

EFEITOS DA ESCARIFICAÇÃO, ARMAZENAMENTO E REGULADORES DO CRESCIMENTO
NA PORCENTAGEM E VELOCIDADE DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MANIÇOBA,
Manihot glaziowii Muell. Arg.

POR

FLÁVIO DE WEIMAR THÉ

Dissertação apresentada ao Departamento de
Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como parte dos
requisitos para a obtenção do Grau de "Mestre
em Agronomia", com Área de Concentração em Fi-
totecnia.

Fortaleza - Ceará

Agosto de 1981

DECLARAÇÃO DO AUTOR

Esta dissertação faz parte dos requisitos exigidos pelo Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, para obtenção do Grau de "Mestre em Agronomia", com Área de Concentração em Fitotecnia.

Reprodução ou transcrição parcial permitida somente com referência da fonte e autor.

FLÁVIO DE WEIMAR THE

APROVADA EM: 05/08/81

Prof. RAIMUNDO GLADSTONE MONTE ARAGÃO, Ph.D.
- Orientador -

Prof. JOSÉ FERREIRA ALVES, M.S.
- Conselheiro -

Prof. MARCOS VINICIUS ASSUNÇÃO, Ph.D.
- Conselheiro -

Prof. RAIMUNDO FERDINANDO PINHEIRO MACIEL, M.S.
- Convidado -

À minha esposa Eliane,
e filha Lorene,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Ciências Agrárias da Fundação Universidade Federal do Piauí pela oportunidade de realização deste Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Federal do Ceará (UFC), através do Convênio "EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA E TECNOLÓGICA COM MANIÇOBA", pela ajuda na aquisição de materiais necessários à implantação dos experimentos.

Ao professor Raimundo Gladstone Monte Aragão pelo estímulo e firme orientação durante o desenvolvimento deste trabalho.

Aos professores José Ferreira Alves e Marcos Vinicius Assunção, conselheiros, pelas valiosas críticas, sugestões e revisão dos originais.

Ao professor Raimundo Ferdinando Pinheiro Maciel, pelas sugestões apresentadas.

Ao professor Clairton Martins do Carmo, Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, pelo atendimento dispensado no decorrer do Curso.

Aos meus colegas do Curso pela amizade neste período de convivência, especialmente ao colega JOSÉ WILSON LIMA VERDE pelas sugestões e colaboração na implantação dos experimentos.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia da U.F.C. pelo apoio e amizade.

Aos meus pais, irmãos e, enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

CONTEÚDO

	PÁGINA
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	x
INTRODUÇÃO	01
REVÍSIÃO DE LITERATURA	04
Germinação	04
Dormência	06
Giberelinas e Germinação	11
Citocininas e Germinação	15
MATERIAL E MÉTODOS	19
RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
Taxa de absorção	23
EXPERIMENTO I	26
Porcentagem de germinação	26
Velocidade de germinação	33
EXPERIMENTO II	39
Porcentagem de germinação	39
Velocidade de germinação	47
RESUMO E CONCLUSÕES	55
LITERATURA CITADA	58

LISTA DE TABELAS

TABELAS	PÁGINA
1. Absorção de água por lotes de 100 sementes de maniçoba, <i>M. glaziovii</i> Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980	24
2. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, <i>M. glaziovii</i> Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas pré-embebidas em ácido giberélico, após a colheita. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980	29
3. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, <i>M. glaziovii</i> Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas pré-embebidas em ácido giberélico e com três meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980	30
4. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, <i>M. glaziovii</i> Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas pré-embebidas em ácido giberélico e com seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980	31
5. Análises de variância e correspondentes coeficientes de variação relativos à porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, <i>M. glaziovii</i> Muell. Arg. escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980	32

TABELAS

PÁGINA

6. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico, após a colheita. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980..... 35
7. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico e com três meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980..... 36
8. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico e com seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980 37
9. Análises de variância e correspondentes coeficientes de variação relativos à velocidade de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980 38
10. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas pré-embebidas em cinetina, após a colheita. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1980..... 42
11. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas pré-embebidas em cinetina e com três meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980..... 43

12. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas pré-embebidas em cinetina e com seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980..... 44
13. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas pré-embebidas em água desmineralizada, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980..... 45
14. Análises de variância e correspondentes coeficientes de variação relativos à porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980 46
15. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina, após a colheita. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980 50
16. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina e com três meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980 51
17. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina e com seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980 52

TABELAS

PÁGINA

18. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em água desmineralizada, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980 53
19. Análises de variância e correspondentes coeficientes de variação relativos à velocidade de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980 54

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
1. Sementes de maniçoba, <i>M. glaziovii</i> Muell. Arg., escarificadas (a) e não escarificadas (b). Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980	22
2. Porcentagem de absorção de água de sementes de maniçoba, <i>M. glaziovii</i> Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, durante 120 horas de embebição. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980.	25

INTRODUÇÃO

Entre as essências florestais do Nordeste do Brasil são encontradas as maniçobas, euforbiaceas do gênero *Manihot*, cuja importância básica é a produção de látex destinado ao fabrico da borracha. Além disso, o óleo das sementes é utilizado na indústria de tintas e a madeira, pelas características de leveza e resistência, é empregada na indústria de artefatos (BRAGA, 1960; DUQUE, 1973; TIGRE, 1976). São plantas tipicamente resistentes à seca e de grande adaptabilidade às mais adversas condições ecológicas, achando-se, também, distribuídas na Região Central do Brasil e em outras regiões do mundo, tais como América Central e África (ZEHNTNER, 1914; ALMEIDA, 1916; CUTLER, 1946).

Dentre as espécies do gênero *Manihot*, destaca-se, pela sua capacidade lactífera, a *M. glaziovii* Muell. Arg., nativa no Estado do Ceará; a *M. dichotoma* Ule. e a *M. heptaphila* Ule., nativas no Estado da Bahia, e a *M. piauiensis* Ule., nativa no Estado do Piauí (UPHOF, 1943; CUTLER, 1946; FORMAN, 1978).

As maniçobas, segundo DUQUE (1973), começaram a ser exploradas economicamente no Nordeste do Brasil antes da metade do século XIX, sendo a irracionalidade da exploração, entre outros fatores, o principal responsável pela fase decadente em que se encontra a atividade.

O Brasil, situa-se no cenário mundial como o segundo maior consumidor de borracha sintética - derivada do petróleo - com o consumo, em 1977, correspondendo a 75,3% de toda a borracha utilizada no País. Por outro lado, a produção brasileira de borracha vegetal não tem sido suficiente para cobrir 30% das necessidades internas relativas ao produto natural (LDG-AGRÍCOLA E COMERCIAL LTDA., 1979).

Face às perspectivas de elevações crescentes nos preços do petróleo e de seus derivados no mercado internacional, as possibilidades econômicas para exploração das maniçobas no Nordeste do Brasil tornam-se, portanto, evidentes. Entretanto, para a exploração racional desta planta, faz-se necessário o estabelecimento de linhas de pesquisa envolvendo o melhoramento genético e técnicas de manejo. Dentre as técnicas de manejo, destaca-se a propagação como de fundamental importância na implantação, desenvolvimento e produtividade da cultura.

As sementes constituem a principal estrutura de propagação e a única fonte de variabilidade genética necessária aos trabalhos de melhoramento. Nas maniçobas, o método sexual tem sido o mais adotado (PEQUENO, 1913; RIBEIRO, 1913; ZEHNTNER, 1914; DUQUE, 1973). Contudo, a propagação por via seminífera tem-se caracterizado por uma baixa germinação e uma irregularidade na velocidade de emergência das plântulas, devido a alta porcentagem de sementes dormentes. Em razão disso, torna-se necessário o desenvolvimento de pesquisas que possibilitem a identificação destes fatores, para que possa recomendar métodos mais eficientes de propagação desta espécie.

Pesquisas com substâncias reguladoras do cres-

cimento têm demonstrado que a dormência e germinação estão sob controle hormonal, podendo, também, ser influenciadas pela natureza física do tegumento. Além do mais, algumas sementes requerem um determinado período de armazenagem para que o embrião complete sua maturidade fisiológica e a germinação possa, então, se processar normalmente.

Entre as substâncias reguladoras do crescimento, as giberelinas e citocininas vêm sendo largamente utilizadas na quebra da dormência e promoção da germinação. Por outro lado, a escarificação tem sido uma prática bastante adotada para diminuir a resistência do tegumento em sementes duras.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da escarificação e de reguladores do crescimento na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de maniçoba, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento.

REVISÃO DE LITERATURA

Germinação

As sementes da maioria das plantas mostram-se aptas a germinar logo após a colheita, desde que lhes sejam proporcionadas condições favoráveis de água, oxigênio, temperatura e substrato. Algumas, entretanto, apresentam limitações de natureza fisiológica, bioquímica e/ou mecânica, que dificultam o processo germinativo e requerem tratamentos pré-germinativos específicos. Estes tratamentos, em muitos casos, substituem os longos períodos de pós-colheita requeridos para superar a dormência.

SMITH & BRADFORD (1908) afirmam que as sementes de maniçoba mantêm a vitalidade por dois ou mais anos, e germinam mais prontamente, no mínimo, após decorridos seis meses de sua liberação pela planta-mãe. Segundo ainda, os referidos autores, a escarificação das sementes na margem correspondente à parte mais achatada é recomendável para melhorar a germinação.

Segundo MARCUS & FEELEY (1964) e MARCUS *et alii* (1966), a germinação da semente é acompanhada por uma ativação da síntese de proteínas, propiciada pela fase de absorção de água, enquanto APP *et alii* (1971) afirmam que a embebição de água por sementes de arroz provoca mudança nos ribossomos, que se tornam me

nos resistentes à dissociação, processo este necessário à síntese de proteínas e à germinação.

As substâncias reguladoras do crescimento, tais como giberelinas, auxinas, citocininas, etileno e inibidores, são bastante reconhecidas como agentes envolvidos na germinação das sementes. Segundo LEOPOLD & KRIEDEMANN (1975), a idéia de que estas substâncias regulam a germinação e dormência surgiu de observações de KOCKEMAN, em 1934, de que os inibidores da germinação existem em numerosos frutos e aparentemente servem para evitar a germinação das sementes dentro do próprio fruto.

Conforme IKUMA & THIMAN (1963), a ação da cinetina ocorre nos cotilédones, estimulando a sua expansão (divisão celular), enquanto o ácido giberélico (AG) atua no eixo embrionário, estimulando o crescimento inicial (atividade hidrolítica).

O processo da germinação tem início com absorção de água e termina quando uma parte do embrião (radícula ou plúmula) atinge o meio exterior pela ruptura do tegumento (NOGGLE & FRITZ, 1976). De acordo com os referidos autores, durante o processo germinativo são observados os seguintes eventos: (1) embebição de água; (2) hidratação das organelas subcelulares; (3) mudanças na organização subcelular do embrião e endosperma ou cotilédones; (4) mudanças na atividade do fitocromo; (5) ativação de enzimas; (6) síntese "de novo" de enzimas; (7) digestão de reservas alimentícias; (8) translocação de moléculas orgânicas solúveis para o embrião; (9) sínteses de proteínas e de outros constituintes celulares; (10) aumento na absorção de oxigênio e na atividade respiratória; (11) alongação celular; (12) sínteses ou ativação de substâncias do crescimento; (13) diferenciação celular; (14) redistri

buição de metabólitos no eixo embrionário; e (15) mudanças nos níveis de O_2 e CO_2 . Afirmam ainda, estes pesquisadores, que a sequência exata destes eventos pode variar entre diferentes espécies, contudo, o curso básico é semelhante: expansão celular, digestão de reservas e transporte de metabólitos para o embrião, e síntese de constituintes celulares acompanhada por divisão celular

Dormência

Muitas sementes mantêm uma condição de dormência pelo fato de possuírem tegumentos bastante fortes, que evitam a expansão apreciável das estruturas embrionárias. De acordo com MEYER & ANDERSON (1952), nas sementes de *Amaranthus retroflexus*, a água e o oxigênio penetram rapidamente através do tegumento, contudo, este limita a expansão do embrião.

Sementes de cereja, com seus tegumentos removidos, apresentaram capacidade germinativa, enquanto as sementes intactas não germinaram, mesmo quando tratadas com 0,2% de AG_3 . Resultados semelhantes foram obtidos com sementes de pêssigo. Foi sugerido que a não estimulação da germinação pelo AG_3 nas sementes intactas devia-se, provavelmente, à sua fraca penetração através do tegumento (NEKRASOVA, 1960).

Sementes de *Corylus avellana* e *Fagus sylvatica*, com o pericarpo e testas removidos, germinaram após três semanas com a aplicação de 100 ppm de AG. As sementes intactas, mesmo tratadas com 500 ppm desta substância, não apresentaram qualquer indício de germinação. Com base nestes resultados. FRANKLAND (1961) sugeriu que o tegumento impedia o efeito da gibberelina.

AMEN (1967), trabalhando com *Luzula spicata*, observou que suas sementes são completamente dormentes na maturidade, e que a aplicação de AG_3 e cinetina não teve efeito na germinação das sementes não escarificadas. As escarificadas e tratadas com AG_3 mostraram um aumento na germinação, enquanto a cinetina provocou redução no referido parâmetro.

Segundo SPARKS & POKORNY (1967) as sementes de *Carya illinoensis*, Koch, cv. stuart, apresentam uma germinação irregular, iniciando o processo germinativo entre 1 e 2 meses após o plantio e continuando por 3 a 4 meses. Com o tegumento removido, iniciaram a germinação após 2,4 semanas. Por outro lado, as sementes com o tegumento apenas quebrado iniciaram o processo germinativo com 2,7 semanas. Não foi constatada, entretanto, diferença significativa para a porcentagem de germinação no final do teste (80%, em média, com 27 semanas). Concluíram os autores, que o tegumento das sementes pode representar uma barreira mecânica, dificultando a emergência das plântulas e/ou interferindo nas trocas gasosas. Admitiram, também, que a quebra ou remoção do tegumento possibilitou a lixiviação de inibidores da germinação existentes na amêndoa das sementes, durante as irrigações.

KHAN (1971), propôs que a germinação seria estimulada pelas giberelinas e impedida pelos inibidores, enquanto as citocininas poderiam anular o efeito das substâncias inibidoras, superando a dormência, não sendo responsáveis, contudo, pela promoção da germinação.

ESASHI & LEOPOLD (1968), citados por POPINIGIS (1977), estudando a resistência do tegumento de sementes de *Xanthium*, verificaram que a força gerada na germinação de sementes

dormentes não foi suficiente para romper o tegumento e promover a germinação. Por outro lado, as sementes não dormentes apresentaram força duas vezes maior do que as dormentes, superando aquela requerida para romper o tegumento e, portanto, possibilitando a germinação.

Sementes de *Rosa gallica* "Ekta", não germinaram na ausência de tratamentos especiais do tegumento, a não ser quando submetidas à estratificação. Contudo, as sementes não estratificadas apresentaram uma baixa taxa de germinação depois do tratamento do tegumento. Isto indica, possivelmente, a existência de uma certa porcentagem de sementes com embriões não dormentes, em que o crescimento foi inibido pela elevada dureza do tegumento (SVEJDA, 1968).

PAVLISTA & HABER (1970) sugeriram que na germinação de sementes de alface o endosperma pode, comumente, restringir mecanicamente a expansão do embrião, e que dois mecanismos naturais para superar esta resistência têm sido formulados: (a) uma força mecânica do embrião em crescimento, opondo-se ao endosperma e (b) um enfraquecimento químico do endosperma em adição à força mecânica de expansão do embrião. Segundo ainda, os referidos pesquisadores, certos compostos clorados parecem inibir, preferencialmente, o segundo mecanismo.

ANDERSON (1970) observou que sementes de trigo *Triticum aestivum* L., armazenadas durante 51 semanas, à temperatura de -20°C e umidade relativa de 12,4%, mantiveram ou aumentaram a dormência parcial. Já as sementes submetidas à temperatura entre 21 e 26°C e umidade relativa de 8,1 a 12,4%, superaram a dormência durante as primeiras semanas de armazenamento, com aproxima-

madamente 100% de germinação. Por outro lado, as sementes armazenadas a 25°C e 12,1% de umidade relativa tiveram a dormência superada em apenas 6 semanas de armazenamento, com uma porcentagem de germinação, também, em torno de 100%. Saliu ainda, este autor, que existem mudanças da atividade metabólica da semente durante o armazenamento, e essas são, provavelmente, responsáveis pela quebra da dormência de pós-colheita. Foi sugerido que os inibidores do tegumento promoveram a dormência nas sementes desta espécie e que, durante o armazenamento em temperaturas elevadas, esses inibidores decresceram, favorecendo a germinação.

KETRING & MORGAN (1972), no Texas, U.S.A., constataram um declínio natural na dormência das sementes de amendoim, *Arachis hypogaea* L., durante o armazenamento. Com 30 semanas de armazenamento a temperatura de 3± 2°C não se registraram aumentos significativos na germinação. Quando as sementes foram colocadas a temperatura ambiente, houve aumento de 49% na porcentagem de germinação, durante as 10 semanas seguintes.

WEAVER (1972) considera como principais, as seguintes causas atribuídas à dormência das sementes: embriões rudimentares; embriões fisiologicamente imaturos; tegumento mecanicamente resistentes à expansão das estruturas embrionárias; impermeabilidade do tegumento à água e trocas gasosas; e presença de inibidores da germinação. Por outro lado, LEOPOLD & KRIEDEMANN (1975), citam quatro classes de tratamentos que podem ser utilizados para superar a dormência e promover a germinação: (a) mecânicos - escarificação ou remoção do tegumento em sementes duras; (b) tratamento com luz, em sementes fotodormentes; (c) temperatura - estratificação e altas temperaturas, ou ciclos diurnos alternados de tempe

raturas altas e baixas, e (d) tratamentos químicos com substâncias reguladoras do crescimento.

De acordo com DEVLIN (1975), a dormência das sementes constitui uma barreira à pronta propagação de determinadas espécies com potencial econômico, servindo, no entanto, como mecanismo de defesa da espécie, em oposição à certas condições ambientais adversas que inviabilizariam o crescimento e desenvolvimento das plântulas, após a germinação.

Para HARTMANN & KESTER (1975), os casos mais complexos de dormência das sementes encontram-se entre as plantas silvestres, podendo a germinação ocorrer de forma lenta, irregular e, em certos casos, requerer períodos longos, de meses a anos, ou tratamentos pré-germinativos especiais para que o processo germinativo se desencadeie satisfatoriamente. POPINIGIS (1977), contudo, afirma que em qualquer situação, o fator climático que ameaça a espécie é o melhor método para superar a dormência, necessitando, portanto, que o propagador simule as condições naturais da germinação.

Segundo WELCH (1976), sementes de alface não germinam imediatamente após a colheita, havendo, contudo, diminuição da dormência na maioria das variedades, com o armazenamento. Sementes da variedade "Calmar" à temperatura de 25°C, tiveram a dormência de pós-colheita diminuída e a porcentagem de germinação aumentada somente com o passar do tempo de armazenamento. Por outro lado, a imersão das sementes em uma solução de cinetina (100 ppm), durante 5 minutos, acelerou a germinação, sem afetar, entretanto, o "stand" final. À temperatura de 30°C, somente as sementes tratadas com cinetina germinaram.

Giberelinas e Germinação

Inúmeros trabalhos têm demonstrado o efeito do AG em promover a germinação de sementes.

FURUTA (1961), citado por WEAVER (1972), trabalhando com sementes de camélia, *Camellia japonica*, pré-embebidas em AG por 24 horas, encontrou a melhor germinação (60%) para a concentração de 100 ppm, sendo que concentrações altas (500 ppm), inibiram (52%), e que o controle (testemunha) praticamente não germinou (3%).

Mudanças qualitativas e quantitativas no teor de aminoácidos livres foram constatadas em sementes de *Cannabis sativa*, tratadas com AG, registrando-se um aumento expressivo no conteúdo de alanina com o tratamento de 200 ppm (300% em relação ao controle). De outro lado, quantidade de leucina + fenilalanina, não detectada antes da aplicação de AG, foi observada após a aplicação nas concentrações de 10, 100 e 200 ppm, ocorrendo em maior quantidade em sementes tratadas com 200 ppm (HERICH, 1961).

MITTAL & MATHUR (1965) constataram que 200 ppm de AG₃ promoveram a maior germinação em sementes de tomate (93,3%) submetidas a escuridão contínua, enquanto as sementes irradiadas permanentemente com luz branca requereram 500 ppm para superar os efeitos inibitórios da luz contínua, obtendo-se 69% de germinação, contra 20,5% do controle.

Segundo KHAN & FAUST (1967), sementes de cevada não tratadas com AG₃ germinaram na presença de retardantes do crescimento. Ocorreu, contudo, inibição na produção de α - amilase sendo este efeito revertido pelo AG₃. Segundo ainda, os referidos pesquisadores, os retardantes do crescimento inibem a produção de α - amilase pela inibição da síntese de AG.

O estímulo à produção de α - amilase, durante a germinação das sementes de alguns cereais, tem sido considerado um dos mecanismos de ação do AG (PALEG, 1960, I e II; VARNER, 1964; OGAWA, 1966; TANAKA & AKAZAWA, 1970). De acordo com VARNER (1964) ocorre a síntese "de novo" da enzima α - amilase em sementes de cevada durante a germinação, e que o AG se move do embrião para a camada de aleurona onde promove a síntese enzimática. De outro lado, RADLEY (1967 e 1969) demonstrou a produção de AG em embriões de sementes de cevada em desenvolvimento.

ROSS & BRADBEER (1968), ao usarem baixas temperaturas na quebra da dormência de sementes de avelã *Corylus avellana*, constataram um grande incremento de AG, sendo que o eixo embrionário mostrou conteúdo maior do que os cotilédones. Esta constatação é consistente com a sua função regulatória no processo de germinação envolvendo os tecidos de reserva, através da produção de AG pelo embrião.

KETRING & MORGAN (1970), estudando a dormência e germinação em sementes de amendoim, tipo Virginia (NC-13) verificaram que a ocorrência desses eventos está associada à produção de etileno e que o AG na concentração de 5×10^{-4} M mostrou-se eficiente em quebrar a dormência das sementes, possivelmente por estimular a síntese de etileno, sendo este um provável modo de ação do AG em sementes que produzem etileno como metabólito natural.

Segundo TEARE *et alii* (1970), a resposta das sementes de *Pisum sativum* L. ao AG foi dependente da temperatura do ambiente. Sob condição de temperatura amena, a emergência das plântulas, em resposta ao AG, deu-se 4 a 6 dias mais cedo do que

o controle, enquanto que as sementes tratadas com AG e semeadas sob temperatura elevada emergiram 1 dia, apenas mais cedo do que o controle.

MATHUR *et alii* (1971) observaram que a porcentagem de germinação de sementes de pêssego, *Prunus persica* (L.) Batsch, cv. Elberta, foi aumentada com o incremento de AG₃ e AG₇, durante as 16 semanas de estratificação, o que sugere a sua biosíntese.

De acordo com WEAVER (1972), a interação entre giberelinas e ácido abscísico (ABA) ocorre durante a dormência, sendo esta induzida por altos níveis de ABA e baixos de giberelinas, ocorrendo o inverso no fim da dormência.

Segundo CHEN & CHANG (1972), o AG quebra a dormência em vários tipos de sementes, incluindo: (a) sementes cuja germinação é promovida pela luz; (b) sementes inibidas pela luz; (c) sementes que requerem estratificação; e (d) sementes que requerem, após a colheita, armazenamento em temperatura ambiente, sob condição seca. Conforme ainda, os referidos pesquisadores, o AG tem dois sítios morfológicos de ação em sementes de cereais: o embrião e a camada de aleurona, atuando primeiro no embrião, onde dirige uma série de reações essenciais ao seu crescimento. O embrião em crescimento sintetiza mais AG, o qual se difunde para a camada de aleurona acionando a síntese de amilase e de outras hidrolases. Por outro lado, o AG não parece alterar a síntese de amilase em sementes de dicotiledôneas enquanto estimula a germinação (CHEN & THIMANN, 1956).

CHOE (1972) observou que 100 mg/l de AG₃ redu

ziu a porcentagem de germinação de sementes de ervilha, *Pisum sativum* L., após 48 horas de embebição, enquanto que nas concentrações de 10,0; 1,0 e 0,01 mg/l, esta atingiu 100%.

CHEN & PARK (1973) estudando a dormência em sementes de *Avena fatua*, observou que 0,1µM de AG estimulou a síntese de amilase em sementes dormentes, sem que tenha havido indução da germinação. Contudo, a concentração de 10µM estimulou, também, a germinação. Quando as sementes foram tratadas com 0,5 mM ocorreu aumento na biossíntese de proteínas e de ácido ribonucléico (RNA) em ambos, embrião e endosperma, bem como uma maior utilização de açúcar do endosperma, pelo embrião. Com base nestes resultados foi sugerido que o AG atua no embrião e no endosperma, e que a germinação (emissão da radícula) não é causada pela indução da síntese de amilase no endosperma, pelo AG.

Dentre as substâncias reguladoras do crescimento, as gibberelinas, segundo HARTMANN & KESTER (1975), são as que mais interferem no processo germinativo das sementes. Para DEVLIN (1975), a ação primária dessas substâncias, na germinação, ocorre a nível genético, promovendo a liberação dos genes que regulam a síntese de α-amilase e de outras hidrolases, os quais se encontram reprimidos ou desligados antes de ser iniciado o processo germinativo. Contudo NOGGLE & FRITZ (1976) afirmam que o AG pode promover a germinação de algumas sementes desde que a dormência seja ocasionada por baixos níveis endógenos desse regulador.

BALLINGTON *et alii* (1976), trabalhando com sementes de *Vaccinium ashei* Reade, cv. Tifblue, encontraram que a embebição das sementes por 24 ou 48 horas em 100 - 500 ppm de AG acelerou a germinação das sementes maduras para 2 - 4 semanas após

a embebição, não exercendo influência na germinação das sementes imaturas ou imperfeitamente desenvolvidas. As sementes desta espécie requerem normalmente 6 - 8 semanas para completar a germinação, muitas vezes requerendo 12 semanas.

ARAGÃO *et alii*, (1978), estudando o efeito do AG_3 na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de sorgo, verificaram que as concentrações de 50 e 100 mg/l mostraram-se efetivas em aumentar estes parâmetros, e que houve redução nas concentrações mais elevadas.

Citocininas e Germinação

Fisiologistas Vegetais têm demonstrado, claramente, os efeitos regulatórios das citocininas no crescimento, diferenciação e nos vários estágios de desenvolvimento da planta. Entre as citocininas, a cinetina tem sido bastante utilizada na quebra da dormência, em várias espécies de sementes. Em alface, foi observado que a cinetina estimula a germinação num caminho diferente do AG (HABER & TOLBERT, 1959), citados por ROBERTS (1963).

Segundo HABER & LUIPPOLD (1960), entre os estimuladores da germinação de alface - AG, cinetina, tiurêia e luz vermelha - a cinetina se comporta como um verdadeiro fator de divisão celular. Os referidos pesquisadores observaram um aumento significativo na atividade mitótica de sementes de alface não germinadas quando tratadas com cinetina. Nesse sentido, TORREY (1961) verificou que, enquanto o estímulo à duplicação do ácido desoxirribonucléico (DNA) e à mitose é repartido com auxinas e giberelinas, a

habilidade para estimular a citocinese é, presumivelmente, exclusi
va das citocininas.

Conforme KHAN & TOLBERT (1965), a germinação em sementes de alface "Grand Rapids" mostrou-se inibida pela luz vermelho-distante, sendo essa inibição anulada pela luz vermelha ou 50 ppm de cinetina. Entretanto, uma completa inibição da germinação foi obtida com 100 ppm de *coumarin* e 200 ppm de *xantatin*, não se verificando, nesse caso, reversão da inibição pela luz ver
melha ou cinetina, isoladamente. Contudo, a combinação luz verme
lha + cinetina eliminou a inibição, promovendo a germinação.

Um antagonismo entre citocininas e inibidores do crescimento tem sido identificado na germinação de sementes, con
forme trabalhos de KHAN & TOLBERT (1965); KHAN (1967); KHAN (1968) SANKHLA & SANKHLA (1968).

KHAN (1968) afirma que as sementes de alface são relativamente insensíveis à aplicação isolada de citocininas, mas quando são inibidas por ABA, aplicações de citocininas resultam em marcante aumento.

SMITH *et alii* (1968) visando superar os efe
itos inibitórios das altas temperaturas na germinação de sementes de alface, não encontraram diferença de resposta para a embebição com cinetina por vários períodos de tempo, sugerindo que a referi
da substância atua nos estágios iniciais da germinação. De outro lado, ODEGBARO & SMITH (1969) observaram que sementes embebidas por 3 minutos, em 10 mg/l de cinetina, tiveram eliminados, na germinação, os efeitos inibitórios das altas temperaturas e condições salinas.

Segundo KHAN *et alii* (1970), um antagonismo citocininas-inibidor pode ocorrer ao nível da síntese de enzimas. Segundo ainda, os referidos pesquisadores, o ABA induziu mudanças pronunciadas na composição de nucleotídeos em embriões de pêra, observando-se um incremento no conteúdo de uridina monofosfato (UMP) e decréscimo no conteúdo de guanosina monofosfato (GMP), sendo o efeito do ABA revertido pela citocinina.

GUPTA & MAHESHWARI (1970), trabalhando com sementes de abóbora, *Curcubita pepo* L., constataram que o nível de citocininas nas sementes atingia seu máximo em redor de 11 dias depois da polinização, declinando, a partir daí, com o amadurecimento das mesmas.

Segundo RIJVEN & PARKASH (1971), cotilédones isolados de *Trigonella foenum graecum* L. responderam rapidamente à aplicação de 5×10^{-5} M de cinetina, sendo sua expansão estimulada. Observaram, também, um incremento no nível de RNA após 24 horas da aplicação de cinetina.

PULS & LAMBETH (1971) encontraram um aumento significativo na germinação de sementes de tomate com 10 anos de idade em resposta às combinações de 1 a 10 ppm de cinetina + 0,01 M de nitrato de potássio (KNO_3).

Muitos pesquisadores têm demonstrado um efeito sinérgico na combinação AG + citocininas em sementes cuja germinação acha-se inibida pelo ABA e, segundo KHAN (1971), a citocinina atua anulando a interferência do inibidor na germinação, a qual é promovida pelo AG.

DIAZ & MARTIN (1972), estudando a germinação e

dormência de sementes de pêssego, constataram que aplicações entre 0,02 a 2 ppm de AG_3 , em combinação com 1 a 100 ppm de benzil adenina (BA), proporcionaram um efeito sinérgico e promoveram a germinação de sementes dormentes. Resultados semelhantes foram encontrados por BIDDINGTON & THOMAZ (1978) em sementes de *Apium graveolens* L., quando combinações de $AG_{4/7} + 10^{-5}$ M de benzilamino purina atuaram sinérgicamente, superando a termodormência. De acordo com PORTO & SIEGEL (1960), houve um efeito sinérgico da combinação giberelina + cinetina na promoção da germinação de sementes de alface à temperatura de 35°C.

Segundo KETRING & MORGAN (1972), sementes de *Arachis hypogaea* L., tratadas com ABA tiveram a germinação e produção de etileno inibidas durante o amadurecimento, e que a cinetina anulou os efeitos do ABA, podendo este fato ser correlacionado com a sua habilidade em estimular a produção de etileno nas sementes. Observaram, também, que o efeito do ABA foi anulado pelo etileno. Segundo os referidos pesquisadores, estes dados indicam que o etileno e um inibidor, possivelmente o ABA, interagem para controlar a germinação de sementes dormentes de amendoim.

Sementes de *Prunus domestica*, cv. "Italian", com o tegumento intato não germinaram quando tratadas com AG_3 ou BA. Entretanto, quando o tegumento foi removido, o tratamento das sementes com 4 ou 32 ppm de AG_3 e 1 a 8 ppm de BA promoveu a germinação (LIN & BOE, 1972).

De acordo com LEOPOLD & KRIEDEMANN (1975), os níveis mais elevados de citocininas na planta ocorrem em frutos e sementes em desenvolvimento, apresentando-se diminuídos nos órgãos e tecidos mais velhos.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia de Plantas Cultivadas e em Casa-de-Vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, no período de março de 1980 a janeiro de 1981.

As sementes utilizadas foram da espécie *M. glaberrima* Muell. Arg., procedentes do município de Pacoti, Estado do Ceará, colhidas em agosto de 1979. Logo após a colheita as mesmas foram acondicionadas, com teor de 8,1% de umidade, em vidros hermeticamente fechados, e colocadas em uma câmara fria com temperatura de 5°C até março de 1980, data da instalação dos experimentos. Foi admitido que as sementes nessas condições, reduzem seu metabolismo, mantendo-se, durante esse período, praticamente inalteradas fisiologicamente. Por este motivo foram denominadas como "após colheita".

Os experimentos constaram de sementes escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas por 48 horas em 50, 100 e 200 mg/l de ácido giberélico - AG₃, C₁₉H₂₂O₆, peso molecular 346,38, da Estman Kodak Company Rochester, New York 14.650 lote 711-2B (EXPERIMENTO I) e em 25, 50 e 100 mg/l de 6 - furfurilamino purina, cinetina, C₁₀H₉N₅O, peso molecular 215,22, da Sigma Chemi

cal Company, Louis Mo. 3178 U.S.A., lote 5C-0215 (EXPERIMENTO II).

A escarificação foi feita removendo a carúncula e friccionando as sementes contra uma superfície sólida revestida com lixa, na parte mais achatada, (Figura 1).

O plantio das sementes foi feito em bandejas de plástico com as dimensões de 60 x 60 x 6 cm, contendo vermiculita como substrato, e mantidas em Casa-de-Vegetação a uma temperatura de $30 \pm 6^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa entre 40 e 98%.

Após a instalação dos experimentos, as sementes foram retiradas da câmara fria, colocadas em saco de algodão e armazenadas a temperatura de $29 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$. Referidos experimentos foram repetidos após três e seis meses do armazenamento das sementes nas condições citadas, com o objetivo de estudar os efeitos desses períodos na germinação.

Determinou-se, ainda, a taxa de absorção de água das sementes escarificadas e não escarificadas. Para tanto, realizaram-se as pesagens dos lotes antes da embebição e após intervalos de 12 horas, por um período de 5 dias. Antes de cada pesagem, as sementes foram envolvidas em papel-toalha com a finalidade de eliminar o excesso d'água. A absorção de água em cada intervalo foi obtida pela diferença entre as pesagens no final de cada intervalo e antes da embebição, calculando-se posteriormente, a porcentagem de absorção.

Para a avaliação da germinação, foram utilizadas 4 repetições de 50 sementes por tratamento. Os tratamentos, em cada experimento, constaram de sementes escarificadas e não escarificadas e de quatro concentrações do regulador do crescimento.

Esta avaliação foi feita em períodos sucessivos de 10 dias, durante 4 meses. As sementes eram consideradas germinadas quando as plântulas apresentavam as duas folhas cotiledonárias totalmente abertas.

Os parâmetros estudados foram a porcentagem e a velocidade de germinação.

Para o cálculo da velocidade de germinação a fórmula utilizada foi a apresentada por HARTMANN & KESTER (1975), cuja expressão é dada por:

$$V.G. = \frac{N_1 T_1 + N_2 T_2 + \dots + N_x T_x}{\sum_i N_i}$$

onde:

N = Número de sementes germinadas nos diferentes intervalos de tempo consecutivos.

T = tempo entre o início do teste e o fim de cada intervalo.

$\sum_i N_i$ = número total de sementes germinadas no final do experimento

O delineamento experimental adotado, para cada experimento, foi o inteiramente casualizado, com 4 repetições, disposto em um esquema fatorial 2 x 4.

A análise estatística dos resultados foi feita para um nível de significância de 5%, de acordo com PIMENTEL GOMES (1973).



FIGURA 1. Sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg. escarificadas (a) e não escarificadas (b). Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Taxa de absorção

Os valores relativos ao peso inicial de 100 sementes foram, 50.196 mg para as escarificadas e 51.885 para as não escarificadas.

Os resultados referentes à absorção de água das sementes escarificadas e não escarificadas são apresentados na Tabela 1. Observa-se uma baixa taxa de absorção de água tanto nas sementes escarificadas como nas não escarificadas. Em razão disso pode-se admitir que dada a dureza do tegumento das sementes há, possivelmente, redução na capacidade de retenção de água. Por outro lado, o peso do tegumento, em relação ao peso total da semente, apresentou-se muito elevado (74,5%). Isto, talvez explique a baixa taxa de absorção de água das sementes.

Apesar da pequena diferença, a menor taxa de absorção de água nas sementes escarificadas (Tabela 1) pode ser atribuída à eliminação da carúncula (tecido esponjoso) durante a escarificação. Este fenômeno é melhor ilustrado na Figura 2. Verifica-se, ainda, na referida figura, uma rápida absorção nas primeiras 12 horas de embebição, tendendo à estabilização com 48 horas, período no qual as sementes atingiram, praticamente, o pico de absorção.

TABELA 1. Absorção de água por lotes de 100 sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Tempo de Embebição (horas)	Porcentagem de Absorção de Água	
	Escarificadas	Não Escarificadas
12	7,35	7,64
24	9,74	10,00
36	10,94	11,27
48	11,77	12,43
60	12,11	13,07
72	12,41	13,47
84	12,48	13,85
96	12,57	14,07
108	12,50	14,21
120	12,58	14,38

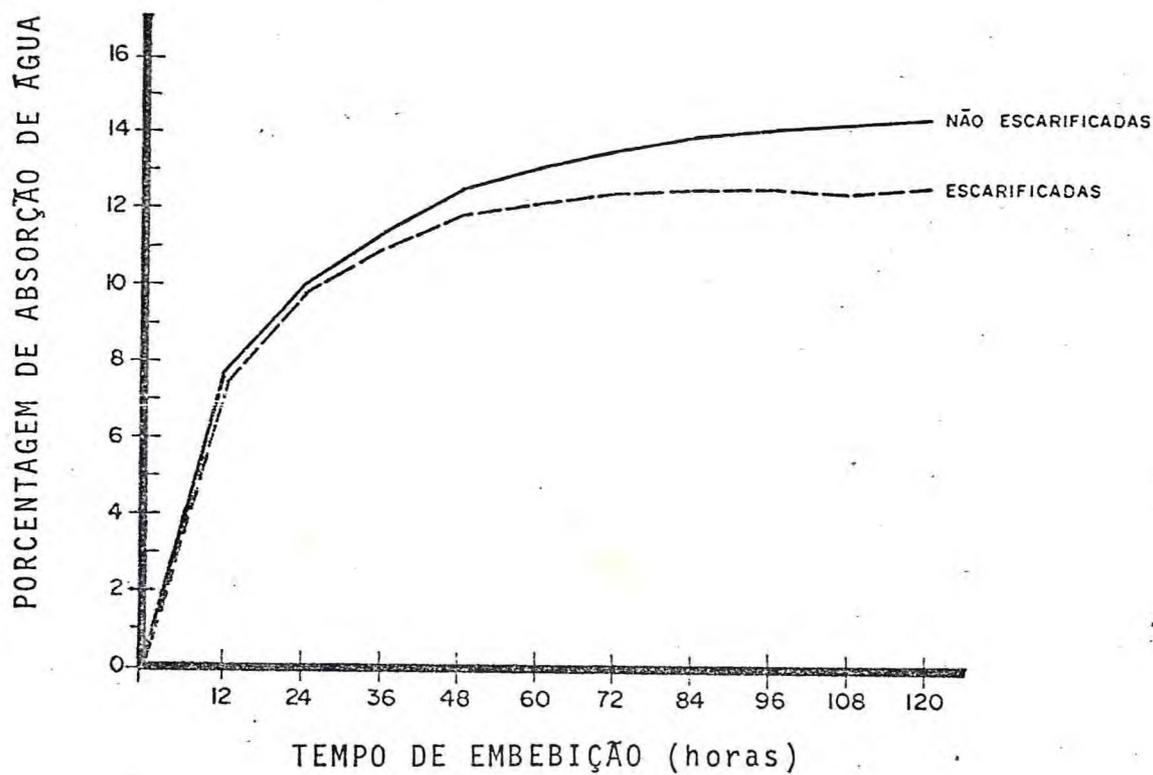


FIGURA 2. Porcentagem de absorção de água de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, durante 120 horas de embebição. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

EXPERIMENTO I

Porcentagem de germinação

Os resultados referentes à porcentagem de germinação das sementes de maniçoba, obtidos em função dos tratamentos aplicados, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento, encontram-se nas Tabelas 2, 3 e 4, respectivamente. As análises de variância para este parâmetro, conforme Tabela 5, evidenciaram efeitos significativos para a escarificação nas três condições estudadas. Constatou-se, também, significância estatística para as concentrações de AG_3 nas sementes com três e seis meses de armazenamento. A interação escarificação x concentrações foi significativa, apenas, nas sementes com seis meses de armazenamento. Além do mais, o semeio após a colheita proporcionou o maior coeficiente de variação, diminuindo com o armazenamento. É possível que as sementes tenham apresentado, por ocasião da colheita maturidade fisiológica irregular, tendendo a uma maior uniformidade com o prolongamento do período de armazenamento.

Analisando-se a Tabela 2, constata-se que as sementes após a colheita apresentaram valores médios consideravelmente baixos para este parâmetro, embora o efeito da escarificação tenha-se revelado estatisticamente significativo. Observa-se, ain

da, que o AG_3 não se mostrou eficiente em promover a germinação apresentando, apenas, pequena tendência de aumento no valor do parâmetro, para as concentrações de 50 e 100 mg/l. Na concentração de 200 mg/l houve inibição na germinação. Segundo NOGGLE & FRITZ (1976), o AG pode promover a germinação de algumas sementes, desde que a dormência seja ocasionada por baixos níveis endógenos desse regulador. Assim sendo, pode-se admitir que as sementes apresentavam, por ocasião do plantio, níveis endógenos satisfatórios de AG., e que a concentração de 200 mg/l tenha sido elevada, promovendo assim, efeito inibitório. Este tipo de resposta foi observado por CHOE (1972) e ARAGÃO *et alii* (1978), em sementes de ervilha e sorgo, respectivamente.

Nas sementes com três meses de armazenamento (Tabela 3), a porcentagem de germinação apresentou valores médios bem mais elevados para as escarificadas. O AG_3 na concentração de 200 mg/l reduziu significativamente a porcentagem de germinação das sementes em relação à obtida com 100 mg/l. Para as demais concentrações, não houve diferenças significativas. Contudo, a concentração de 100 mg/l proporcionou as maiores porcentagens de germinação, nas sementes escarificadas e não escarificadas, embora esse efeito não tenha sido significativo. A hipótese de que as sementes usadas no presente estudo continham um teor endógeno satisfatório de AG é mais uma vez reforçada, visto que a aplicação de 200 mg/l provocou, possivelmente, um desequilíbrio metabólico na semente, o qual pôde ser evidenciado não só pela redução significativa na porcentagem de germinação em relação às sementes tratadas com 100 mg/l, como também pela ausência de acréscimos significativos, no parâmetro, para as sementes tratadas com os níveis mais baixos do referido regulador.

Examinando-se os dados da Tabela 4, verifica-se que a escarificação promoveu aumentos acentuados na porcentagem de germinação após seis meses de armazenamento. Já o AG₃, na concentração de 200 mg/l reduziu significativamente este parâmetro em relação às outras concentrações. Esse efeito foi mais acentuado nas sementes escarificadas, o que determinou uma interação significativa para concentrações dentro/escarificação. Por outro lado, a concentração de 100 mg/l promoveu as maiores porcentagens de germinação, embora não tenha havido significância estatística. Estes resultados indicam, possivelmente, uma maior sensibilidade das sementes ao AG, após seis meses de armazenamento, uma vez que a concentração 200 mg/l promoveu redução significativa em relação às demais concentrações, inclusive à testemunha, correspondente à embebição das sementes em água desmineralizada. Esta hipótese encontra fundamentação na observação de WEAVER (1972), segundo a qual ocorre um incremento no nível endógeno de AG em sementes dormentes e que se tornam quiescentes.

TABELA 2. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg. escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico, após a colheita. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de AG ₃ (mg/l)				Médias
	0	50	100	200	
Escarificadas	5,50	6,50	8,00	6,00	6,50
Não escarificadas	3,00	4,00	6,00	3,00	4,00
Médias	4,25	5,25	7,00	4,50	

TABELA 3. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico e com três meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de AG ₃ (mg/l)				Médias
	0	50	100	200	
Escarificadas	23,50	29,00	32,50	20,50	26,37
Não escarificadas	8,50	9,50	10,00	6,00	8,50
Médias	16,00 _{ab}	19,25 _{ab}	21,25 _a	13,25 _b	

- Duas médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 4. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, prē-embecidas em ácido giberēlico e com seis meses de armazenamento. Fortaleza, Cearā, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de AG ₃ (mg/l)				Médias
	0	50	100	200	
Escarificadas	44,00 _a	43,50 _a	49,50 _a	28,50 _b	41,37
Não escarificadas	20,00	20,00	23,50	15,50	19,75
Médias	32,00 _a	31,75 _a	36,50 _a	22,00 _b	

- Duas médias, em qualquer linha, seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 5. Análises de variância e correspondentes coeficientes de variação relativos à porcentagem de germinação de sementes de maniçoba *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré embebidas em ácido giberélico, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Fonte de Variação	G.L.	V A R I A N C I A S		
		Após a colheita	3 meses de armazenamento	6 meses de armazenamento
Escarificação (E)	1	50,00*	2556,13*	3741,12*
Concentrações (C)	3	12,33 ^{n.s.}	99,79*	298,79*
Interação (E x C)	3	0,33 ^{n.s.}	29,12 ^{n.s.}	68,46*
Concentrações + Interação (E x C)	(6)			
. Concentrações D/Escarificação	3			324,25*
. Concentrações D/Não escarificação	3			43,00 ^{n.s.}
Resíduo	24	7,58	26,13	21,29
Coeficientes de Variação (%)		52,44	29,32	17,76

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(n.s.) Não significativo

Velocidade de germinação

Os resultados referentes à velocidade de germinação encontram-se nas Tabelas 6, 7 e 8, respectivamente após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. As análises de variância para este parâmetro, conforme Tabela 9, mostram efeitos significativos para a escarificação, nas três condições estudadas. Contudo, nenhum efeito significativo foi constatado para as concentrações de AG_3 . Observa-se, ainda, que o semeio após a colheita, a exemplo do que ocorreu com a percentagem de germinação, proporcionou o maior coeficiente de variação, diminuindo com o armazenamento. A hipótese da maturação fisiológica irregular formulada por ocasião da discussão da percentagem de germinação aplica-se também, a este parâmetro.

Verifica-se na Tabela 6, que a escarificação aumentou a velocidade de germinação das sementes após a colheita, a mesma ocorrendo, em média, aos 47 dias após o plantio. Já as sementes não escarificadas germinaram mais tardiamente, aos 76 dias, em média. O AG_3 , por outro lado, não exerceu qualquer efeito favorável na velocidade de germinação das sementes escarificadas. Contrariamente, nas sementes não escarificadas houve uma pequena tendência de o regulador acelerar a germinação à medida que a concentração aumentou.

Examinando-se os valores da Tabela 7, verifica-se que a escarificação aumentou, também, a velocidade de germinação das sementes com três meses de armazenamento, a qual ocorreu, em média aos 17 dias após o plantio. As sementes não escarificadas apresentaram uma germinação mais tardia, ocorrendo aos 33

dias, em média. Nas sementes escarificadas, a velocidade de germinação mostrou uma tendência de aumento com os níveis de AG_3 aplicado. O mesmo tipo de resposta não foi observado nas sementes não escarificadas.

A exemplo do que ocorreu nas sementes após a colheita, e com três meses de armazenamento, a escarificação aumentou significativamente a velocidade de germinação das sementes com seis meses de armazenamento (Tabela 8). As sementes escarificadas germinaram, em média, aos 18 dias após o plantio, e as não escarificadas, aos 32 dias. O AG_3 , nas concentrações usadas, também não se mostrou eficiente em aumentar a velocidade de germinação.

TABELA 6. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico, após a colheita. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de AG ₃ (mg/l)				Médias
	0	50	100	200	
Escarificadas	37,50	67,08	45,00	39,17	47,19
Não escarificadas	98,75	77,50	63,75	65,00	76,25
Médias	68,13	72,29	54,38	52,09	

TABELA 7. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico e com três meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de AG ₃ (mg/l)				Médias
	0	50	100	200	
Escarificadas	18,67	16,97	20,44	12,72	17,20
Não escarificadas	26,96	41,04	26,69	37,50	33,04
Médias	22,82	29,01	23,57	25,11	

TABELA 8. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, prē-embebidas em ácido giberēlico e com seis meses de armazenamento. Fortaleza, Cearā, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de AG ₃ (mg/l)				Médias
	0	50	100	200	
Escarificadas	19,16	17,86	17,41	19,84	18,57
Não escarificadas	36,02	29,61	35,42	28,86	32,48
Médias	27,59	23,74	26,42	24,35	

TABELA 9. Análises de variância e correspondentes coeficientes de variação relativos à velocidade de germinação de sementes de maniçoba *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em ácido giberélico, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Fonte de Variação	G.L.	V A R I A N C I A S		
		Após a colheita	3 meses de armazenamento	6 meses de armazenamento
Escarificação (E)	1	6757,03*	2008,51*	1547,06*
Concentrações (C)	3	798,98 ^{n.s.}	60,74 ^{n.s.}	25,69 ^{n.s.}
Interação (E x C)	3	1000,30 ^{n.s.}	197,88 ^{n.s.}	36,03 ^{n.s.}
Resíduo	24	1122,38	103,15	65,86
Coeficientes de Variação (%)		54,28	40,43	31,79

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(n.s.) Não significativo

EXPERIMENTO II

Porcentagem de germinação

Os dados médios relativos à porcentagem de germinação das sementes de maniçoba após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento, encontram-se nas Tabelas 10, 11 e 12, respectivamente. As análises de variância para este parâmetro, conforme Tabela 14, revelam efeitos significativos para escarificação nas três condições estudadas. De outro lado, as concentrações de cinetina exerceram efeitos significativos nas sementes com três e seis meses de armazenamento. Já a interação escarificação x concentração mostrou-se significativa, apenas, para as sementes com três meses de armazenamento. Observa-se ainda, que o semeio após a colheita proporcionou maior coeficiente de variação, diminuindo com o armazenamento. Este resultado mostra-se semelhante ao obtido no EXPERIMENTO I, reforçando a hipótese de que as sementes, por ocasião da colheita, apresentavam uma maturidade fisiológica irregular, tornando-se mais uniforme à medida que aumentava o armazenamento.

Ao se analisar a Tabela 10, pode-se constatar que a porcentagem de germinação das sementes após a colheita, a exemplo do que foi verificado no EXPERIMENTO I, apresentou valores

consideravelmente baixos, inclusive nas sementes escarificadas, embora o efeito da escarificação tenha-se revelado estatisticamente significativo. Por outro lado, a cinetina não incrementou este parâmetro.

Examinando-se os dados da Tabela 11, evidencia-se que a escarificação aumentou consideravelmente a germinação das sementes com três meses de armazenamento. De outro lado, analisando-se isoladamente os efeitos das concentrações de cinetina, verifica-se que 25 mg/l incrementou significativamente este parâmetro em comparação à testemunha e a 100 mg/l, não diferindo, entretanto, das sementes tratadas com 50 mg/l. Observa-se ainda, na Tabela 11, que a interação concentrações dentro de escarificação mostrou significância estatística, com a porcentagem de germinação das sementes escarificadas e tratadas com 25 mg/l revelando-se significativamente maior do que as obtidas nos demais tratamentos. Segundo KHAN (1971), as citocininas estimulam a germinação, anulando os efeitos das substâncias inibidoras e possibilitando a ação do AG. Com base nesta afirmação, pode-se admitir que a resposta significativa das sementes à cinetina decorreu da ação antagônica desse regulador à alguma substância inibidora presente na semente. A este respeito, muitos trabalhos têm demonstrado o efeito sinérgico da combinação AG + citocinina em sementes com a germinação inibida pelo ABA (PORTO & SIEGEL, 1960); DIAZ & MARTIN, 1972; BIDDINGTON & THOMAS, 1978). É possível, portanto, que maiores porcentagens de germinação possam ser obtidas com o uso combinado de cinetina e AG.

Ao se analisar a Tabela 12, comprova-se que a escarificação ocasionou aumento acentuado na porcentagem de germi-

nação das sementes com seis meses de armazenamento. A aplicação de cinetina nos diversos níveis, exerceu efeitos inibitórios, tanto nas sementes escarificadas como nas não escarificadas. Estes resultados mostram-se coerentes com a fisiologia das citocininas nas plantas, onde sua concentração apresenta-se normalmente diminuída nos tecidos e órgãos mais velhos (LEOPOLD & KRIEDEMANN, 1975). Nestas condições, é possível que as sementes com seis meses de armazenamento tenham o seu nível endógeno ideal de citocininas reduzido, e que aplicações exógenas já passem a inibir o processo germinativo.

Na Tabela 13, acham-se sumariadas as médias correspondentes à porcentagem de germinação das sementes escarificadas e não escarificadas, semeadas após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento, onde são evidenciados apenas, os efeitos da escarificação e dos períodos de armazenamento. Para a obtenção das referidas médias, foram utilizados os dados relativos à porcentagem de germinação das sementes pré-embecidas em água desmineralizada (testemunha), nos EXPERIMENTOS I e II. Verifica-se que a escarificação aumentou a porcentagem de germinação das sementes nas três condições estudadas. Por outro lado, este parâmetro foi incrementado com o armazenamento, sendo esse efeito mais acentuado nas sementes escarificadas. Para explicar estes resultados são formuladas as seguintes hipóteses: (a) as sementes, por ocasião da colheita, apresentavam uma possível imaturidade fisiológica explicando-se assim, a baixa porcentagem de germinação, inclusive nas sementes escarificadas; (b) com o armazenamento das sementes, a maturidade fisiológica foi sendo atingida, passando o tegumento a constituir o principal fator limitante, possivelmente devido sua resistência à ruptura e à expansão das estruturas embrionárias.

TABELA 10. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina, após a colheita. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de cinetina(mg/l)				Médias
	0	25	50	100	
Escarificadas	6,50	6,50	6,00	6,50	6,38
Não escarificadas	4,50	5,00	4,00	4,00	4,38
Médias	5,50	5,75	5,00	5,25	

TABELA 11. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina e com três meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de cinetina (mg/l)				Médias
	0	25	50	100	
Escarificadas	25,00 _a	36,00 _b	24,50 _a	25,50 _a	27,75
Não escarificadas	7,50	9,00	10,00	7,00	8,38
Médias	16,25 _a	22,50 _b	17,25 _{ab}	16,25 _a	

- Duas médias, em qualquer linha, seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 12. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina e com seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de cinetina (mg/l)				Médias
	0	25	50	100	
Escarificadas	46,50	40,00	44,50	42,00	43,25
Não escarificadas	20,00	15,50	16,50	14,50	16,63
Médias	33,25 _a	27,75 _b	30,50 _{ab}	28,25 _b	

- Duas médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

TABELA 13. Porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziowii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embecidas em água desmineralizada, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Após a colheita	3 meses de armazenamento	6 meses de armazenamento
Escarificadas	6,00	24,25	45,25
Não escarificadas	3,75	8,00	20,00

TABELA 14. Análises de variância e correspondentes coeficientes de variação relativos à porcentagem de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Fonte de Variação	G.L.	V A R I A N C I A S		
		Após a colheita	3 meses de armazenamento	6 meses de armazenamento
Escarificação (E)	1	32,00*	3003,12*	5671,12*
Concentrações (C)	3	0,83 ^{n.s.}	71,79*	50,46*
Interação (E x C)	3	0,33 ^{n.s.}	57,46*	4,79 ^{n.s.}
Concentrações + Interação (E x C)	(6)			
. Concentrações D/Escarificação	3		121,66*	
. Concentrações D/Não Escarificação	3		7,58 ^{n.s.}	
Resíduo	24	9,00	17,21	11,29
Coeficientes de Variação	(%)	55,76	22,97	11,22

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(n.s.) Não significativo

Velocidade de germinação

Os dados médios relativos à velocidade de germinação das sementes em função dos tratamentos aplicados após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento, são mostrados nas Tabelas 15, 16 e 17, respectivamente. As análises de variância para este parâmetro, conforme Tabela 19, evidenciam efeitos significativos para a escarificação nas três condições estudadas não sendo constatado, entretanto, nenhum efeito significativo para concentrações de cinetina. A exemplo do que foi observado no EXPERIMENTO I, o semente após a colheita apresentou o maior coeficiente de variação para este parâmetro, diminuindo com o armazenamento. A hipótese de maturação fisiológica irregular das sementes, acha-se, assim, reforçada, possivelmente explicando esses resultados.

Verifica-se na Tabela 15, que a escarificação aumentou a velocidade de germinação das sementes após a colheita, germinando aos 54 dias, em média. Por outro lado, as sementes não escarificadas mostraram-se mais tardias, germinando com 87 dias, em média. A cinetina, por outro lado, não se mostrou eficiente. Contudo, a substância usada revelou uma pequena tendência em acelerar a germinação das sementes não escarificadas para as concentrações de 25 e 50 mg/l. Resultados semelhantes foram obtidos com as sementes antes do armazenamento e tratadas com AG_3 (EXPERIMENTO I).

Ao se analisar os dados da Tabela 16, constata-se que a escarificação aumentou também, a velocidade de germinação das sementes com três meses de armazenamento, as quais germinaram, em média, com 19 dias após o plantio. As sementes não

escarificadas mostraram-se mais rápidas, germinando com 33 dias, em média. Observa-se ainda, na referida Tabela, que a cinetina apresentou uma ligeira tendência em aumentar a velocidade de germinação das sementes escarificadas, embora esse efeito não tenha sido significativo.

A exemplo do que foi constatado nas sementes após a colheita, e com três meses de armazenamento, a escarificação aumentou significativamente a velocidade de germinação das sementes com seis meses de armazenamento (Tabela 17). As sementes escarificadas germinaram, em média, aos 20 dias após o plantio. As não escarificadas, com 31 dias. Pode ser observado ainda, que a cinetina, nas concentrações usadas, também não se mostrou eficiente em aumentar a velocidade de germinação.

A Tabela 18 possibilita uma análise conjunta dos efeitos da escarificação e do período de armazenamento na velocidade de germinação das sementes. Foram utilizadas as médias relativas à velocidade de germinação das sementes pré-embebidas em água desmineralizada (testemunha), nos EXPERIMENTOS I e II. Verifica-se, na referida Tabela, que a velocidade de germinação aumentou com o passar dos três primeiros meses de armazenamento. Entretanto, este aumento não evoluiu quando as sementes permaneceram armazenadas por mais três meses. Contudo, constatou-se redução no coeficiente de variação (Tabelas 9 e 19). Este fato talvez evidencie uma maior uniformidade na maturação fisiológica das sementes com seis meses de armazenamento, e é possível que com o prolongamento do armazenamento a velocidade de germinação aumente ainda mais, uma vez que o início da germinação ocorreu, em média, aos sete dias após o plantio. Observa-se também, na Tabela 18, que a

escarificação incrementou este parâmetro, nas três condições estu
dadas.

TABELA 15. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina, após a colheita. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de cinetina (mg/l)				Médias
	0	25	50	100	
Escarificadas	48,33	60,13	37,92	69,67	54,01
Não escarificadas	100,63	82,50	82,08	83,75	87,24
Médias	74,48	71,32	60,00	76,71	

TABELA 16. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, prē-embebidas em cinetina e com três meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de cinetina (mg/l)				Médias
	0	25	50	100	
Escarificadas	23,21	18,64	18,08	16,93	19,22
Não escarificadas	32,00	32,92	32,53	36,67	33,53
Médias	27,61	25,78	25,31	26,80	

TABELA 17. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziowii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina e com seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Concentrações de cinetina (mg/l)				Médias
	0	25	50	100	
Escarificadas	19,61	20,06	22,72	19,94	20,58
Não escarificadas	28,98	38,17	28,05	29,00	31,05
Médias	24,30	29,12	25,39	24,47	

TABELA 18. Velocidade de germinação (dias) de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em água desmineralizada, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Escarificação	Após a colheita	3 meses de armazenamento	6 meses de armazenamento
Escarificadas	42,92	22,82	19,39
Não escarificadas	99,69	29,48	32,50

TABELA 19. Análises de variância e correspondentes coeficientes de variação relativos à velocidade de germinação de sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas em cinetina, após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento. Fortaleza, Ceará, Brasil. 1980

Fonte de Variação	G.L.	V A R I A N C I A S		
		Após a colheita	3 meses de armazenamento	6 meses de armazenamento
Escarificação (E)	1	8833,86*	1639,35*	876,97*
Concentração (C)	3	440,63 ^{n.s.}	8,50 ^{n.s.}	40,46 ^{n.s.}
Interação (E x C)	3	644,91 ^{n.s.}	39,98 ^{n.s.}	58,63 ^{n.s.}
Resíduo	24	1114,16	130,45	80,86
Coeficientes de Variação (%)		47,25	43,30	34,83

(*) Significativo ao nível de 5% de probabilidade

(n.s.) Não significativos

RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia de Plantas Cultivadas e em Casa-de-Vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, no período de março de 1980 a janeiro de 1981, objetivando avaliar os efeitos da escarificação e de reguladores do crescimento (ácido giberélico, AG_3 ; e da 6-furfurilamino purina, cinetina) na porcentagem e velocidade de germinação de sementes de maniçoba, *Manihot glaziovii* Muell. Arg., após a colheita, e com três e seis meses de armazenamento.

Nos dois experimentos, foram utilizadas sementes escarificadas e não escarificadas, pré-embebidas por 48 horas em 50, 100 e 200 mg/l de AG_3 (EXPERIMENTO I) e 25, 50 e 100 mg/l de cinetina (EXPERIMENTO II), repetidos após três e seis meses de armazenamento das sementes. O nível ZERO (testemunha), nos dois experimentos, foi representado pelas sementes pré-embebidas em água desmineralizada por igual período de tempo.

Pelos resultados obtidos nos experimentos extrairam-se as seguintes conclusões:

- A escarificação aumentou significativamente a porcentagem e a velocidade de germinação das sementes, após a

colheita e com três e seis meses de armazenamento.

- O armazenamento das sementes aumentou a porcentagem e a velocidade de germinação, sendo esses efeitos mais acentuados nas sementes escarificadas.

- Os reguladores do crescimento, nas concentrações usadas, não se mostraram eficientes em aumentar a velocidade de germinação das sementes.

- O ácido giberélico (AG_3) na concentração de 200 mg/l reduziu a porcentagem de germinação das sementes após a colheita, sendo esse efeito significativo nas sementes com três e seis meses de armazenamento. Contudo, a concentração de 100 mg/l proporcionou acréscimos não significativos em relação à testemunha.

A cinetina na concentração de 25 mg/l aumentou significativamente a porcentagem de germinação das sementes com três meses de armazenamento e exibiu efeitos inibitórios nas concentrações mais elevadas para as sementes com seis meses de armazenamento. Entretanto, não se evidenciou qualquer influência na porcentagem de germinação das sementes após a colheita.

As sementes de maniçoba, *M. glaziovii* Muell. Arg., nas condições em que foi desenvolvido o presente estudo, parecem dispensar maiores cuidados com o armazenamento.

SUGESTÕES

- Repetir o presente trabalho com o uso combinado dos reguladores do crescimento e outras substâncias químicas,

prolongando-se o armazenamento das sementes, a fim de melhor ava
liar a sua potencialidade de germinação.

- Desenvolver trabalhos com a finalidade de
analisar os efeitos de diferentes condições ambientais de armazenamen
to, métodos e intensidade de escarificação, bem como tipos de
substrato, na germinação de sementes de maniçoba.

LITERATURA CITADA

- ALMEIDA, J.E.C. Cultura da maniçoba. La Hacienda. 124 - 125. 1916.
- AMEN, R.D. The effects of gibberellic acid and scarification on the seed dormancy and germination in *Luzula spicata*. Physiol. Plant., 20: 6-12. 1967.
- ANDERSON, J.D. Metabolic changes in partially dormant wheat seeds during storage. Plant Physiol., 46: 605 - 608. 1970.
- APP, A.A.; BULIS, M.G. & Mc CARTHY, W.J. Dissociation of ribosomes and seed germination. Plant Physiol., 47 : 81 - 86. 1971.
- ARAGÃO, R.G.M.; CORDEIRO, J.A.D.; ALBUQUERQUE, M.C.F. & ALVES, J. F. Efeitos do ácido giberélico (AG₃) na porcentagem e velocidade de germinação de sorgo. Ciênc. Agron., 8(1-2) : 97 - 102. 1978.
- BALLINGTON, J. R.; GALLETTA, G.J. & PHARR, D.M. Gibberellin effects on rabbiteye blueberry seed germination. HortScience, 11(4) : 410 - 411. 1976.
- BIDDINGTON, N.L. & THOMAS, T.H. Thermodormancy in celery seeds and its removal by cytokinins and gibberellins. Physiol. Plant., 42 : 401 - 405. 1978.
- BRAGA, R. Plantas do Nordeste Especialmente do Ceará. 2a. ed. Imprensa Oficial. Fortaleza, Ceará, 1960. 540 p.

- CHEN, S.S.C. & CHANG, J.L.L. Does gibberellic acid stimulate seed germination via amylase synthesis? Plant Physiol., 49 : 441 - 442. 1972.
- _____ & PARK, W. Early actions of gibberellic acid on the embryo and on the endosperm of *Avena fatua* seeds. Plant Physiol., 52 : 174 - 176. 1973.
- _____ & THYMANN, K.V. Nature of seed dormancy in *Phacelia tena* *cetifolia*. Science, 153 : 1537 - 1539. 1956.
- CHOE, H.T. Effects of presoaking seed of *Pisum sativum* L. in AG_3 , IAA, and kinetin solutions on seedling growth. HortScience, 7 : 476 - 478. 1972.
- CUTLER, H.C. Rubber Production in Ceará, Brasil. Botanical Museum Leaflets. Harvard University. Massachussets. 12 (09) : 301 - 315. 1946.
- DEVLIN, R.M. Fisiologia Vegetal. Edições Omega, S.A. Barcelona, 1975. 468 p.
- DIAZ, D.H. & MARTIN, G.C. Seed dormancy in relation to endogenous inhibitors and applied growth substances. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97(5) : 651 - 654. 1972.
- DUQUE, G.O. Nordeste e as Lavouras Xerófilas. 2a. ed. Banco do Nordeste do Brasil S/A. Fortaleza, Ceará, 1973. 238 p.
- ESASHI, Y. & LEOPOLD, A.C. Physical forces in dormancy and germination of *Xanthium* seeds. Plant Physiol., 43 : 871 - 876. 1968. apud POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília, AGIPLAN, 1977.
- FORMAN, H. Sinópsse Histórica da Atuação da R.D.C. (Rubber Development Corporation) no Brasil. 1978. 10 p.

- FRANLAND, B. Effect of gibberellic acid, kinetin and others substances on seed dormancy. Nature, 192 : 678 - 679. 1961.
- FURUTA, T. Influence of gibberellin on germination of seeds. Amer. Camellia Yearbook, pp. 141 - 145. 1961. apud WEAVER, R.J. Plant growth substances in agriculture. W.H. Freeman and Company. San Francisco, U.S.A., 1972. 594 p.
- GUPTA, G.R.P. & MAHESHWARI, S.C. Cytokinins in seeds of pumpkin. Plant Physiol., 45 : 14 - 18. 1970.
- HABER, A.H. & LUIPPOLD, H.J. Effects of gibberellin, kinetin, thiourea, and activity in dormant lettuce seed. Plant Physiol., 35 : 486 - 489. 1960.
- HABER, A.H. & TOLBERT, N.E. Effects of gibberellic acid, kinetin, and light on the germination of lettuce seed. In: Photoperiodism and related phenomena in plants and animals, ed. R. B. Withrow, pp. 197 - 206. Amer. Soc. Adv. Sci., Washington D. C. 1959. apud ROBERTS, E.H. The effects of some organic growth substances and organic nutrients on dormancy in rice seed. Physiol. Plant. 16 : 745 - 755. 1963.
- HARTMANN, H.T. & KESTER, D.E. Plant Propagation. Principles and Practices 3rd ed. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey, 1975. 682 p.
- HERICH, R. Influence of gibberellic acid on metabolism of amino acids. Physiol. Plant., 20 : 673 - 681. 1967.
- IKUMA, H. & THIMANN, K.V. Action of kinetin on photosensitive lettuce seed as compared with that of gibberellin. Plant Cell Physiol., 4 : 113 - 128. 1963.
- KHAN, A.A. Antagonism between cytokinins and germination inhibitors. Nature, 216 : 166- 167. 1967.

_____ : Inhibition of gibberelic acid - induced germination by abscisic acid and reversal by cytokinins. Plant Physiol., 43: 1463 - 1465. 1968.

_____. Cytokinins: permissive role in seed germination. Science 171 : 853 - 859. 1971.

_____ & FAUST, M.A. Effect of growth retardants on α -amilase production in germinating barley seed. Physiol. Plant., 20 : 673 - 681. 1967.

_____ & TOLBERT, N.E. Reversal of inhibitors of seed germination by red light plus kinetin. Physiol. Plant., 18 : 41 - 43. 1965.

_____ ; ANDERSEN, L. & GASPAR, T. Abscisic acid-induced changes in nucleotide composition of rapidly labeled ribonucleic acid species of lentil root. Plant Physiol., 46 : 494 - 495. 1970.

KETRING, D.L. & MORGAN, P.M. Physiology of oil seeds. I. Regulation of dormancy in Virginia-type peanut seeds. Plant Physiol 45 : 268 - 273. 1970.

_____ & _____. Physiology of oil seeds. IV. Role of endogenous ethylene and inhibitory regulators during natural and induced after-ripening of dormant Virginia-type peanut seeds. Plant. Physiol., 50 : 382 - 387. 1972.

LEOPOLD, A.C. & KRIEDEMANN, P.E. Plant Growth and Development. 2 nd. ed. Hill Book Company, U.S.A., 1975. 545 p.

LGD-AGRIOLA E COMERCIAL LTDA. Borracha; tudo o que você precisa saber para fazer um bom investimento. Campinas, São Paulo. 1979. 15 p.

- LIN, C.F. & BOE, A.A. Effects of some endogenous and exogenous growth regulators on plum seed dormancy. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97 (1) : 41 - 44. 1972.
- MARCUS, A. & FEELEY, J. Activation of protein synthesis in the imbibition phase of seed germination. Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A., 51 : 1075 - 1079. 1964.
- _____ ; _____ & VOLCANI, T. Protein synthesis in imbibed seeds, III. Kinetics of amino acid incorporation ribosome activation, and polysome formation. Plant Physiol. 41 : 1166 - 1172. 1966.
- MEYER, B.S. & ANDERSON, D.B. Plant Physiology. 2nd ed. D. Van Nostrand Company, Inc. New York, 1952. 784 p.
- MITTAL, S.P. & MATHUR, S.N. Effect of white light and gibberellin on tomato seed germination. Physiol. Plant., 18 : 789 - 804. 1965.
- NEKRASOVA, T.V. The effect of gibberellic acid on the germination of seeds and the growth of seedlings of fruit plants. Fiziologiya Rastenii, 7 (1) : 106 - 109. 1960.
- NOGGLE, G.R. & FRITZ, G.J. Introductory Plant Physiology. Prentice-Hall, Inc., Englewood cliffs, New Jersey, 1976. 688 p.
- ODEGBARO, O.A. & SMITH, O.E. Effects of kinetin, salt concentration and temperature on germination and early seedling of *Latuca sativa*, L. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 94 : 167 - 170. 1969.
- OGAWA, Y. Effects of various factors on the increase of α -amilase activity in rice endosperm induced by gibberellin A₃. Plant Cell Physiol., 7 : 509 - 517. 1966.

- PALEG, L.G. Physiological effects of gibberellic acid: I. On carbohydrate metabolism and amylase activity of barley endosperm. Plant Physiol., 35 : 293 - 299. 1960.
- _____. Physiological effects of gibberellic acid: II. On starch hydrolyzing enzymes of barley endosperm. Plant Physiol. 35 : 902 - 906. 1960.
- PAVLISTA, A.D. & HABER, A.H. Embryo expansion without protusion in lettuce seeds. Plant Physiol., 45 : 636 - 637. 1970.
- PEQUENO, A.F. A Indústria da Borracha no Estado do Ceará. Monografia Nº 6. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. Superintendência da Defesa da Borracha. Rio de Janeiro, 1913. 34 p.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de Estatística Experimental. 5a. ed. Piracicaba. Esc. Sup. Agro. "Luiz de Queiroz", 1973. 430 p.
- POPINIGIS, F. Fisiologia de sementes. Brasília. AGIPLAN. 1977.
- PORTO, F. & SIEGEL, S.M. Effects of exposures of seeds to various physical agents. Bot. Gaz., 122 : 70 - 71. 1960.
- PULS, E.E.J. & LAMBETH, V.N. Effect of age and growth regulating substances on metabolism and germination of tomato seeds. HortScience, 6(3) : 279. 1971.
- RADLEY, M. Site of production of gibberellin-like substances in germinating barley embryos. Planta, 75 : 164 - 171. 1967.
- _____. The effect of endosperm on the formation of gibberellin by barley embryos. Planta, 86 : 218 - 223. 1969.
- RIBEIRO, J.P. A Indústria da Borracha no Estado do Maranhão. Monografia Nº 4. Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio. Superintendência da Defesa da Borracha. Rio de Janeiro, 1913. 40p.

- RIJVEN, A.H.G.C. & PARKASH, V. Action of kinetin on cotyledons of fenugreek. Plant Physiol., 47 : 59 - 64. 1971.
- ROSS, J.D. & BRADBEER, J.W. Concentrations of gibberellin in chickpea hazel seeds. Nature, 220 : 85 - 86. 1968.
- SANKHLA, N. & SANKHLA, D. Reversal of (\pm)-abscisin II induced inhibition of lettuce seed germination and seedling growth by kinetin. Physiol. Plant ., 21 : 190 - 195. 1968.
- SMITH, J.G. & BRADFORD, Q.Q. The Cearā Rubber Tree in Hawaii. Bulletin No 16. Hawaii Agricultural Experiment Station. Washington, 1908.
- SMITH, O. E.; YEN, W. & LYONS, J.M. The effects of kinetin in overcoming high-temperature dormancy of lettuce seed. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 93 : 444 - 453. 1968.
- SPARKS, D. & POKORNY, F. A. Effect of the shell on germination of pecan nuts. HortScience, 2(4) : 145 - 146. 1967.
- SVEJDA, F. Effect of temperature and seed coat treatment on the germination of rose seeds. HortScience, 3(3) : 184 - 185. 1968.
- _____ ; ITO, T. & AKASAWA, T. Enzymic mechanism of starch breakdown in germinating rice seeds. Plant Physiol., 46 : 650-654. 1970.
- TEARE, I. D.; LAW, A.G. & WILSON, V.E. Response of *Pisum sativum* L. to gibberellic acid seed treatment. Agron. J., 62 : 291 - 293. 1970.
- TIGRE, C.B. Estudos de Silvicultura Especializada do Nordeste. Congresso Brasileiro de Plantas Tropicais. Mossoró, Rio Grande do Norte, XII : 114 - 117. 1976.

- TORREY, J.G. Kinetin as trigger for mitosis in mature endomitotic plant cells. Exp. Cell Res., 23 : 281 - 299. 1961.
- UPHOF, J.C.T. The Rubber from Manihot. Technical Bulletin Nº 7. Rubber Division. Technical Section. 1943. 8 p.
- VARNER, J.E. Gibberellic acid - controlled synthesis of α -amylase in barley endosperm. Plant Physiol., 39 : 413 - 415. 1964.
- WEAVER, R.J. Plant Growth Substances in Agriculture. W. H. Freeman and Company. San Francisco, U.S.A., 1972. 594 p.
- WELCH, N.C. Kinetin improves lettuce germination. Calif. Agricul., december, 1976.
- ZEHNTNER, L. Estudo sôbre as Maniçobas do Estado da Bahia, em Relação ao Polígono das secas. Publicação 41. Série 1, A - Botânica. Ministério da Viação e Obras Públicas. Inspetoria de Obras Contra as Sêcas. Rio de Janeiro, 1914, 113 p.