repetições de Campo				Velocidade de Germinação (Índice)				Germinação Média (%)	Velocidade de Germinação (Índice) +
	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV	Rep. I	Rep. II	Rep. III	Rep. IV		
EA-180	14,0	36,5	52,5	55,3	35	98	147	143	39,6	106
EA-086	24,5	-	56,0	41,5	62	-	113	111	40,7	103
EA-121	47,3	50,8	66,0	69,5	110	132	185	189	58,4	154
EA-171	44,8	69,5	67,3	62,3	92	143	175	140	58,7	138
EA-955	61,0	18,5	86,5	88,0	155	55	253	245	63,5	177
EA-003	55,0	75,0	67,5	80,3	138	205	184	234	69,5	190
EA-007	61,8	87,5	57,5	82,0	150	218	126	226	72,2	180
EA-2158	67,8	64,3	76,5	80,8	191	177	211	212	72,4	198
EA-2160	73,8	63,8	81,8	73,0	191	153	214	161	73,1	180
EA-206	58,0	74,5	85,5	84,8	149	204	243	239	75,7	209
EA-040	81,3	61,8	81,0	88,0	201	151	189	233	78,0	194
EA-091	80,3	75,5	79,0	82,0	208	208	198	224	79,2	210
EA-201	85,5	74,5	89,3	81,5	211	184	245	209	82,7	212
EA-145	80,0	89,0	91,0	87,0	222	255	270	236	86,8	246

+ "r" entre a germinação e índice de velocidade de germinação

0,94

Coincidentemente, os cultivares EA-145 e EA-201, que apresentaram maior percentagem de germinação, foram os menos atacados por fungos, por ocasião dos testes em laboratório, enquanto que para os cultivares EA-086, EA-180, EA-121 e EA-171, com mais baixa germinação, houve maior proliferação de citados organismos. Esta observação evidencia a necessidade do tratamento prévio das sementes de alguns cultivares antes do plantio. Conclusões semelhantes foram relatadas por LARSEN & ISELY (1967) quando em seu trabalho com sementes de alfafa recomendaram o tratamento das sementes com fungicida que as protegeria entre o plantio e a emergência.

#### Vigor com Teste de Envelhecimento Induzido e sua Relação com a Germinação

O vigor e a capacidade de armazenamento da semente são qualidades por demais importantes. É de se esperar que uma alta percentagem de germinação apresentada por um lote de semente não signifique necessariamente que a semente possui sua alta capacidade de armazenamento ou que ela poderá apresentar um "stand" satisfatório sob condições menos favoráveis. Daí a necessidade de se usar um teste capaz de possibilitar a predição de atributos tão importantes. Surgiram, então, diversos testes e métodos procurando avaliar o vigor e o potencial de armazenamento da semente. Dos seus estudos sobre testes e métodos para avaliação do vigor e capacidade de armazenamento das sementes DELOUCHE *et alii* (1967) concluíram que o sucesso de um teste depende de sua simplicidade e facilidade de aplicação generalizada às diversas culturas e da produção de informações consistentes.

Em um teste de envelhecimento induzido o processo de deterioração desenvolve-se com base em níveis adversos de fatores que possam influir na taxa de deterioração - temperatura e umidade, permitindo que em um curto espaço de tempo se possa obter uma resposta da provável longevidade do produto, sob condições normais.

Dentro da mesma filosofia e com a mesma finalidade foi desenvolvido este teste cujos resultados são apresentados na Tabela 3. Como se pode observar, os dados percentuais médios de vigor obtidos através do teste de envelhecimento induzido variaram para os 14 cultivares de sorgo, de 8,5 a 57,0. Foi observado também que o cultivar EA-145 se destacou dentre os demais, com um elevado percentual de vigor (57,0), seguido dos cultivares EA-206, EA-201, EA-040 e EA-091, com menores percentuais. Por outro lado, EA-121, EA-180, EA-171 e EA-086 foram inferiores aos demais. Verificou-se ainda, a existência de uma correlação altamente positiva entre a germinação e o vigor ( $r = 0,70$ ). Isto significa que o simples teste de germinação dá uma idéia bastante evidente do vigor da semente.

Em trabalhos desenvolvidos com sementes de sorgo, ALVIN (1975) concluiu que cada lote de semente fortemente afetado pelo envelhecimento induzido, tinha baixo vigor e, por conseguinte, não mantinha a viabilidade. LAUDE & COBB (1969) usaram este teste para avaliar o vigor das plântulas. Todavia o vigor poderia ser bastante influenciado pelas condições ambientais.

#### Relação entre Germinação, Vigor e Parâmetros de Produção

O propósito básico de um teste de germinação em condições ótimas de laboratório é determinar o potencial máximo de germinação de um lote de sementes. Contudo, há necessidade de um teste de vigor para mostrar o comportamento da semente no campo. Dentre os resultados apresentados destacou-se a existência de correlação positiva e altamente significativa ( $r = 0,70$ ) entre germinação e vigor (Tabela 3). Para ABDULLAHI & VANDERLIP (1972), nenhum teste de vigor correlacionou consistentemente melhor com a performance no campo que o teste padrão de germinação. Já nos estudos de MARANVILLE & CLEGG (1977), esta mesma correlação foi fraca.

O peso de 100 sementes variou de 1,54 a 3,64 g (Tabela 3) e sua correlação com a germinação foi significativa ao nível de 5% ( $r=0,54$ ). Os cultivares EA-086,



TABELA 3. Germinação, Vigor, Parâmetros de Produção e Outras Características da Planta de Sorgo Granífero - *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978<sup>+</sup>.

Cultivar	Germinação (%)	Vigor <sup>++</sup> (%)	Peso de 100 Sementes (g)	Produção de Grãos (t/ha)	Teor de Tanino (mg/100g)	Teor de óleo (%)	Peso de 10 Panículas (g)	Peso dos Grãos das 10 Panículas (g)	Peso Total das Panículas (g)	Altura das Plantas (cm)	Massa Verde (t/ha)
EA-180	39,6	14,2	2,14	1,187	500	7,0	137	92	753	93	18
EA-086	40,7	19,6	1,54	1,665	500	5,5	108	58	717	110	13
EA-121	58,4	8,5	2,77	1,844	864	6,2	213	152	695	118	16
EA-171	58,7	14,5	3,12	1,720	427	6,5	145	98	858	158	7
EA-955	63,5	27,5	2,82	2,729	936	9,0	188	118	1623	183	20
EA-003	69,5	22,0	2,46	3,485	464	6,5	215	163	1630	190	18
Ea-007	72,2	26,0	3,64	3,840	1600	7,0	175	138	1805	213	12
EA-2158	72,4	27,7	2,44	3,534	1073	5,0	202	152	1722	143	17
EA-2160	73,1	20,7	3,03	5,876	1682	4,0	337	275	2657	307	17
EA-206	75,7	30,7	2,78	3,609	1164	7,5	250	198	1788	172	15
EA-040	78,0	29,5	3,53	3,156	1564	6,0	200	153	1500	213	15
EA-091	79,2	29,0	2,16	1,200	1564	6,5	110	85	662	123	22
EA-201	82,7	30,0	2,82	4,666	1682	7,5	212	160	2228	195	16
EA-145	86,8	57,0	3,05	2,578	873	2,5	275	190	1240	218	26

"r" correlacionado à germinação 0,70\*    0,54\*    0,54\*    0,69\*    - 0,24    0,52    0,59\*    0,55\*    0,61\*    0,38

+ Dados médios obtidos de quatro repetições de campo.

++ Dados obtidos pelo teste de envelhecimento induzido.

EA-180 e EA-091 apresentaram os mais baixos pesos/100 sementes, entretanto, enquanto os dois primeiros cultivares apresentaram um baixo vigor e baixa germinação o último cultivar mostrou comparativamente um alto vigor e boa germinação. Todavia a análise do coeficiente de correlação dá idéia de que, de modo geral, as sementes mais pesadas mostraram uma melhor qualidade para o plantio. ALVIN (1975) achou uma afinidade bem consistente entre a gravidade específica da semente de sorgo e a viabilidade. Já MARANVILLE & CLEGG (1977) concluíram que maiores sementes de sorgo davam mais alta germinação, não implicando, todavia, no estabelecimento, "stand" final ou produção da cultura no campo.

A produção de grãos que variou de 1,187 a 5,876 t/ha (Tabela 3) apresentou boa correlação ( $r = 0,54$ ) com a germinação da semente, indicando que alguns cultivares de boa germinação darão possivelmente melhor produção. Uma correlação positiva entre o vigor da semente e a produção foi encontrada por RAJANA & CRUZ (1975) em culturas de sorgo, milho e soja. Seria importante que mais estudos sobre estas correlações fossem efetuados.

O teor de tanino para os quatorze cultivares variou entre 427 e 1.682mg/100 g de semente (Tabela 3). Como se pode constatar, o teor de tanino foi altamente correlacionado com a germinação ( $r = 0,69$ ). Entretanto, segundo SCHAFFERT *et alii* (1974), alto teor de tanino não é característica desejável como qualidade alimentícia, muito embora contribua essencialmente para a resistência da cultura às doenças e seja responsável pela inibição da germinação e deterioração das sementes na fase de pré-colheita. O teor de óleo variou de 2,5 a 9,0%. Não houve correlação entre o teor de óleo e a germinação. Com exceção do cultivar EA-145 que apresentou o menor teor de óleo (2,5%) todos os demais apresentaram um teor relativamente alto. Comparativamente, o cultivar EA-145, de menor teor de óleo, foi o que demonstrou maior vigor pelo teste de envelhecimento induzido, certamente por apresentar, dentre outros fatores, uma menor possibilidade de rancificação da semente. Todos os outros cultivares que, logicamente, apresentaram maior teor de óleo, também apresentaram menor vigor.

Houve uma correlação significativa ( $r = 0,55$ ) entre o peso total das panículas e a germinação de suas sementes (Tabela 3). O peso total das panículas variou de 662 a 2.657 g por parcela. Com a retirada de uma amostra representativa de 10 panículas constatou-se que o peso variou entre 58 e 275 g e o coefici

ente de correlação entre o peso dos grãos das dez panículas e sua germinação foi de 0,59. EVANS (1977) também estudou as correlações entre produção total de sementes e produtividade e número de panículas como componentes de produção em "Kentucky bluegrass". A altura das plantas variou entre 93 e 307 cm e mostrou uma correlação relativamente alta ( $r = 0,61$ ) com a germinação. É sabido, entretanto, que em se tratando de plantas graníferas esta característica não seria desejável. RAJANA & CRUZ (1975) também encontraram uma correlação do tipo linear positiva entre o vigor das sementes e parâmetros de crescimento como a altura das plantas, área foliar e velocidade de crescimento em sorgo, milho e soja. Neste estudo, foi baixa a correlação ( $r = 0,38$ ) entre a produção de massa verde e a germinação das sementes.

Admite-se que possa existir uma estrutura de planta que permita a alta qualidade e produtividade de sementes. Então, fatores como altura, número e peso de panículas e área foliar servem como indicadores da qualidade e produção de sementes. Com mais estudos neste sentido seria possível fixar componentes desta natureza para aqueles cultivares melhores adaptados à região. Esta informação poderá ser também útil aos inspetores de campos de sementes básicas que necessitam predizer a qualidade da semente antes mesmo da colheita.

#### Teste de Tetrazólio

O teste de tetrazólio proporcionou valores de viabilidade mais elevados que o teste padrão de germinação (Tabela 4). A razão disto foi provavelmente a falta de uma melhor interpretação da coloração dos embriões das sementes. Segundo MOORE (1964), a falta de maior experiência com o teste de tetrazólio pode ser refletida de modo negativo na germinação. Este teste também não fez diferença entre cultivares de alta ou baixa germinação. Vários autores como CINKI & CHING (1965) e SINGHI & MEHDI (1966) encontraram boa correlação entre a viabilidade determinada pelo teste padrão de germinação e o teste de tetrazólio. Com uma melhor praticabilidade deste teste seria possível a obtenção de informações sobre dormência, injúrias mecânicas e outras características que complementaríamos o teste de germinação.

TABELA 4. Determinação da Viabilidade de 14 Cultivares de Sorgo Granífero - Sorghum bicolor (L.) Moench, pelos Testes Padrão de Germinação e de Sal Tetrazólio. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978 <sup>+</sup>

Cultivar	Viabilidade (%)	
	Teste de Germinação <sup>++</sup>	Teste de Tetrazólio
EA-180	50,5	80,0
EA-086	59,0	84,0
EA-121	76,0	88,0
EA-171	66,0	94,0
EA-955	89,5	84,0
EA-003	73,0	76,0
EA-007	87,0	92,0
EA-2158	85,0	76,0
EA-2160	77,0	90,0
EA-206	88,0	92,0
EA-040	84,0	96,0
EA-091	86,0	88,0
EA-201	87,5	82,0
EA-145	94,0	90,0

+ Sementes de cultivares da terceira repetição de campo.

++ Data do teste: outubro/78 (Tabela 5).

### Taxa de Respiração

O metabolismo respiratório é usado como um indicador da qualidade germinativa da semente. Segundo THRONEBERRY & SMITH (1955) a germinação, como qualquer outro processo de crescimento, está sujeita ao metabolismo respiratório. Foi partindo desta afirmativa que se iniciou este teste para determinação da taxa de respiração. Para tanto, foram tomados sete cultivares (Tabela 5), para os quais a germinação variou de 50,5 a 88,0%. Determinou-se o peso das sementes no ponto de germinação. Aquelas com maior ou menor peso inicial tenderam manter a característica durante a embebição.

O  $\text{CO}_2$  produzido durante a respiração dos sete cultivares variou entre 167,64 e 213,63  $\mu\text{l}/\text{min}/100$  sementes (Tabela 5). Foi constatado ainda, que os cultivares com mais alta percentagem de germinação (EA-206, EA-007 e EA-201) com exceção do EA-040, comparativamente apresentaram mais baixa respiração. Normalmente, isto não deveria ter ocorrido pois segundo WOODSTOCK & GRABE (1967), quando correlacionaram a respiração da semente durante a embebição e o crescimento da plântula de milho, encontraram resposta significativa entre a respiração das sementes durante as primeiras 30 horas e o crescimento da plântula 3 a 5 dias após o plantio. Também para POPINIGIS (1977), a respiração da semente nas primeiras horas de germinação, foi correlacionada com o crescimento inicial das plântulas. KITTOCK & LAW (1968) encontraram uma correlação positiva entre a emergência das plântulas em casa de vegetação e a taxa de respiração determinada pelo respirômetro de Warburg. O cultivar EA-180 que foi o de mais baixa germinação (50,5%) apresentou no entanto, maior respiração, o que foi justificado provavelmente, pela maior susceptibilidade das sementes deste cultivar a fungos. Neste estudo, a correlação entre a germinação e a taxa de respiração foi negativa ( $r = -0,30$ ). A literatura mostrou a existência de contradições quanto a este tipo de correlação. Outros estudos poderão esclarecer quais cultivares de sorgo terão correlações positivas ou negativas entre a capacidade de germinação e seu metabolismo respiratório.

TABELA 5. Taxa de Respiração de Semente de Sorgo Granífero - *Sorghum bicolor*(L.) Moench Determinada Através de um Respirômetro Diferencial de Gilson. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978 <sup>+</sup>

Cultivar	Germinação (outubro) (%)	Peso/Semente em Ponto de Germinação(g)	$\mu$ l de CO <sub>2</sub> /min/100 Sementes a 273 <sup>o</sup> K e 760 mm de H <sub>g</sub>
EA-180	50,5	0,038	213,63
EA-086	59,0	0,026	171,94
EA-003	73,0	0,037	183,71
EA-040	84,0	0,050	207,27
EA-007	87,0	0,050	197,64
EA-201	87,5	0,044	167,64
EA-206	88,0	0,039	174,51

"r" correlacionado à germinação  
ao nível de 5%: 0,5324

- 0,30

+ Sementes de cultivares da terceira repetição de campo.

### Taxa de Embebição

A taxa de embebição de água foi determinada durante 24 horas para os mesmos sete cultivares de sorgo utilizados para a taxa de respiração (Tabela 5). Para este teste dois cultivares (EA-086 e EA-180) apresentavam baixa germinação, um (EA-003) era de germinação média e quatro outros (EA-040, EA-007, EA-201 e EA-206) tinham comparativamente, alta percentagem de germinação. Os cultivares EA-180 e EA-086 apresentaram as mais baixas taxas de embebição, enquanto que EA-003 e EA-206 foram os de mais alta embebição (Figura 1). Os cultivares EA-7 e EA-40 foram considerados de embebição intermediária. Como se pode observar, os cultivares com alta embebição tiveram também elevada germinação e vice-versa. Certamente que a melhor performance de germinação de alguns cultivares, caracterizados por taxas de embebição mais altas, deveu-se a maior permeabilidade do tegumento e, provavelmente, início mais cedo das atividades hidrolíticas nas sementes em germinação. O cultivar EA-201 teve um comportamento muito diferente. Sua taxa de embebição que foi muito lenta nas primeiras quatro horas, passou daí para frente, a ser bastante acelerada. Estes estudos foram realizados à temperatura ambiente do laboratório, em torno de 28°C.

Segundo BROWN & WORLEY (1912), citados por BURCH & DELOUCHE (1959), em trabalho com semente de cevada observaram que a taxa de absorção de água foi função da temperatura. Entretanto, em trabalhos posteriores SHULL (1920) e depois SHULL & SHULL (1924) mostraram que a temperatura não tinha grande importância, conforme BRUWN WORLEY (1912), citados por BURCH & DELOUCHE (1959). Em razão disso, eles concluíram que a absorção de umidade envolvia trocas físicas e químicas e variava com as espécies. Assim, com o intuito de obter uma definição sobre tal assunto BURCH & DELOUCHE (1959) estudaram as taxas de absorção de água em sementes de algodão, soja, mamona e aveia e, concluíram, que a taxa de absorção de água pelas sementes aumentava mais rapidamente quanto mais elevada fosse a temperatura e, que o conteúdo de água requerido para a germinação variava de espécie para espécie.

As baixas taxas de embebição apresentadas pelos cultivares EA-180 e EA-086 (Figura 1) correlacionadas às suas baixas percentagens de germinação e

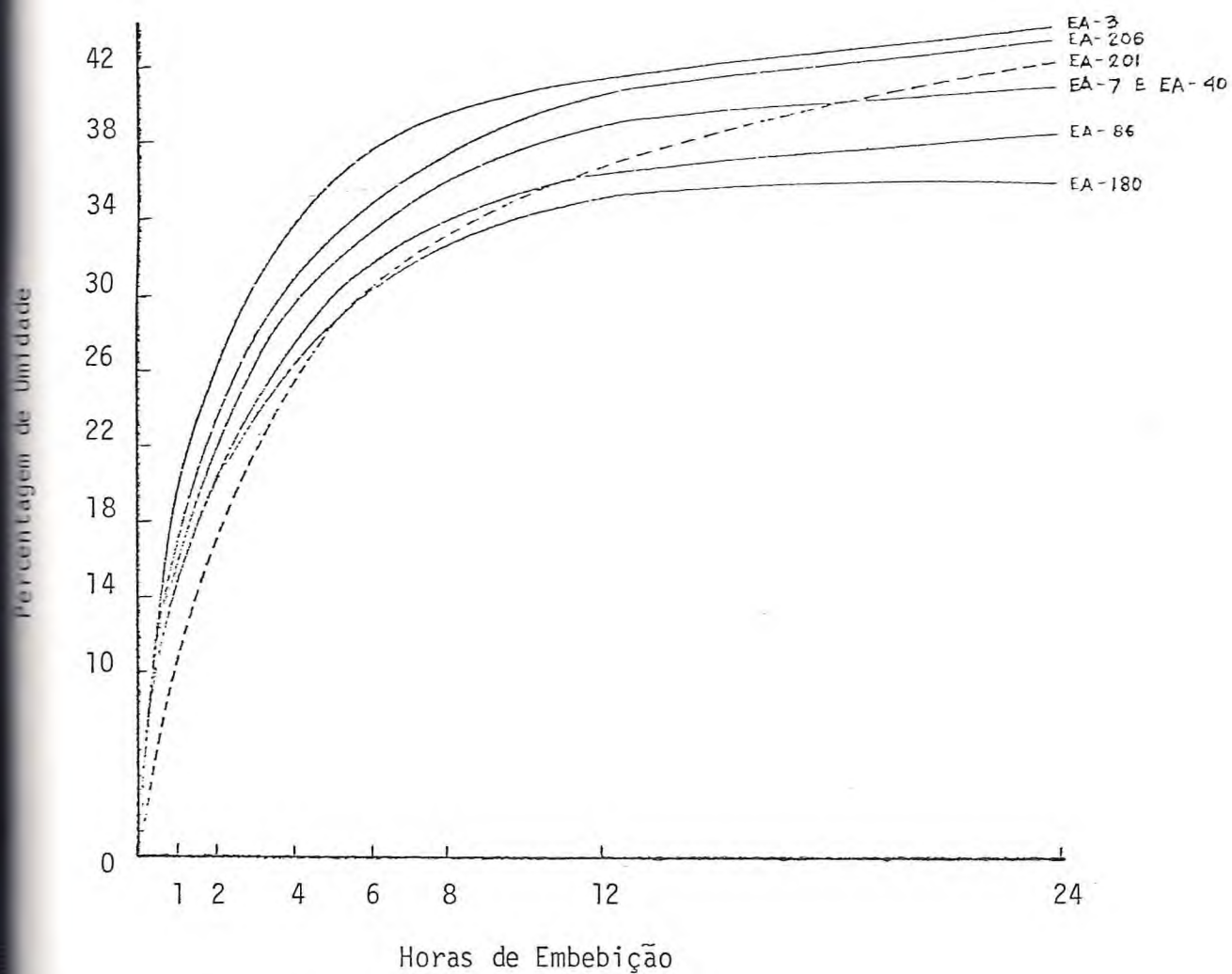


FIGURA 1. Taxa de Embebição de Água em Sementes de Sorgo Granífero - *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978.



vigor poderão levar à suposição da existência de provável efeito de dormência. Tal situação seria devido não apenas a fatores genéticos, mas também às condições de campo, especialmente o microambiente durante o período da pré-colheita, modificando a estrutura da casca da semente. Segundo GRITTON & ATKINS (1963) a dormência na semente de sorgo por eles encontrada deveu-se ao embrião ou restrições do tegumento quanto à permeabilidade.

Todavia para se ter uma conclusão definitiva sobre a existência ou não de uma possível dormência há necessidade de estudos mais demorados.

#### Armazenamento na Câmara Fria

É por demais conhecido que fatores como a umidade e a temperatura são básicos para a manutenção da germinação e do vigor das sementes quando armazenadas. Segundo DELOUCHE (1973), o conteúdo de umidade da semente, que é função da umidade relativa do ar, foi considerado ao lado da temperatura o mais importante fator no armazenamento. Foi daí que surgiu a idéia de se verificar qual seria o comportamento dos 14 cultivares de sorgo granífero quando armazenados em câmara fria, com aproximadamente 75% de umidade e temperatura em torno de 10°C.

As percentagens de germinação bem como suas velocidades de germinação foram determinadas em datas distintas para sementes provenientes das terceira e quarta repetições de campo. Como pode ser observado na Tabela 6, a percentagem de germinação inicial, para as sementes provenientes da terceira repetição, variou de 52,5 a 91,0%, enquanto que para a quarta repetição se verificou uma variação compreendida entre 41,5 e 88,0%. As variações de germinação entre os cultivares são devido a influências ambientais no próprio campo ou mesmo no armazenamento e, ainda, dentre outros fatores, à estrutura do tegumento. Pode ser observado ainda que muito embora cultivares como EA-145, EA-201, EA-206 e EA-955 mantivessem sua germinação, praticamente durante todo o armazenamento, apresentaram uma perda de vigor, todavia, pouco acentuada, caracterizada pela redução de sua velocidade de germinação, indicando, de certo modo, que houve prejuízo da qualidade das sementes. Os cultivares EA-003, EA-007 e EA-040, não só mantiveram sua germinação até o final do armazenamento como também sua velocidade de

TABELA 6. Efeitos do Armazenamento em Câmara Fria (75% de Umidade e 10°C) Durante 15 Meses Sobre a Germinação e a Velocidade de Germinação de Sementes de Sorgo Granífero - *Sorghum bicolor* (L.) Moench. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978<sup>+</sup>.

Cultivar	Germinação (%)					Velocidade de Germinação (Índice)				
	Janeiro		Julho	Outubro		Janeiro		Julho	Outubro	
	Rep. III	Rep. IV	Rep. IV	Rep. III	Rep. IV	Rep. III	Rep. IV	Rep. IV	Rep. III	Rep. IV
EA-180	52,5	55,3	48,0	50,5	58,0	146	143	91	125	138
EA-086	56,0	41,5	32,0	59,0	36,0	137	111	69	154	87
EA-121	66,0	69,5	53,5	76,0	67,0	185	189	128	183	157
EA-171	67,2	62,3	45,0	66,0	63,0	175	140	77	134	129
EA-955	86,5	88,0	91,0	89,5	88,5	253	245	211	208	204
EA-003	67,5	80,0	86,5	73,0	87,5	184	234	213	195	246
EA-007	57,5	82,0	89,5	87,0	87,5	126	226	206	205	222
EA-2158	76,5	80,8	82,0	85,0	82,5	211	212	170	203	183
EA-2160	81,8	73,0	59,0	77,0	75,5	214	161	96	156	154
EA-206	85,5	84,8	83,0	88,0	76,5	243	239	190	220	185
EA-040	81,0	88,0	87,0	84,0	89,5	189	233	200	203	226
EA-091	79,0	82,0	83,0	86,0	80,5	198	224	185	224	206
EA-201	89,3	81,5	76,0	87,5	88,0	245	209	151	195	204
EA-145	91,0	87,0	86,0	94,0	90,5	269	236	219	240	227

+ Sementes de cultivares provenientes das terceira e quarta repetições de campo.

germinação, garantindo a manutenção do seu vigor e, logicamente, sua qualidade.

Sementes de vários cultivares (Tabela 6) tiveram sua germinação reduzida no período de janeiro a julho, tendo ocorrido uma recuperação desta perda durante os quatro meses seguintes do armazenamento. Este fenômeno poderia ser explicado como consequência de uma possível dormência secundária, contrariando todavia, a GRITTON & ATKINS (1963) os quais afirmaram que a dormência em semente de sorgo não persistia além de 90 dias após sua colheita. As conclusões deste trabalho são muito importantes, todavia mais estudos deverão ser desenvolvidos para confirmar a manutenção da qualidade e ocorrência de dormência nestes cultivares.

#### Armazenamento em Condições Controladas

Sementes de 14 cultivares de sorgo foram armazenadas sob temperatura constante de 32°C e umidades relativas de 90, 60 e 30%, durante um período de 45 dias. O armazenamento em 90% de umidade (Tabela 7) foi equivalente ao envelhecimento induzido. Uma comparação entre a germinação das sementes armazenadas na câmara fria e os resultados deste teste mostram o quanto foi prejudicial este tipo de armazenamento. O vigor foi diminuído, conforme a queda brusca da velocidade de germinação. WELCH & DELOUCHE (1968) também obtiveram perdas da germinação de sementes de sorgo quando armazenadas em condições acima de 80% de umidade relativa e às temperaturas de 10, 20 e 30°C, durante 12 meses. Eles concluíram que, para armazenamentos mais prolongados, o ideal seria que a soma da temperatura, em °F, mais a umidade fosse igual a 100.

Neste estudo, os cultivares EA-206 e EA-091 foram bastante resistentes a este tipo de armazenamento e, de modo geral, foram mais susceptíveis a aqueles cultivares que de início apresentaram menor percentual de germinação (EA-086, EA-180, EA-121 e EA-171). Embora se saiba que o teste de envelhecimento induzido tenha sido utilizado para prever a capacidade de armazenamento, certamente que os resultados ora discutidos poderiam mostrar mais claramente os efeitos da qualidade do armazenamento.

TABELA 7. Armazenamento de Semente de Sorgo Granífero - *Sorghum bicolor* (L.) Moench, Proveniente da Terceira Repetição de Campo, em 90% de Umidade e 32°C. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978.

Cultivar	Germinação (%)			Velocidade de Germinação (Índice)		
	15 dias	30 dias	45 dias	15 dias	30 dias	45 dias
EA-180	16,0	6,5	5,0	32	13	6
EA-086	14,5	7,0	5,5	29	12	8
EA-121	24,0	5,5	0,0	56	10	0
EA-171	13,6	0,5	0,0	25	1	0
EA-955	49,5	39,7	36,5	108	76	52
EA-003	54,0	30,0	31,0	108	54	43
EA-007	43,1	35,4	27,6	93	68	48
EA-2158	54,5	36,5	32,0	119	71	58
EA-2160	39,0	21,0	19,0	81	38	27
EA-206	60,0	43,0	44,0	143	83	78
EA-040	44,2	39,3	24,2	97	74	43
EA-091	45,5	35,5	43,0	95	64	73
EA-201	52,0	38,5	35,0	105	75	56
EA-145	55,8	26,1	8,5	127	48	12

Sob condições de 60% de umidade (Tabela 8) o comportamento dos 14 cultivares foi muito melhor do que em 90%. Entretanto, foi observado que os cultivares com baixa germinação inicial, ainda, continuaram com acentuada perda de vigor. Examinando-se o índice de velocidade de germinação pode-se concluir que houve uma perda generalizada para todos os cultivares, mais evidente para uns, menos para outros. Os cultivares EA-003, EA-040 e EA-091 foram os de melhor comportamento, pois mantiveram, praticamente, tanto seu poder germinativo como o vigor até o final do teste. O cultivar EA-955, que inicialmente houvera apresentado uma boa germinação, perdeu muito em vigor ao final dos 45 dias, como se pode ver pela queda de velocidade de germinação. Os outros cultivares, embora apresentassem uma média germinação, também perderam muito vigor. WELCH & DELOUCHE (1968) estudaram a germinação do sorgo após vários períodos de armazenamento em diferentes temperaturas e umidades relativas. Citados autores concluíram que em umidades de 20, 40 e 60% e, temperaturas de 10, 20 e 30°C para cada nível de umidade descrito, as percentagens de germinação praticamente não se alteraram até 12 meses de armazenamento. De princípio, com base nos resultados discutidos, o armazenamento sob 60% de umidade e a 32°C poderia vir a ser uma situação desejável, embora que por períodos curtos, pois, para tempo mais prolongado, consideráveis danos, seriam esperados até mesmo para amostras de sementes mais vigorosas. A análise mais detalhada destes resultados (Tabela 8) evidencia a possível existência de dormência para alguns dos cultivares em estudo. Eles perdem a germinação dos 15 para 30 dias e depois a recuperam.

Esperava-se que sob condições de 30% de umidade fossem obtidos melhores resultados. Entretanto não são a germinação, mas sobretudo o vigor foram consideravelmente baixos (Tabela 9). Os cultivares EA-2158, EA-2160, EA-201 e EA-145 não só apresentaram acentuada redução da germinação como tiveram grandemente diminuída sua velocidade de germinação. O levantamento da literatura não mostrou nenhuma redução do poder germinativo da semente de sorgo nas condições de baixa umidade. A explicação para esta situação seria que as sementes estariam entrando em dormência. Usando sementes dos mesmos cultivares, AKIL & ARAÚJO (1979) evidenciaram também a existência de dormência secundária com tratamentos de baixa umidade. Assim sendo este tipo de armazenamento poderia ser aconselhado para longos períodos de estocagem sem nenhum perigo de deterioração. NAKAMURA

TABELA 8. Armazenamento de Semente de Sorgo Granífero - *Sorghum bicolor* (L.) Moench, Proveniente da Terceira Repetição de Campo, em 60% de Umidade e 32°C. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978.

Cultivar	Germinação (%)			Velocidade de Germinação (Índice)		
	15 dias	30 dias	45 dias	15 dias	30 dias	45 dias
EA-180	43,7	38,0	38,0	83	73	63
EA-086	32,5	16,5	20,0	63	29	34
EA-121	61,8	49,7	46,0	136	93	76
EA-171	44,5	36,5	44,6	86	58	70
EA-955	87,5	76,0	72,0	205	157	157
EA-003	74,0	67,5	75,5	155	130	146
EA-007	86,9	70,5	77,3	177	137	151
EA-2158	88,0	71,1	69,0	199	138	136
EA-2160	63,5	38,5	51,5	135	70	81
EA-206	78,0	71,0	70,0	178	144	142
EA-040	89,3	77,4	81,5	191	149	164
EA-091	77,9	68,0	81,0	163	134	159
EA-201	78,8	62,0	59,5	161	114	105
EA-145	86,5	67,5	64,0	185	129	115

TABELA 9. Armazenamento de Semente de Sorgo Granífero - Sorghum bicolor (L.) Moench, Proveniente da Terceira Repetição de Campo, em 30% de Umidade e 32°C. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1978.

Cultivar	Germinação (%)			Velocidade de Germinação (Índice)		
	15 dias	30 dias	45 dias	15 dias	30 dias	45 dias
EA-180	33,0	23,5	32,0	64	30	36
EA-086	24,5	23,0	30,5	47	41	37
EA-121	55,8	44,0	52,0	123	66	76
EA-171	28,8	27,0	29,0	52	29	34
EA-955	77,0	73,0	67,0	197	132	119
EA-003	76,5	69,0	73,5	159	133	138
EA-007	73,0	85,5	64,2	144	148	103
EA-2158	83,3	75,5	60,5	191	170	99
EA-2160	48,2	28,5	24,5	102	36	35
EA-206	76,5	67,5	65,0	181	117	100
EA-040	73,5	70,4	75,4	154	127	119
EA-091	75,0	80,5	75,5	151	123	110
EA-201	60,0	40,5	39,5	131	65	50
EA-145	84,5	63,0	58,5	199	11	98

(1975) concluiu de suas pesquisas que o armazenamento de sementes de vegetais, legumes, gramíneas e flores, em condições de 25 a 30% de umidade proporcionaria um mínimo de deterioração. Enquanto isso, VILLIERS & EDGUMBE (1975) observaram prejuízo da viabilidade em sementes de alface armazenadas à baixa umidade, provavelmente devido aos danos às macromoléculas, não permitindo os sistemas operarem em tecidos com baixo teor de água.

Concluindo estes estudos pode-se afirmar que as sementes conservaram-se bem, durante o período de 15 meses, armazenadas na câmara fria. Muito embora fosse alta a umidade relativa (75%), porém combinada com uma baixa temperatura (10°C), não foi prejudicial. Entretanto o controle da temperatura por parte dos fazendeiros seria difícil. O controle da umidade ou secagem das sementes combinada com a estocagem selada seria muito prático. Estes estudos, embora limitados, demonstraram que sob temperatura de 32°C, a umidade de 90% foi muito alta, mesmo para armazenamento por períodos tão curtos como 15 dias. Em 60% de umidade foram menores os prejuízos da germinação das sementes armazenadas durante os 45 dias. Todavia os danos tenderiam a se agravar com o prolongamento deste período, em virtude do acentuado avanço de deterioração das sementes. Sob condições de 30% de umidade e temperatura relativamente alta (32°C), a perda aparente da germinação foi realmente por causa de uma dormência induzida. Consequentemente, poder-se-ia recomendar aos fazendeiros o armazenamento prolongado das sementes de sorgo sob condições de umidade relativa compreendida entre 30 e 50% e à temperatura ambiente. Estes estudos poderiam ter sido mais conclusivos se o tempo de armazenamento houvesse sido mais prolongado e combinado com mais testes de vigor. Sugere-se, por conseguinte, que mais pesquisas sejam desenvolvidas nesta área.



## RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de sementes do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, Estado do Ceará, Brasil, durante o período janeiro-outubro de 1978.

Sementes de 14 cultivares de sorgo granífero - Sorghum bicolor (L.) Moench, provenientes de um experimento de competição, conduzido no ano agrícola de 1977, na Fazenda Saco Verde, em Irauçuba-Ceará, Brasil, permaneceram armazenadas em câmara fria, sob condições de aproximadamente 75% de umidade e 10°C, durante 15 meses, sendo retiradas à medida que eram realizados os testes. A finalidade deste, foi estudar as correlações entre os diversos parâmetros de produção e a qualidade das sementes, bem como, sua capacidade de armazenamento.

Dos resultados obtidos, foram as seguintes as conclusões:

1. Existiu acentuada variação de germinação (39,6 - 86,8%) não só entre os cultivares mas, dentro de vários deles. Todavia, alguns mantiveram fortemente a característica de germinação.
2. Houve correlação positiva altamente significativa entre a germinação e o vigor, determinado pelo teste de envelhecimento induzido, dando a idéia de que o teste de germinação, por si só, pode evidenciar o vigor da semente.
3. A germinação se correlacionou com o peso da semente, produção de grãos e teor de tanino da semente.
4. Sementes com maior capacidade de embebição tiveram, comparativamente, germinação mais elevada e vice-versa. Isto foi devido, provavelmente, à maior ou menor permeabilidade do tegumento e início, mais cedo ou mais tarde, das atividades hidrolíticas nas sementes em germinação.
5. Os estudos de armazenamento mostraram que as sementes de sorgo mantiveram seu potencial germinativo durante 15 meses, quando armazenadas sob condições de elevada umidade (75%), porém, à baixa tempe

ratura (10°C). Em 90% de umidade e 32°C a deterioração das sementes foi muito alta, logo com 15 dias. À 60% de umidade e 32°C houve uma conservação relativamente boa das sementes durante 45 dias. Sob condições de 30% de umidade e à temperatura de 32°C houve queda brusca de germinação, devido, provavelmente à ocorrência de uma dormência secundária, por sinal, de grande valor, pois, a depender de mais estudos, poderá garantir a conservação do poder germinativo e vigor das sementes por períodos mais prolongados.

Como sugestões são apresentadas as seguintes:

1. Outros trabalhos deverão ser efetuados, procurando estabelecer, para a Região do Nordeste, os efeitos das condições ambientais na qualidade da semente e sua herdabilidade.
2. Mais estudos também deverão ser realizados procurando ver até que ponto os fungos poderão influir sobre a semente armazenada.
3. Desenvolver estudos no sentido de induzir dormência secundária, em sementes de sorgo, utilizando choques de temperatura alta e umidade baixa.
4. Fazer estudos de armazenamento de sementes de sorgo em condições controladas por períodos de tempo mais prolongados.
5. Qualquer trabalho envolvendo testes de germinação e de vigor deverá ser iniciado tão logo tenha sido efetuada a colheita.

## LITERATURA CITADA

- ABDUL-BAKI, A.A. Relationship of glucose metabolism to germinability and vigor in barley and wheat seeds. Crop. Sci., 9 : 732-6, Nov.-Dec., 1969.
- ABDULLAHI; A. & VANDERLIP, R.L. Relationship of vigor tests and seed source and size to sorghum seedling establishment. Agron.J., 64 (2) : 143-3, 1972.
- AKIL, B.A. & ARAÚJO, F.A.X. Seed deterioration during storage and induction of secondary dormancy in grain sorghum. Cienc.Agron. 9 : 1979.(Em Publicação)
- ALVIN, A.L. Relation of seed size and specific gravity to germination and emergence in sorghum (Sorghum bicolor L.) Mississippi State University, 1975. p.22-6. (Tese Mestrado).
- ASSOCIATION OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 12.ed. Washington, 1975. p. 185, 554.
- BASS, L.N. et alii. Vacuum and inert-gas storage of crimson clover and sorghum seeds. Crop. Sci., 3 : 425-8, 1963.
- BOCKHOLT, A.J. et alii. Effects of various storage conditions on longevity of cotton corn, and sorghum seeds. Crop. Sci., 9 (2) : 151-3, 1969.
- BROWN, E. et alii. Dormancy and the effect of storage on oats, barley, and sorghum. Washington, D.C., Department of Agriculture, 1948. 30 p. (Technical Bulletin, 953).
- BURCH, T.A. & DELOUCHE, J.C. Absorption of water by seeds. Fortyninth Annual Meeting Mississippi. 49 : 142-50, 1959.
- CASEY, J.E. Apparent dormancy in sorghum seed. Assoc. Offic. Seed Analysts News Letter, 21 (2) : 34-6, 1947.
- CINKI, S. & CHING, T.M. Correlation of the tetrazolium test with germination tests of wheat stored under different conditions. Agron. J., 57 : 287-8, 1965.
- COTTREL, H.J. Tetrazolium salt as a seed germination indicator. The Annals of Applied Biology, 35 (1) : 123-31, 1948.

DELOUCHE, J.C. et alii. Predicting the relative storability of crop seed lots. Mississippi, Seed Tecnology Laboratory, 1967. 26 p.

\_\_\_\_\_. Influence of moisture and temperature levels on the germination of corn, soybeans and watermelons. In: ANNUAL MEETING OF THE ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS, 43., s.l., 1953. Proceedings... p. 117-26.

\_\_\_\_\_. Precepts of seed storage. Mississippi, State University, 1973. p. 97-122.

\_\_\_\_\_. O teste de tetrazólio para viabilidade de semente. Brasília, Ministério da Agricultura. AGIPLAN, 1976. p.11-60.

EDJE, O.T. & BURRIS, J.S. Effects of soybean seed vigor on field performance. Agron. J., 63 (4) : 536-8. Jul.-Aug., 1971.

EVANS, D.W. et alii. Sorghum seed germination as affected by moisture and temperature. Transaction Kansas Academy of Science, 64 : 210-7, 1961.

\_\_\_\_\_. Influence of stand thinnings on seed production of "Cougar" Kentucky bluegrass. Agron.Abstr., : 107, Nov., 1977.

\_\_\_\_\_. & STICKLER, F.C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stresses. Agron. J., 53 : 369-72, 1961.

GOODSELL, S.F. Germination of dormant sorghum seed. Agron.J., 49: 387-9, 1957.

GRITTON, E.T. & ATKINS, R.E. Germination of sorghum seed as affected by dormancy. Agron. J., 55 : 169-74, 1963.

HARRINGTON, J.F. Drying, storing, and packaging seeds to maintain germination and vigor. Davis, University of California, 1959. p. 89-107.

- HARRIS, H.B. & BURNS, R.E. Influence of tannin content on preharvest seed germination in sorghum. Agron. J., 62 : 835-6. Nov.-Dec., 1970.
- HYDE, E.O.C. Methods for determining the viability of various seeds by tetrazolium staining. I Chewing fescue. N.Z. Journal of Science and Technology. 31 (1) : 13-20, 1949.
- JOHNSON, R.R. & WAX, L.M. Relationship of soybean germination and vigor tests to field performance. Agron. J., 70 (2) : 273-8. Mar-Apr., 1978.
- KITTOCK, D.L. & LAW, A.G. Relationship of seedling vigor to respiration and tetrazolium chloride reduction by germinating wheat seeds. Agron. J., 60 : 286-8. May.-Jun., 1968.
- KRIEG, D.R. & BARTEE, S.N. Cottonseed density: associated germination on and seedling emergence properties. Agron. J., 67 : 343-7. May.-Jun., 1975.
- LAKON, G. Die topographische selenmethode, ein neues Verfahren zur Feststellung der Keimfähigkeit der Getreidefruchte ohne Keimversuch. Proc. Int. Seed Test. Assoc. 12 : 1-18, 1940.
- LARSEN, A.L. & ISELY, D. Relationship between germination, vigor, and field emergence in alfalfa seed. Proc. Association of Official Seed Analysts. 57:60-6, 1967.
- LAUDE, H.M. & COBB, R.D. Germination temperature in relation to growth performance evaluation. Proc. Int. Seed. Test. Ass., 34 : 291-5, 1969.
- MARANVILLE, J.W. & CLEGG, M.D. Influence of seed size and density on germination, seedling emergence, and yield of grain sorghum. Agron. J., 69 (2) : 329-30. Mar.-Apr., 1977.
- MARCOS FILHO, J. & PACHECO, C.R.V.M. Influência da qualidade do substrato na germinação de semente de soja (Glycine max (L) Merrill). O Solo, 58 (2) : 42-5, dez., 1976.

- MATTHES, R.K. et alii. Seed conditioning for tropical environments. Mississippi State University, 1969. p. 1-23. (Journal, 1738).
- MOORE, R.P. Seed vigor and corn improvement. Seedsmen's Digest, 15 (12) : 12-6, 1964.
- \_\_\_\_\_. Tetrazolium test for seedling vigor. Crops and soils, 14 (8) : 14. 1962.
- \_\_\_\_\_. Tetrazolium tests for the determination of injury and viability of seed corn. Proc. 13 th ANNUAL HYBRID CORN INDUSTRY RESEARCH CONF., PART. 1: 13-20, 1958.
- NAKAMURA, S. The most appropriate moisture content of seeds for their long life span. Seed Sci. & Technol., 3 : 747-59, 1975.
- NELSON, L.R. et alii. Storage of high moisture grain sorghum (Sorghum bicolor (L) Moench) treated with propionic acid. Agron. J., 65 (3) : 423-5. May-Jun., 1973.
- \_\_\_\_\_. & CUMMINS, D.G. Effects of tannin content and temperature on storage of propionic acid treated grain sorghum. Agron. J., 67 (1) : 71-3, Jan.-Feb., 1975.
- PEREIRA, L. A.G. & ANDREWS, C.H. Comparação de alguns testes de vigor para avaliação da qualidade de sementes de soja. Semente, 2 (2): 15-25. dez., 1976.
- PINTHUS, M.J. & ROSENBLUM, J. Germination and seedling emergence of sorghum at low temperatures. Crop. Sci., 1 (4) : 293-6., 1961.
- POLLOCK, B.M. & MANALO, J.R. Controlling substrate moisture - oxygen levels during the imbibition stage of germination. J.Amer.Soc.Hort.Sci. 94 (6) : 574-6. 1969.

- POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, AGIPLAN, 1977. p. 40,76-8,274-7, 282-3.
- \_\_\_\_\_. Qualidade fisiológica de sementes. Semente, 1 (1) : 65-80,dez., 1975.
- RAJANA, B. & CRUZ, A.A. de la. Growth analysis-an aid in determing seedling vigor of field crops. Agron. Abstr., : 95, Aug., 1975.
- RICE, J.C. Testing seed vigor with tetrazolium. Ann. Report Int. Crop. Imp.Ass., (40/41) : 278-82, 1959.
- ROBBINS, W.A. & PORTER, R.H. Germinability of sorghum and soybean seed exposed to low temperatures. Journal of the American Society of Agronomy, 38:905-13., 1946.
- ROBERTS, E.H. Viability of seeds, Syracuse University Press, 1972, p.197-200.
- ROBERTSON, D.W. et alii. Germination of 20-year-old wheat, oats, barley, corn, rye, sorghum, and soybeans. Journal of the American Society of Agronomy, 35: 786-95, 1943.
- SCHAFFERT, R.E. et alii. Effect of tanning on in vitro dry matter and protein disappearance in sorghum grain. Crop. Sci., 14 : 640-3, 1974.
- SHULL, C.A. Temperature and rate of moisture intake in seeds. Bot.Gaz. 69 :361-90, 1920.
- \_\_\_\_\_. & SHULL, S.P. Temperature coefficient of absorption in seeds of corn. Bot. Gaz., 77 : 262-79, 1924.
- SING, A. & MEHDI, V. Seed viability test with 2, 3, 5 - tetrazolium bromide. Current Science, 35 : 77. 1966.

- SNEDECOR, G.W. Statistical Methods. 6. ed., Ames, Iowa State Univ. Press, 1965. p. 172-95.
- SRIUASTAVA, D.P. & PINNELL, E.L. Germination studies in grain sorghum. Columbia, Agricultural Experiment Station, 1963. 24 p. (Research Bulletin, 828).
- SWANSON, A.F. & HUNTER, R. Effect of germination and seed size on sorghum stands. Journal of the American Society of Agronomy, 28 : 997-1004, 1936.
- THRONEBERRY, G.O. & SMITH, F.G. Relation of respiratory and enzymatic activity to corn seed viability. Plant Physiology, 30 : 337-43, 1955.
- VANDERLIP, R.L. et alii. Evolution of vigor tests for sorghum seed. Agron.J., 65 (3): 486-8. May.-Jun., 1973.
- VILLIERS, T.A. & EDGCUMBE, D.J. Deterioration in dray storage. Seed. Sci. & Technol., 3 : 761-74, 1975.
- WELCH, G.B. & DELOUCHE, J.C. Environmental and structural requirements for seed storage. Mississippi, Mississippi Agricultural Experiment Station, 1968.p.1-14 (Journal, 1607).
- WOODSTOCK, L.W. & GRABE, D.F. Relationship between seed respiration during imbibition and subsequent seedling growth in *Zea mays* L. Plant Physiology, Beltsville, 42 (8) : 1071-6, 1967.
- YAYOCK, J.Y. et alii. Temperature, time and  $\text{NH}_4\text{Cl}$  concentration in vigor testing of sorghum seed. Agron. J., 67 (2) : 241-2, Mar.-Apr., 1975.