RELAÇÕES ENTRE DISPONIBILIDADE DE ÁGUA, TRATAMENTO FUNGICIDA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (Zea mays L.)

WALTER RODRIGUES DA SILVA
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Júlio Marcos Filho

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

PIRACICABA
ESTADO DE SÃO PAULO - Brasil
Janeiro - 1989

S586r Silva, Walter Rodrigues
Relações entre disponibilidade de água, tratamento fungicida e germinação de sementes de milho (Zea mays L.). Piracicaba, 1989.
113p.

Tese - ESALQ
Bibliografia.

1. Milho - Semente - Disponibilidade hídrica
2. Milho - Semente - Germinação 3. Milho - Semente - Tratamento fungicida I. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.15

RELAÇÕES ENTRE DISPONIBILIDADE DE ÁGUA, TRATAMENTO FUNGI
CIDA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (Zea mays L.)

WALTER RODRIGUES DA SILVA

Aprovada em: 16/03/1989

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Júlio Marcos Filho	ESALQ/USP
Prof. Dr. Oswaldo Pereira Godoy	ESALQ/USP
Prof. Dr. Silvio Moure Cicero	ESALQ/USP
Prof. Dr. João Nakagawa	FCA/UNESP
Prof. Dr. Nelson Moreira de Carvalho	FCAVS/UNESP

Prof. Dr. Júlio Marcos Filho
Orientador

À Adélia e à Beatriz, profes-
soras de vida, o beijo filial.

Ao Renato e ao André, exemplos
de conduta a serem assimilados,
o beijo paternal.

À Tuca, o beijo amigo.

AGRADECIMENTO

- Ao Professor Júlio Marcos Filho pela orientação permanente, segura, respeitosa e amiga.
- Ao Professor Zilmar Ziller Marcos, por ensinar que pensar pode ser um agradável exercício para o fortalecimento da razão.
- Ao Professor Décio Barbin, à estagiária Elisete Alleoni Marcos e ao analista Gabriel Adrian Sarries pelas efetivas participações nos trabalhos de análise estatística.
- Aos Engenheiros Agrônomos Ana Dionisia L.C. Novembre, Mirian Therezinha Souza da Eira, Alberto Sergio do Rego Barros, Maria Heloisa D. Moraes e ao acadêmico Eduardo Gonzalez Pinto pela colaboração na execução dos testes de laboratório.
- Aos Professores Silvio Moure Cicero e Francisco Ferraz de Toledo pelo constante apoio.
- À Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) e à Altas/Grupo Ultra-Divisão Química pelas doações respectivas de sementes e do soluto empregados na pesquisa.

Ao Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pelas facilidades proporcionadas.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	viii
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1. Escolha e caracterização dos lotes	21
3.2. Obtenção dos tratamentos	23
3.3. Determinações e Esquemas estatísticos ...	26
3.3.1. Estudo 1	26
3.3.2. Estudo 2	30
3.3.3. Estudo 3	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1. Caracterização dos lotes	39
4.2. Estudo 1	43
4.3. Estudo 2	58
4.4. Estudo 3	76
4.5. Considerações finais	95

Página

5. CONCLUSÕES 97

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 99

RELAÇÕES ENTRE DISPONIBILIDADE DE ÁGUA, TRATAMENTO FUNGICIDA E GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (Zea mays L.).

Autor: Walter Rodrigues da Silva

Orientador: Prof. Dr. Júlio Marcos Filho

RESUMO

Objetivando estudar, fundamentalmente, algumas das relações existentes entre a disponibilidade de água e o comportamento das sementes de milho durante a germinação, o presente trabalho foi desenvolvido empregando substratos com potenciais hídricos variáveis entre 0 e -12 atm, através do uso de soluções aquosas de polietileno glicol (PEG), durante diferentes períodos de tempo.

A metodologia adotada proporcionou dois enfoques principais à pesquisa. No primeiro deles, realizado em duas etapas denominadas Estudos 1 e 2, a deficiência hídrica foi diretamente comparada à condição de plena disponibilidade de água, em idênticos períodos de exposição. No segundo (Estudo 3), os déficits eram admitidos como pré-condicionadores fisiológicos; para tanto, os períodos de deficiência eram sucedidos por prazos fixos de 5 dias sem limitações hídricas e comparados com uma testemunha que permane

ceu, igualmente, sem restrições quanto à disponibilidade de água durante 5 dias.

As sementes, tratadas ou não com produto fungicida em dosagem única, tiveram o seu comportamento avaliado quanto à capacidade de absorção de água, à emissão das estruturas embrionárias, à qualificação das plântulas e ao seu crescimento.

A análise e a interpretação dos resultados forneceram as seguintes conclusões::

- A deficiência hídrica retarda a absorção de água e o desenvolvimento das plântulas durante a germinação das sementes. O atraso no desenvolvimento, contudo, geralmente se atenua quando o ambiente deixa de apresentar limitações quanto à disponibilidade de água.

- O pré-condicionamento fisiológico das sementes de milho em ambientes hidricamente deficitários é técnica que, se devidamente elucidada em seus detalhes, pode trazer benefícios ao desempenho das sementes.

- O tratamento químico, fungicida, escolhido entre os produtos e as doses recomendadas para o milho, não trouxe as vantagens esperadas ao desempenho das sementes.

RELATIONS AMONG WATER AVAILABILITY, FUNGICIDE TREATMENT AND
CORN SEED GERMINATION

Author: Walter Rodrigues da Silva

Adviser: Prof. Dr. Júlio Marcos Filho

SUMMARY

Objectifying to study, fundamentally, some relations between the availability of water and the performance of corn seeds during the germination, the present work was developed employing substrates with variable hydric potential between 0 and -12 atm, through the use of aqueous solutions of polyethylene glycol (PEG) during different periods of time.

The adopted methodology provided two main objectives to the research. In the first of them, realized in two stages called Studies 1 and 2, the water deficit was directly compared to the condition of absolute availability of water, in identical periods of exposition; in the second objective (Study 3) the deficits were admitted as osmotic seed treatment; in such a way, the deficient periods were succeeded by fixed term of 5 days without hydric limitations and compared on a control that remained equally reservations as to the quantity of water during 5 days.

The seeds, treated or didn't treat with fungicide product, had their performance evaluated as to the capacity of absorption of water, as to the emergence of embrionic structures, as to seedling qualification and as to its growth.

The analysis and interpretation of results provided the following conclusions:

- The water deficit retards the hydration and the development of the seedlings during the germination. The delay in the development, however, generally attenuate when the environment stays without water limitations.

- The physiological pre-treatment of corn seeds through water stress is a technique that if it is known in its details, can bring benefits to the seed performance.

- The fungicide chemical treatment, chose among the products and the quantities regarded to the corn, didn't bring the advantages expeted on the seed performance.

1. INTRODUÇÃO

A água é uma substância permanentemente detectável nas relações dinâmicas entre o solo, as plantas e a atmosfera. Com participação direta, em todos os processos mantenedores da vida, se situa como um fator cuja disponibilidade pode selecionar as espécies e definir a sua distribuição em diferentes áreas geográficas.

A história do homem nunca pôde desconsiderar a água como item controlador da própria sobrevivência, tanto pela sua necessidade direta como por sua presença obrigatória na obtenção de alimentos. Com isso, a agropecuária, uma atividade de organização particular para a produção de nutrientes, depende diretamente da água e, portanto, justifica o estudo dessa substância sob qualquer ponto de vista.

Para as plantas, a importância de água é permanente, ainda que possam ser reconhecidos períodos críticos de maior dependência. Naquelas multiplicadas por sementes a fase de estabelecimento em campo, representada pela germinação e pela emergência das plântulas define um ponto,

efetivo participante do retorno produtivo, de íntima sujeição à disponibilidade hídrica.

Apesar disso, somente os recursos científicos mais modernos têm sido eficientes para revelar as primeiras bases do conhecimento sobre as relações entre a água e as sementes em germinação.

As pesquisas, primeiramente voltadas a determinar as necessidades hídricas para garantir a germinação, passaram a exigir um maior conhecimento dos fenômenos fisiológicos envolvidos no processo de absorção. Este tipo de aprofundamento detalhou subfases de características específicas que, interrelacionadas, compõem o processo completo de entrada suplementar da água na semente e a reação final, denominada germinação.

Durante esses estudos, foram observados fenômenos totalmente desconhecidos como, por exemplo, a capacidade de regeneração de tecidos desorganizados pela deterioração. Com isso, foram abertas fronteiras ligadas à recuperação qualitativa de sementes que, em princípio, apresentariam pequenas possibilidades de conseguir estabelecimento no substrato.

Partindo da hipótese de que a disponibilidade hídrica, durante a absorção, influi nos processos relacionados com a germinação das sementes de milho, o presente trabalho ob-

jetivou:

- Verificar a interferência da deficiência hídrica na marcha de absorção de água pelas sementes.
- Estudar o significado do controle do período de embebição em uma eventual recuperação da qualidade fisiológica das sementes.
- Avaliar a relação entre o tratamento fungicida e o desempenho das sementes, consideradas diferentes situações de deficiência hídrica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

As relações entre a água e a semente não devem deixar de considerar o solo como meio de transporte hídrico.

A molécula de água pode ser vista como um dipolo elétrico (LABOURIAU, 1983) capaz de interferir no potencial hídrico do solo, daqui em diante denominado por ψ_s . A condição de solo saturado define o " $\psi_s = 0$ ", convencionalmente quantificado para caracterizar o estado da água pura e totalmente livre (HEGARTY, 1977; YOUNG et alii, 1983 e BEWLEY & BLACK, 1984).

As variações da quantidade de água no solo promovem oscilações do ψ_s em uma escala negativa de valores que, na literatura, são expressos em pascal, bar ou atmosfera. Em termos relativos, essas unidades apresentam, segundo BEWLEY & BLACK (1984), a seguinte equivalência: 1 MPa = 10 bar = 9,87 atm.

Dessa maneira, a secagem de um solo conduz o ψ_s a valores progressivamente mais negativos e, portanto, mais baixos, como resultado da expressão das forças de atra

ção entre a molécula dipolar da água e as cargas elétricas, positivas ou negativas, existentes no solo (YOUNG et alii, 1983). Da mesma forma, a adição de íons ao solo, como acontece na adubação, coopera para a redução do ψ_s (GRAY, 1975 e GRAY & STECKEL, 1976).

Ainda considerando o solo como substrato, a presença de água, em ψ_s próximo ou igual a zero, não é de interesse para as espécies desprovidas de mecanismos especiais (p. ex. aerênquima). Nestas condições são detectáveis prejuízos provenientes das dificuldades de aeração e consequente carência de oxigênio (RAZERA, 1982 e PESKE, 1983) ou de danos embrionários provocados por embebição demasiadamente rápida na germinação (PESKE, 1983). A expressão dos citados prejuízos, tem sido revelada por retardamento do desenvolvimento radicular (GRABLE & DANIELSON, 1965), redução da emergência (PESKE, 1983) e elevação da incidência de microrganismos nas sementes em germinação (NORTON, 1986).

A disponibilidade hídrica é vista como uma limitação para o cultivo, em especial nas regiões tropicais, uma vez que, sob o aspecto térmico, as plantas não sofrem restrições acentuadas nas épocas normais de semeadura (GOMES, 1982). Por esse motivo, as escolhas de espécies, cultivares e épocas de semeadura tem considerado a água como fator seletivo (WILLIAMS et alii, 1967; MCWILLIAM & PHILLIS, 1970; MAGALHÃES & CARELLI, 1972, MACHADO et alii, 1976;

MUCHENA & GROGAN, 1977; GOMES et alii, 1980; ADEGBUYI et alii, 1981 e CAMARGO, 1982).

A presença de água, apesar de reconhecidamente interveniente nos estádios adiantados do desenvolvimento vegetal, como por exemplo na iniciação floral, fertilização e enchimento de grãos (SILVA & ANTUNES, 1980 e MAGALHÃES & SILVA, 1987), já se constitui em fator crítico na fase de embebição das sementes.

As sementes têm potenciais hídricos extremamente reduzidos; em milho, por exemplo, foram encontrados valores de -4000 bar (SHAYKEWICH, 1973), seguramente inferiores aos dos solos agricultáveis. Este fato garante, inicialmente, a entrada de água na semente que, paulatinamente, eleva a sua difusão interna pela ampliação da área e redução de bloqueios nas vias de fluxo (SHAYKEWICH, 1973 e YOUNG et alii, 1983). Após a fase inicial de absorção, os potenciais hídricos da semente e do solo tendem a ficar muito próximos; assim, o fluxo inicialmente estabelecido pode ser alterado por quaisquer reduções do ψ_s (YOUNG et alii, 1983) ou por problemas na condutividade hidráulica do solo (COLLIS-GEORGE & HECTOR, 1966).

Dessa forma, quando considerada a dinâmica própria da natureza, admite-se que a semente depositada no solo necessite conviver com sucessivos ciclos de hidratação e secagem, conforme forem ocorrendo variações na disponibi-

lidade hídrica (HEGARTY, 1977).

A velocidade de absorção de água pelas sementes decresce com a redução do ψ_s (PARMAR & MOORE, 1968 e BRADFORD, 1986), o que vem ampliar o período necessário para que seja atingido o teor mínimo de água requerido para o início da emergência do eixo embrionário (HUNTER & ERICKSON, 1952; PHILLIPS, 1968; LABOURIAU, 1983 e CARVALHO & NAKAGAWA, 1983). Nesta situação, PHILLIPS (1968) observou contrariamente ao esperado, que sementes de milho emitiram a raiz antes que fosse alcançado o grau de umidade normalmente exigido pela espécie.

Em termos genéricos, os tecidos do embrião a apresentam maior capacidade de absorção que os demais componentes da semente (BURCH & DELOUCHE, 1959 e BEWLEY & BLACK, 1984). Este fato explica o motivo pelo qual as sementes de maior relação volumétrica "embrião/endosperma" tenham embebição mais veloz (MARCOS FILHO, 1986). A entrada de água na semente, durante a germinação, obedece a um padrão trifásico, assim caracterizado:

- FASE I: Também conhecida como embebição, constitui-se em período no qual o potencial hídrico da semente, bastante inferior ao do solo, estimula a ocorrência de um rápido fluxo no sentido solo-semente (BEWLEY & BLACK, 1984). O ganho de água independe das atividades metabólicas, o que justifica a sua ocorrência mesmo nas sementes mortas (LABOURIAU, 1983). Paralelamente à entrada de água, as se-

mentos liberam, para o ambiente perimetral, açúcares, ácidos orgânicos, aminoácidos e vários íons, em quantidades inversamente proporcionais ao estado de organização dos sistemas de membranas e à atividade dos mecanismos de reparo; sobre este particular os açúcares, de modo mais efetivo, favorecem o estabelecimento de populações de patogênos (MARCOS FILHO, 1986).

- FASE II: Nesta oportunidade, após a realização da Fase I, a semente apresenta potencial hídrico bastante próximo ao do solo. Aqui, a continuidade da absorção passa a ser dependente da intensa atividade metabólica preparatória para a emissão do eixo embrionário (BEWLEY & BLACK, 1984); o acréscimo de água é linear (LABOURIAU, 1983) e não leva a expressivos acréscimos porcentuais, em comparação com a Fase I (BRADFORD, 1986). A sua duração é superior à da Fase I, havendo sido relatados em milho períodos 8 a 10 vezes maiores (MARCOS FILHO, 1986). Finalmente, pela necessidade de metabolismo, esta fase não é detectada em sementes mortas (LABOURIAU, 1983 e BEWLEY & BLACK, 1984).

- FASE III: Seu início é coincidente com a emissão do eixo embrionário (LABOURIAU, 1983), característica em sementes vivas e não dormentes, como resultado do aumento em número e em tamanho das células (MARCOS FILHO, 1986). A entrada de água é novamente intensificada e promou

vida, fundamentalmente, pela raiz (LABOURIAU, 1983 e BEWLEY & BLACK, 1984) que, via de regra, é emitida anteriormente à parte aérea (GOMES & KARAZAWA, 1982; FANCELLI & LIMA, s.d.; LABOURIAU, 1983 e BEWLEY & BLACK, 1984). A desidratação neste período é prejudicial, podendo provocar a morte da plântula (DELTOUR & JACOMARD, 1974; HEGARTY, 1977 e BRADFORD, 1986).

A germinação pode ser vista como uma retomada do processo de troca de matéria e energia, entre a semente e o ambiente, francamente reduzido após a maturidade (LABOURIAU, 1983). Neste processo, a atuação da água permite considerá-la como o principal agente estimulador e controlador, promovendo o amolecimento do tegumento ou da estrutura equivalente, o aumento do volume do embrião e dos tecidos de reserva, estímulos à atividade enzimática básica para a realização da digestão, da translocação e da assimilação dos nutrientes e, conseqüentemente, o crescimento do eixo embrionário (CAMARGO, 1982; YOUNG et alii, 1983 e MARCOS FILHO, 1986).

Com referência aos aspectos hormonais, há evidências de que a citocinina tem ação positiva na resistência ao estresse hídrico, contrariamente ao ácido abscísico que atua no sentido inverso, ou seja, no aumento da permeabilidade radicular à água (KHAN et alii, 1976).

De uma maneira geral, a redução progressiva

do Ψ_s apresenta tendências de redução na porcentagem e velocidade de germinação e de emergência (HUNTER & ERICKSON, 1952; COLLIS-GEORGE & HECTOR, 1966; PARMAR & MOORE, 1968; MC WILLIAM & PHILLIS, 1970; DASBERG & MENDEL, 1971; MAGALHÃES & CARELLI, 1972; ARNOLD, 1974, ELSHARKAWI & SPRINGEL, 1977; ADEGBUYI, 1981; THERIOS, 1982; PESKE, 1983; YOUNG et alii, 1983; PESKE & DELOUCHE, 1985 e BRADFORD, 1986).

A inibição plena da germinação acontece em potenciais hídricos que variam com a espécie e o cultivar, o que exige pesquisas especialmente dirigidas à sua definição; apesar disso, valores ao redor de -8 bar são considerados como adequados para a maior parte das espécies cultivadas (YOUNG et alii, 1983). A título de exemplo, podem ser citados resultados de -7,6 a -10 bar para gramíneas forrageiras (WATT, 1982), de -12,5 atm para milho (HUNTER & ERICKSON, 1952) e de -10 bar para sorgo, trigo, cevada e milho (BODSWORTH & BEWLEY, 1981).

Muito embora seja notada uma carência de pesquisas que associem efeitos da disponibilidade hídrica, da temperatura e a germinação das sementes (LABOURIAU, 1983; YOUNG et alii, 1983 e ANDRIGUETO, 1985), os resultados encontrados sugerem que, sob temperaturas ótimas, o déficit hídrico é mais tolerado; da mesma maneira, quando garantido o suprimento adequado de água, as variações de temperatu-

ra para limites fora do ideal são menos acusadas pelas sementes (SPRINGFIELD, 1966; TADMOR et alii, 1969 e RAZERA, 1982).

A resposta das sementes colocadas para germinar sob deficiência hídrica, tem se mostrado dependente da qualidade fisiológica e do tamanho individual das mesmas. Em linhas gerais, menor qualidade fisiológica (PARMAR & MOORE, 1968 e MATTHEWS & POWELL, 1986) e maiores tamanhos (EDWARDS & HARTWIG, 1971; MUCHENA & GROGAN, 1977 e RAZERA, 1982) têm sido associados aos piores desempenhos nessa condição.

Excesso ou falta de água representam situações em que os problemas fitopatológicos podem se agravar nas sementes em germinação. No primeiro caso, a embebição, demasiadamente rápida, reduz o período disponível para que as membranas celulares se reorganizem e, como consequência, há uma expressiva liberação de solutos que passam a agir como substrato para os microrganismos presentes no ambiente (PESKE & DELOUCHE, 1985); no segundo caso, o retardamento na germinação e na emergência proporciona uma ampliação no tempo de exposição à ação dos patógenos (PESKE, 1983 e MARCOS FILHO, 1986), acarretando prejuízos ao desempenho das sementes (HUNTER, & ERICKSON, 1952).

Em função dos motivos anteriormente citados, o tratamento fungicida das sementes tem sido recomendado

nas sementeiras, tanto em substratos hidricamente deficientes (TEKRONY et alii, 1976; KHAN et alii, 1978; KHAN et alii, 1980/81; KNYPL & KHAN, 1981; PESKE, 1983; YOUNG et alii, 1983; FRANÇA NETO et alii, 1985; PESKE & DELOUCHE, 1985 e EIRA, 1987), como naqueles saturados (PESKE, 1983 e PESKE & DELOUCHE, 1985).

Os efeitos da disponibilidade hídrica se prolongam após a emergência do eixo embrionário, com reflexos sobre o desenvolvimento das plântulas. De uma maneira geral, a carência hídrica promove prejuízos tanto à raiz quanto à parte aérea (PARMAR & MOORE, 1968; MAGALHÃES & CARELI, 1972; EL-SHARKAWI & SPRINGUEL, 1977; YOUNG et alii, 1983 e MAGALHÃES & SILVA, 1987), muito embora esta última pareça proporcionalmente mais afetada em sorgo e em milho (PARMAR & MOORE, 1968; EL-SHARKAWI & SPRINGUEL, 1977 e MAGALHÃES & SILVA, 1987).

Em termos de estabelecimento das plântulas no campo, BRADFORD (1986) situou o excesso e o déficit hídricos como fatores desfavoráveis, juntamente às temperaturas extremas, à salinidade, às crostas do solo e às presenças de patógenos e insetos. Tais prejuízos se expressam através da redução inicial na população de plantas (FANCELI & LIMA, s.d.), da deficiência nutricional proveniente da lavagem do solo descoberto e da desuniformidade na emer

gência (GOMES & KARAZAWA, 1982). Contudo, estresses hídricos na cultura do milho, durante a fase inicial do estabelecimento das plântulas, podem estimular o desenvolvimento radicular (SILVA & ANTUNES, 1980) e não chegam a interferir nos modelos empregados para a previsão da produtividade (SILVA et alii, 1987).

Apesar do grande número de pesquisas voltadas ao estudo das relações entre a água e as sementes, devem ser ressaltadas algumas dificuldades experimentais que comprometem o perfeito entendimento dos fenômenos aí envolvidos, conforme relataram TADMOR et alii (1969) e YOUNG et alii (1983):

a) Nos trabalhos conduzidos em laboratório, o controle de potencial hídrico é, preferencialmente, realizado através do uso de soluções hídricas concentradas, como forma de contornar as complicações experimentais inerentes a essa prática em solo. Este procedimento, contudo, não representa com exatidão o conjunto de fenômenos que ocorrem na natureza.

b) Os estudos com diferentes ψ_s consideram uma inalteração dos tratamentos ao longo do tempo. Na natureza, porém, a movimentação da água no solo, a evaporação e o próprio consumo pela semente fornecem valores pouco constantes e, portanto, diferentes daqueles testados.

Durante o processo de germinação, conforme o já relatado, a semente libera várias substâncias para a solução que a envolve (HENDRICKS & TAYLORSON, 1976, PESKE & DELOUCHE, 1985 e MARCOS FILHO, 1986). Este processo de transferência pode ser ampliado com a deterioração, em razão da progressiva desorganização dos sistemas de membranas celulares (WOODSTOCK & TAO, 1981 e LABOURIAU, 1983) e agravado em situações de temperaturas subótimas para a germinação (CAL & OBENDORE, 1972).

A desorganização das membranas celulares conduz à uma redução no controle das relações de troca entre a semente e o solo, com sensíveis prejuízos para a primeira relacionados ao metabolismo e ao gerenciamento da entrada de água. O resultado desse desequilíbrio é conhecido como dano por embebição, facilmente detectado pela elevada exsudação de eletrólitos ao meio, quando há um grande diferencial entre os potenciais hídricos da semente e do solo (PESKE, 1983).

A reparação das membranas pode ocorrer, naturalmente, durante a hidratação das sementes com a reorganização dos fosfolipídios que a compõem (PANDEY, 1988). Para tanto, o prolongamento do tempo de embebição tem se mostrado eficiente e tem norteado as pesquisas que tentam o revigoramento das sementes. Estas, apesar de variáveis quanto ao método, baseiam-se na premissa de que, provocando-se a

embebição lenta, há possibilidade do aparecimento de acrêscimos na qualidade fisiológica das sementes, tanto pela restauração das membranas como, possivelmente, por uma reorganização metabólica a nível celular (KNYPL et alii, 1980; KNYPL & KHAN, 1981; WOODSTOCK & TAO, 1981; WOODSTOCK & TAYLORSON, 1981; PESKE, 1983; TILDEN & WEST, 1985 e PANDEY, 1988).

As técnicas que buscam o revigoramento pela ampliação do tempo de embebição são, genericamente, denominadas pré-condicionamento fisiológico (KHAN et alii, 1976). Metabolicamente, parecem estar relacionadas à ativação ou síntese de enzimas encarregadas da mobilização de gorduras e proteínas (KHAN et alii, 1978) e, conseqüentemente, à formação de ésteres fosfatados e glicose (KNYPL & KHAN, 1981). Paralelamente, tem sido constatada a redução das quantidades de ácido abscísico, ou de outros inibidores, com favorecimento à germinação (KHAN et alii, 1978; KNYPL & KHAN, 1981).

A realização do pré-condicionamento fisiológico, permite a lenta absorção de água até um limite inferior ao requerido para a emissão do eixo embrionário, o que permite à semente realizar todos os processos metabólicos preparatórios à germinação (HEYDECKER et alii, 1975 e BRADFORD, 1986). Com o controle do potencial hídrico do substrato, a semente pode permanecer sem adentrar à fase de crescimento embrionário, o que permite aos indivíduos do lote cer

ta uniformização quanto ao estado metabólico; tão logo o fornecimento de água seja ampliado, o crescimento é acionado quase que imediatamente (HEYDECKER et alii, 1975).

Dessa maneira, os objetivos do pré-condicionamento fisiológico são voltados a uniformizar e acelerar a germinação do lote, elevar a resistência das sementes às condições subótimas de temperatura, homogeneizar o desenvolvimento inicial das plântulas e, finalmente, influir positivamente sobre a produção (HEYDECKER et alii, 1975 e KHAN et alii, 1980/81). Portanto, são esperadas a redução no tempo de contato direto entre a semente e o solo e, consequentemente, a menor possibilidade do ataque de patógenos e insetos (KHAN et alii, 1976 e HERNER, 1986); além disso, as elevações de velocidade e de uniformidade na emergência contribuem para favorecer a competição das plantas cultivadas com o mato (HEYDECKER et alii, 1975; KHAN et alii, 1976 e AKALEHIYWOT & BEWLEY, 1977).

Existem várias maneiras de efetuar o pré-condicionamento em sementes. Contudo, devem ser considerados a espécie, o cultivar, o potencial hídrico do meio fornecedor de água, a temperatura e a duração do tratamento (HEYDECKER et alii, 1973, HEYDECKER et alii, 1975 e TONKIN, 1985).

O método que emprega ciclos de hidratação controlada seguida de secagem, é conhecido por "endurecimento"

ou, segundo HEYDECKER et alii, (1973) e BRADFORD, (1986), por "hardening" ou "advancing". Nele, considera-se que a embebição promove o revigoramento enquanto a desidratação o fixa (HANSON, 1973). Os resultados das pesquisas, que o envolveram, deram conta de acréscimos qualitativos para as sementes (AUSTIN, 1969; HEGARTY, 1970; HEYDECKER et alii, 1973; HANSON, 1973 e VILLIERS & EDGCUMBE, 1975).

O controle da hidratação por intermédio de soluções é denominado pré-condicionamento osmótico ou "priming", muito embora STEUTER et alii, (1981) tenham sugerido o termo matricial em lugar do osmótico. A escolha do soluto deve recair sobre um material quimicamente inerte e que, no caso de penetrar na semente em decorrência de seu baixo peso molecular, não provoque efeitos tóxicos (KAUFMANN & ROSS, 1970 e YOUNG et alii, 1983), como os detectados com o uso do cloreto de sódio (PRISCO & O'LEARY, 1970 e MACHADO et alii, 1976).

O produto, mais generalizadamente adotado nessa prática, tem sido o polietileno glicol, também conhecido por PEG. Os seus alto peso molecular e inércia química, com a ausência de toxicidade sobre as plantas, têm permitido a recomendação para os estudos que requeiram o controle da hidratação das sementes, (MANCHAR, 1966; PARMAR & MOORE, 1968; PRISCO & O'LEARY, 1970; HEYDECKER, et alii, 1975;

YOUNG et alii, 1983 e TONKIN, 1985). A calibração da concentração das soluções com PEG, visando atingir potenciais hídricos predeterminados, foi proposta por WALDREN & MANBEIAN (1970) e por MICHEL & KAUFMAN (1973), permitindo facilidades aos usuários dessa técnica. Como observações particulares em seu comportamento, foram notados efeitos prejudiciais ao crescimento de pêlos absorventes, quando usadas altas concentrações (JACKSON, 1962), uma variação no potencial hídrico atingido para uma mesma concentração em temperaturas diferentes (MICHEL & KAUFMAN, 1973) e, apesar da ausência de efeitos na absorção, dificuldades operacionais no manuseio do PEG 20000 com peso molecular superior ao do PEG 6000 (HADAS, 1976).

Os resultados obtidos com o uso do pré-condicionamento não podem ser considerados como conclusivos. Ao mesmo tempo em que foram detectadas a aceleração e sincronização da germinação em condições ideais (HEYDECKER et alii, 1973; AKALEHIYWOT & BEWLEY, 1977; ADEGBUYI, et alii, 1981 e KNYPL & KHAN, 1981), a velocidade de emergência no campo pode não ser alterada (KHAN et alii, 1980/81). Ainda admitidas condições ideais para a germinação, os valores finais encontrados se elevaram (KNYPL & KHAN, 1981), não foram modificados (HEYDECKER, et alii, 1973 e ADEGBUYI et alii, 1981) ou se reduziram, apesar de haver estímulo ao crescimento radicular (SINCLAIR, 1979). Em situações de temperatura subó-

tima, a aceleração e sincronização da germinação e da emergência têm sido uma constante (HEYDECKER et alii, 1975; KHAN et alii, 1978; KNYPL et alii, 1980; ADEGBUYI et alii, 1981; BODSWORTH & BEWLEY, 1981 e KNYPL & KHAN, 1981).

No que se refere à condição fisiológica inicial das sementes, o pré-condicionamento mostrou-se vantajoso, em termos de desempenho, nos lotes considerados como de baixo vigor (TILDEN & WEST, 1985; MATTHEWS & POWELL, 1986 e EIRA, 1988), muito embora sementes recém colhidas tenham sido prejudicadas e aquelas, envelhecidas ou em avançado estágio de deterioração, não tenham apresentado recuperação (PANDEY, 1988).

Há dúvidas quanto à manutenção dos ganhos qualitativos, promovidos pelo pré-condicionamento, durante as etapas posteriores de secagem e de armazenamento, conforme as observações de KHAN et alii, (1976). Ao mesmo tempo em que ocorrem casos de ausência de interferência (KNYPL & KHAN, 1981), surgem outros detectando prejuízos (BODSWORTH & BEWLEY, 1981 e SAHA & BASU, 1981).

A pequena amplitude de dados disponíveis não permite antever, com segurança, a viabilidade de uso do pré-condicionamento para toda a série de plantas cultivadas (BRADFORD, 1986). Paralelamente, apesar do aparente sucesso obtido em algumas pesquisas, há carência de informações

para que o método possa ser empregado em escala comercial; dentre estas merecem destaque as relacionadas aos aspectos de custo do processo, viabilidade operacional e contenção da atividade de microrganismos (HEYDECKER et alii, 1975 e TONKIN, 1979).

Concluindo, fica clara a impressão de que o estudo da água, referente às suas relações com a fase de estabelecimento das plantas, não está suficientemente detalhado ao ponto de poder fornecer o conjunto de respostas permanentemente demandado pela agropecuária, a cada momento mais tecnificada e variada. Sobre a interação entre a água e as sementes, o pouco que é sabido permite indicar as potencialidades tecnológicas que se acham encobertas pelo desconhecimento; com isso, as pesquisas no assunto, além de necessárias para atender o presente, podem vir a se constituir em alavancas impulsionadoras de progresso futuro como, por exemplo, no campo de recuperação da qualidade fisiológica.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A fase de coleta de dados do presente trabalho foi conduzida, durante o mes de outubro de 1987, nas instalações do Laboratório de Análise de Sementes (Departamento de Agricultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz").

3.1. Escolha e caracterização dos lotes

Foram utilizados dois lotes de *sementes (A e B), geneticamente identificados como um híbrido duplo de milho (HMD 7974) e que apresentavam, segundo o seu histórico, diferenças na qualidade fisiológica e equivalência no tamanho das sementes (100% de retenção em peneira de crivos circulares com 23/64 de polegada).

* Terminologia usualmente empregada para designar o fruto botanicamente denominado cariópse.

Inicialmente, para caracterizar qualitativamente o material, foram realizadas as seguintes determinações em cada um dos lotes:

a) Teste de germinação: foi conduzido em rolos de papel-toalha, com oito repetições de 50 sementes e à uma temperatura constante de 25°C, e seguiu os procedimentos previstos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976),

b) Determinação do grau de umidade: sendo realizado com sementes inteiras, em estufa regulada a $105 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 24 horas, considerou a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976).

c) Exame de sementes infestadas: foi efetuado com duas repetições de 100 sementes e atendeu às prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976).

d) Identificação de sementes com injúrias mecânicas: executado tomando por base o método da tintura de iodo, em duas repetições de 100 sementes, orientou-se pela descrição existente em MARCOS FILHO et alii, (1987).

e) Envelhecimento acelerado: aplicando condições de ambiente de 42°C e 90-100% U.R., durante 96 horas, seguiu o método de câmara de envelhecimento acelerado e demais procedimentos relatados por MARCOS FILHO et alii, (1987), em quatro repetições de 50 sementes cada uma.

f) Teste de frio com solo: realizado aplicando o estresse térmico de 10°C durante 7 dias, utilizou quatro repetições de 50 sementes e as recomendações de MARCOS FILHO et alii (1987).

g) Teste de frio sem solo: semelhante ao método anterior, com exceção feita à presença de solo, também foi conduzido em quatro repetições de 50 sementes e baseou-se no processo detalhado por MARCOS FILHO et alii (1987).

h) Teste de sanidade das sementes: considerando duas repetições de 100 sementes, foi realizado seguindo o método do papel de filtro sem congelamento e as demais recomendações de NEERGAARD (1979).

3.2. Obtenção dos tratamentos

Após a caracterização qualitativa, os lotes foram individualmente submetidos a tratamento fungicida em dois níveis, a saber:

- a) ST: ausência de fungicida
- b) CT: 2 g de Thiabendazol (100 g p.a/kg de sementes, seguindo recomendação de KIMATI et alii (1986).

Posteriormente, foram preparadas várias soluções aquosas de polietileno glicol (PEG 6000), de tal forma que fossem conseguidos potenciais hídricos de 0, -3, -6,

-9 e -12 atm (1 atm equivale, em termos aplicados, a 10^5 Pa). O cálculo das quantidades de soluto foi efetuado com base em MICHEL & KAUFMANN (1973), que apresentaram a seguinte fórmula para essa finalidade:

$$\psi = -(1,18 \times 10^{-2})C - (1,18 \times 10^{-4})C^2 + \\ + (2,67 \times 10^{-4})CT + (8,39 \times 10^{-7})C^2 T$$

onde

ψ = potencial hídrico da solução (atm)

C = g. de PEG 6000/kg H₂O

T = Temperatura em °C

Uma vez obtidas, as soluções eram aplicadas sobre o papel substrato em quantidade equivalente a 2,5 vezes o peso deste último, de acordo com indicações obtidas em testes preliminares.

A semeadura, realizada sobre duas folhas de papel superpostas por repetição, constou da distribuição equidistante de 10 sementes, com as radículas dirigidas para a mesma linha de comprimento do papel e sobre um traço picotado, que dividia a largura do mesmo pela metade.

A seguir, os papéis eram enrolados no sentido do seu comprimento, embalados em sacos plásticos e levados para germinador regulado à temperatura constante de 30°C, em ausência de luz, de maneira que todas as radículas ficassem voltadas para baixo. A manutenção da concentração das soluções foi prevista, pela reposição diária de água, com base na estimativa de consumo verificada em observações de refe

rência, conduzidas paralelamente, através da pesagem dos papéis.

O prazo de permanência das sementes em contato com as soluções foi de 1, 2, 3, 4 e 5 dias, acrescido, invariavelmente, de um período fixo (5 dias de exposição à condição de plena disponibilidade de água (0 atm).

Desta forma, os ambientes de hidratação conseguidos, por lote e por tratamento fungicida, foram os relacionados na tabela 1; a simbologia adotada para as suas designações foi a de indicar o potencial hídrico como base, sem o sinal negativo, e o prazo de permanência como expoente.

Tabela 1. Ambientes de hidratação, por lote e por tratamento fungicida, obtidos a partir de soluções com vários potenciais hídricos e diferentes períodos de exposição. Obs.: A base representa o potencial (atm) e, o expoente, o número de dias de contato.

Dias de exposição (nº)	Ambientes
1	$0^1, 3^1, 6^1, 9^1, 12^1$
2	$0^2, 3^2, 6^2, 9^2, 12^2$
3	$0^3, 3^3, 6^3, 9^3, 12^3$
4	$0^4, 3^4, 6^4, 9^4, 12^4$
5	$0^5, 3^5, 6^5, 9^5, 12^5$
6	$0^6, 3^{1+0^5}, 6^{1+0^5}, 9^{1+0^5}, 12^{1+0^5}$
7	$0^7, 3^{2+0^5}, 6^{2+0^5}, 9^{2+0^5}, 12^{2+0^5}$
8	$0^8, 3^{3+0^5}, 6^{3+0^5}, 9^{3+0^5}, 12^{3+0^5}$
9	$0^9, 3^{4+0^5}, 6^{4+0^5}, 9^{4+0^5}, 12^{4+0^5}$
10	$0^{10}, 3^{5+0^5}, 6^{5+0^5}, 9^{5+0^5}, 12^{5+0^5}$

3.3. Determinações e esquemas estatísticos

As determinações laboratoriais, realizadas com 4 repetições em delineamento estatístico inteiramente casualizado, variaram segundo os três estudos realizados. Estes, de acordo com as suas peculiaridades, abrigaram agrupamentos distintos de ambientes de hidratação, o que acarretou necessárias alterações nos esquemas estatísticos. A comparação entre as médias foi, invariavelmente, realizada pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

3.3.1. Estudo 1: Avaliação da embebição e do desenvolvimento inicial das estruturas embrionárias, sob diferentes potenciais hídricos fixos, em períodos variáveis de 1 a 5 dias.

Este estudo agrupou alguns dos ambientes de hidratação conforme o indicado na tabela 2, para cada lote e tratamento fungicida, segundo o número de dias de contato com as soluções.

Tabela 2. Estudo 1: Agrupamentos de ambientes de hidratação, para cada lote e tratamento fungicida, segundo o número de dias de contato com as soluções.

Dias de contato (nº)	Ambientes
1	$0^1, 3^1, 6^1, 9^1, 12^1$
2	$0^2, 3^2, 6^2, 9^2, 12^2$
3	$0^3, 3^3, 6^3, 9^3, 12^3$
4	$0^4, 3^4, 6^4, 9^4, 12^4$
5	$0^5, 3^5, 6^5, 9^5, 12^5$

Obs.: Os tratamentos $0^1, 0^2, 0^3, 0^4$ e 0^5 foram considerados como testemunhas.

As determinações laboratoriais realizadas, foram conduzidas conforme os seguintes procedimentos:

3.3.1.1. Quantificação da absorção de água

a) Determinação do grau de umidade: seguiu as orientações gerais das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976) para a determinação do grau de umidade, adotando o método da estufa ($105 \pm 3^\circ\text{C}/24$ horas). Os resultados, considerando a média ponderada para o número de semen

tes e de plântulas presentes, foram obtidos em porcentagem.

b) Acréscimo diário na % de H_2O : foi representado pela subtração do valor do grau de umidade encontrado no dia anterior (N-1) daquele presente no dia (N) da avaliação.

3.3.1.2. Estimativa da emissão de estruturas embrionárias

a) Número de epicótilos* emersos: constou da contagem diária dos epicótilos que, em qualquer estado ou estágio de desenvolvimento, haviam rompido o pericarpo das cariôpses. Para fins de análise estatística, os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

b) Número de raízes emersas: conceitualmente idêntica à anterior, utilizou a raiz como objeto de contagem e teve os dados transformados em $\sqrt{x+0,5}$ para uso na análise estatística.

3.3.1.3. Avaliação do crescimento

a) Comprimento do epicótilo: através de avaliações (mm) diárias, forneceu o somatório dos comprimentos da população total presente na repetição.

b) Comprimento da raiz: nos mesmos moldes a

* Define a estrutura completa situada acima do nó cotiledonar.

dotados para o comprimento do epicótilo, considerou a raiz como estrutura de observação.

c) Comprimento da plântula: constou do somatório, dia a dia, dos dados de comprimento obtidos para epicótilo e raiz.

d) Acréscimo diário no comprimento do epicótilo: partindo dos dados obtidos para o comprimento do epicótilo, constou da subtração do valor encontrado no dia anterior (N-1) daquele existente no dia (N) da avaliação.

e) Acréscimo diário no comprimento da raiz: seguindo o procedimento descrito anteriormente para o epicótilo, empregou os dados de raiz.

f) Acréscimo diário no comprimento da plântula: idêntico aos seus equivalentes para epicótilo e raiz, adotou os valores obtidos para o comprimento da plântula.

A análise estatística, independente para cada dia e para cada lote, seguiu o esquema indicado na tabela 3.

Tabela 3. Estudo 1 - Esquema de análise estatística

Causas de Variação	Graus de Liberdade
Ambientes (A)	4
Fungicidas (F)	1
A x F	4
Resíduo	30
Total	39

3.3.2. Estudo 2. Avaliação comparativa entre o desenvolvimento de plântulas submetidas a diferentes ambientes de hidratação, durante períodos variáveis entre 6 e 10 dias.

Esta fase constituiu-se em uma sequência do Estudo 1. Para tanto, foram agrupados os ambientes de hidratação que, após variados períodos de déficit sob diferentes potenciais hídricos, passaram a oferecer plena disponibilidade de água durante um prazo fixo de 5 dias.

Dessa maneira, os ambientes foram agrupados segundo o total de dias de exposição, de acordo com o mencionado na tabela 4, para cada um dos lotes e tratamentos fungicidas.

Tabela 4. Estudo 2. Agrupamentos de ambientes de hidratação para cada lote e fungicida, segundo o número de dias de contato.

Dias de exposição (nº)	Ambientes
6	$0^6, 3^{1+0^5}, 6^{1+0^5}, 9^{1+0^5}, 12^{1+0^5}$
7	$0^7, 3^{2+0^5}, 6^{2+0^5}, 9^{2+0^5}, 12^{2+0^5}$
8	$0^8, 3^{3+0^5}, 6^{3+0^5}, 9^{3+0^5}, 12^{3+0^5}$
9	$0^9, 3^{4+0^5}, 6^{4+0^5}, 9^{4+0^5}, 12^{4+0^5}$
10	$0^{10}, 3^{5+0^5}, 6^{5+0^5}, 9^{5+0^5}, 12^{5+0^5}$

Obs.: Os tratamentos $0^6, 0^7, 0^8, 0^9$ e 0^{10} atuaram como testemunhas.

As determinações laboratoriais foram realizadas de acordo com a metodologia descrita a seguir:

3.3.2.1. Estimativa de emissão de estruturas embrionárias

a) Número de epicótilos emersos: seguiu a metodologia adotada no Estudo 1 para a determinação similar.

b) Número de raízes emersas: empregou os mesmos procedimentos relatados no Estudo 1 para a determinação equivalente.

3.3.2.2. Avaliação qualitativa de plântulas e de sementes não germinadas

a) Número de plântulas normais: admitindo as conceituações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976), considerou a contagem das plântulas normais existentes em cada um dos dias de observação. Para fins de análise estatística, os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

b) Número de plântulas anormais típicas: estimou a presença de plântulas anormais (BRASIL, 1976), por razões que não fossem sanitárias, em cada um dos dias de contagem. Na análise estatística, os dados foram transformados

em $\sqrt{x+0,5}$.

c) Número de plântulas anormais infeccionadas: avaliou a ocorrência de plântulas anormais que achavam-se associadas a microrganismos, com ação aparentemente patogênica, durante o período de observação. Os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$ para a execução da análise estatística.

d) Número de plântulas anormais (típicas + infeccionadas): foi obtido pela soma dos resultados encontrados nas duas determinações anteriormente descritas.

e) Número de sementes mortas: constou da contagem das sementes que, de acordo com as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976), achavam-se mortas em cada um dos dias componentes do presente estudo. Na execução da análise estatística os dados foram transformados em $\sqrt{x+0,5}$.

3.3.2.3. Avaliação do crescimento

a) Comprimento do epicótilo das plântulas normais: representou a média de comprimento (mm) dos epicótilos das plântulas normais contadas segundo a descrição contida no item 3.3.2.2.

b) Comprimento da raiz das plântulas normais: procedimento idêntico ao considerado para o epicótilo tomando a raiz como estrutura para a medição.

c) Comprimento das plântulas normais: obtido pelo somatório dos dados encontrados nas duas determinações anteriores.

d) Comprimento de epicótilo das plântulas (normais + anormais): considerando as plântulas contadas em 3.3.2.2. "a" e "b", representou o somatório do comprimento (mm) dos epicótilos existentes.

e) Comprimento da raiz das plântulas (normais + anormais): semelhante à determinação anterior, voltou-se à medição das raízes.

f) Relação raiz/epicótilo: representou o quociente entre os valores obtidos para o comprimento da raiz das plântulas (normais + anormais) e os do comprimento do epicótilo das plântulas (normais + anormais).

g) Comprimento das plântulas (normais + anormais): resultante do somatório de resultados encontrados nas determinações "d" e "e" deste item 3.3.2.3.

h) Velocidade diária de crescimento do epicótilo das plântulas (normais + anormais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: aplicou os valores encontrados para o comprimento do epicótilo das plântulas (normais + anormais) à fórmula que se segue:

$$\text{Velocidade} = \frac{\text{comprimento no dia N} - \text{comprimento no dia (N-5)}}{5}$$

i) Velocidade diária de crescimento da raiz das plântulas (normais + anormais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: adotando o mesmo procedimento da determinação anterior, empregou os dados obtidos para o comprimento da raiz das plântulas (normais + anormais).

j) Velocidade diária de crescimento das plântulas (normais + anormais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: a partir dos dados de comprimento das plântulas (normais + anormais), empregou a mesma fórmula descrita para o cálculo da velocidade diária de crescimento do epicótilo.

A análise estatística, conduzida independentemente para cada dia e para cada lote, foi baseada no esquema apresentado na tabela 5.

Tabela 5. Estudo 2. Esquema de análise estatística.

Causas de Variação	Graus de Liberdade
Ambientes (A)	4
Fungicidas (F)	1
A x F	4
Resíduo	30
Total	39

3.3.3. Estudo 3. Efeito de várias disponibilidades hídricas, atuando como pré-condicionamento por diferentes períodos, no desenvolvimento posterior das plântulas submetidas à plena disponibilidade de água.

Nesta avaliação, consideraram-se os ambientes 0^5 (Testemunha), 3^1+0^5 , 3^2+0^5 , 3^3+0^5 , 3^4+0^5 , 3^5+0^5 , 6^1+0^5 , 6^2+0^5 , 6^3+0^5 , 6^4+0^5 , 6^5+0^5 , 9^1+0^5 , $9^2+0^5+9^3+0^5$, 9^4+0^5 , 9^5+0^5 , 12^1+0^5 , 12^2+0^5 , 12^3+0^5 , 12^4+0^5 e 12^5+0^5 , com e sem tratamento fungicida.

As determinações laboratoriais efetuadas foram as mesmas descritas em 3.3.2. para o Estudo 2.

A análise estatística, realizada isoladamente para cada lote, baseou-se no esquema indicado na tabela 6.

Tabela 6. Estudo 3. Esquema da análise estatística.

Causas de Variação	Graus de Liberdade
Ambientes (A)	20
Fungicidas (F)	1
A x F	20
Resíduo	126
Total	167

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O presente trabalho buscou algumas informações a respeito do relacionamento entre a água e as sementes de milho, durante o processo de germinação.

As situações de ambiente provocadas artificialmente, e relacionadas com a disponibilidade de água, foram genericamente denominadas "ambientes de hidratação" ou, quando conveniente, simplesmente "ambientes". A convenção, que seria adotada para a sua designação, apresentava o problema de necessitar expressar tanto o potencial hídrico, quanto o prazo de permanência das sementes em seu contato. Por este motivo, foi aplicado o método que colocou, como base numérica, o valor absoluto do potencial hídrico em atmosferas (atm) e, como expoente, o número de dias de permanência das sementes naquela situação. Dessa maneira, a numeração que identificou os ambientes de hidratação das sementes não teve qualquer conotação matemática, somente simbólica. Ainda, sobre este mesmo assunto, optou-se por indicar os valores dos potenciais hídricos que, quando inferiores a zero são convencionalmente apresentados negativamente, sem

qualquer sinal visando simplificar a sua notação.

As unidades constantes na literatura, para quantificar os potenciais hídricos, são rotineiramente o bar, a atmosfera e o pascal. A escolha da atmosfera, como unidade padrão, levou em conta o desuso do bar nos trabalhos mais recentes e, paralelamente, as dificuldades na grandeza relativa do pascal que, de dimensão unitária muito reduzida ($1 \text{ Pa} = 1/10^5 \text{ atm}$), traria desvantagens na sua representação.

Os diversos potenciais hídricos, previamente estabelecidos para os ambientes de hidratação, foram obtidos através do uso do polietileno glicol (PEG 6000) considerando as suas amplas possibilidades para alcançar os déficits hídricos requeridos, a inércia química e a facilidade prevista no seu manuseio (HEYDECKER et alii, 1975; HADAS, 1976; YOUNG et alii, 1983 e TONKIN, 1985).

A população de sementes, empregada nos testes de caracterização dos lotes, seguiu as prescrições das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1976) e as recomendações de NEERGAARD (1979) e de MARCOS FILHO et alii (1987), para as determinações não oficializadas. Nos demais casos (Estudos 1, 2 e 3), a população foi representada invariavelmente por dez sementes em cada uma das repetições; esta opção foi adotada com o objetivo de garantir, considerado o espaço disponível no rolo de papel, um crescimento indivi-

dual das plântulas livre de interferências indesejáveis. Dessa maneira, associando-se essa prática ao posicionamento inicial das sementes com a radícula voltada para baixo, foi possível às plântulas um crescimento verticalizado e sem enovelamentos, com decorrentes facilidades operacionais nas avaliações realizadas.

Os germinadores permaneceram constantemente com ausência de luz no seu interior. Este procedimento foi empregado com o intuito de dificultar a realização da fotossíntese nas plântulas que, eventualmente, lançassem o epicótilo para fora do domínio físico do rolo de papel. A ocorrência desse fenômeno fisiológico, altamente influenciador do desenvolvimento vegetal, poderia levar a um agravamento nos desvios estatísticos que, por si só, dificultariam o entendimento da ação dos tratamentos.

A colocação dos rolos de papel em embalagem plástica teve por finalidade dificultar a perda de água por evaporação que, se agravada, demandaria constantes reposições de água e possíveis alterações, por elevação de concentração, nos potenciais hídricos das soluções. A prática mostrou-se vantajosa, tornando dispensável qualquer adição de água no substrato, durante todo o período experimental; paralelamente, não foram verificados problemas, relacionados ao desenvolvimento das plântulas ou ao ataque de patógenos,

decorrentes de uma deficiência na aeração interna.

A decisão de utilizar um produto químico fungicida seguiu as recomendações de vários trabalhos que se ocuparam com o estudo das relações entre a água e as sementes, dos quais podem ser destacados os de YOUNG et alii (1983), FRANÇA NETO et alii (1985), PESKE & DELOUCHE (1985) e EIRA (1987). A escolha do Thiabendazol, dentre os demais defensivos disponíveis, foi feita ao se considerar o seu controle sobre os gêneros Aspergillus e Fusarium (FRANÇA NETO et alii, 1985) e a sua recomendação como produto para o tratamento das sementes de milho (KIMATI et alii, 1986).

A divisão da pesquisa em três estudos distintos pretendeu, em época experimental única, utilizar um mesmo ambiente de absorção para diferentes finalidades. Com isso, os tratamentos eram reunidos e comparados segundo a conveniência de cada um dos casos; exemplificando-se, os tratamentos componentes do Estudo 2 repetiram-se quase que totalmente no Estudo 3, havendo apenas diferenças no agrupamento considerado e no referencial estabelecido para atuar como testemunha.

4.1. Caracterização do lotes

Esta etapa teve por finalidade detectar as e

ventuais diferenças qualitativas entre os lotes trabalhados e, ao mesmo tempo, atuar como uma possível fonte de explicações para dúvidas, que surgissem na interpretação dos resultados, provenientes da pesquisa propriamente dita.

Os dados obtidos acham-se apresentados nas tabelas 7 e 8.

A análise dos dados da tabela 7 permite observar, em termos fisiológicos, uma aparente superioridade do lote A nos testes de germinação, de envelhecimento acelerado e de frio sem solo. O único caso inverso deu-se no teste de frio com solo, onde os dados favoreceram o lote B.

Sobre os demais aspectos, a mesma tabela 7 indica diferenças pouco marcantes nos dados do teor de água e de sementes infestadas e, além disso, valores normalmente encontrados nos lotes habitualmente comercializados. Já, para o caso específico do teste de danos mecânicos, ambos os lotes apresentaram resultados que podem ser considerados como elevados; este fato, contudo, não foi traduzido em redução efetiva na qualidade fisiológica das sementes.

A tabela 8, indicadora da qualidade sanitária quanto à ocorrência de microrganismos associados às sementes, não permite diferenciação efetiva entre os lotes. Em contrapartida, ao ser realizada a comparação entre os tratamentos fungicidas, ficou clara a redução no transporte de

Fusarium moniliforme, Penicillium sp., Aspergillus sp. e, ao mesmo tempo, a elevação na incidência de Cephalosporium sp. quando da aplicação de fungicida (CT).

Dessa maneira, os lotes empregados foram considerados similares quanto à qualidade sanitária e distintos, sob o aspecto fisiológico, com aparente superioridade do lote A em relação ao lote B.

Tabela 7. Caracterização dos lotes - Dados médios (%) obtidos nos testes de germinação, teor de água, sementes infestadas, danos mecânicos, envelhecimento a celerado, frio com solo e frio sem solo em sementes de dois lotes (A e B) de milho.

Testes	Lotes	
	A	B
Germinação	90	83
Teor de água	11,7	11,3
Sementes infestadas	0,4	0,6
Danos mecânicos	26,1	20,5
Envelhecimento acelerado	57,2	51,5
Frio com solo	67,4	78,2
Frio sem solo	48,0	41,5

Tabela 8. Caracterização dos lotes - Dados médios (%) da frequência de microrganismos, obtidos nos testes de sanidade das sementes, em dois lotes (L_A e L_B) de milho sem (ST) e com (CT) tratamento fungicida.

Microrganismos	L_A			L_B		
	ST	CT	$\bar{x}$	ST	CT	$\bar{x}$
<u>Fusarium moniliforme</u>	14,5	3,0	8,7	15,0	7,0	11,0
<u>Penicillium</u> sp.	92,0	1,0	46,7	86,5	0,5	43,5
<u>Aspergillus</u> sp.	5,5	0,5	3,0	5,0	0,0	2,5
<u>Cephalosporium</u> sp.	33,0	79,0	56,0	8,5	71,5	40,0
<u>Rhizopus</u> sp.	7,5	9,0	8,2	7,5	3,5	5,5
<u>Curvularia</u> sp.	0,0	1,5	0,7	0,0	1,0	0,5
<u>Alternaria tenuis</u>	1,5	2,0	1,7	1,0	2,0	1,5
<u>Cladosporium</u> sp.	2,0	0,5	1,2	2,0	0,0	1,0
<u>Nigrospora</u> sp.	1,5	0,0	0,7	1,0	0,0	0,5
<u>Phoma</u> sp.	1,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0

Com relação ao tratamento fungicida adotado, detectou-se a benéfica redução na viabilidade de patógenos importantes para a cultura do milho. Destaca-se ainda, que a elevação na incidência de Cephalosporium sp., após o tra-

tamento, não apresenta significado aplicado pela sua irrelevância como agente de doença no início do desenvolvimento do milho (SHURTLEFF, 1973; DE LEON, 1978; NEERGAARD, 1979 e LUCCA FILHO, 1987).

4.2. Estudo 1

Nesta etapa, a pesquisa procurou, considerando a ausência e a presença de tratamento fungicida nas sementes, realizar uma quantificação da absorção de água, durante os primeiros 5 dias de hidratação, em ambientes variáveis quanto ao potencial hídrico existente. Paralelamente, foi estimado o desenvolvimento diário das plântulas por intermédio do acompanhamento da emergência das estruturas embrionárias e de seu crescimento. Os resultados obtidos, em todos os casos, não forneceram quaisquer indicações de possíveis efeitos dos tratamentos fungicidas empregados. Por esta razão, os dados deixaram de ser apresentados.

As determinações relacionadas com a absorção de água, consistiram na avaliação diária do grau de umidade e do cálculo de seu acréscimo nas sementes e plântulas. Os dados obtidos acham-se apresentados, respectivamente, nas tabelas 9 e 10.

A tabela 9 (grau de umidade) apresenta uma ten-

Tabela 9. Estudo 1 - Grau de unidade das sementes e/ou plântulas: dados médios (%) referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	35,2 a	44,6 a	59,6 a	70,9 a	75,7 a
	3 ⁿ	29,7 b	33,5 b	42,2 b	47,7 b	56,6 b
	6 ⁿ	29,3 b	30,0 c	34,6 c	36,5 c	45,1 c
	9 ⁿ	27,9 c	28,6 cd	30,3 d	32,1 d	35,7 d
	12 ⁿ	25,8 d	27,0 d	27,6 e	28,3 e	30,1 e
	cv%	1,8	4,0	4,0	3,7	3,0
B	0 ⁿ (Test.)	35,6 a	47,6 a	61,4 a	67,9 a	74,3 a
	3 ⁿ	30,3 b	33,5 b	41,9 b	50,0 b	59,3 b
	6 ⁿ	29,4 b	31,6 c	34,5 c	40,8 c	44,4 c
	9 ⁿ	26,9 c	28,7 d	30,1 d	32,6 d	38,2 d
	12 ⁿ	25,4 d	27,2 d	28,3 d	29,3 e	31,8 e
	cv%	2,5	3,2	3,5	4,3	3,3

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 10. Estudo 1 - Acréscimo diário no grau de umidade das sementes e/ou plântulas: dados médios (%) referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	23,4 a	9,2 a	15,0 a	11,3 a	4,8 b
	3 ⁿ	18,0 b	3,8 b	8,7 b	5,5 b	8,9 a
	6 ⁿ	17,6 b	0,7 c	4,6 c	2,0 c	8,6 a
	9 ⁿ	16,2 c	1,3 c	1,2 d	1,8 c	3,6 bc
	12 ⁿ	14,1 d	1,2 c	0,6 d	0,7 c	1,9 c
	cv%	3,2	32,4	25,4	37,2	25,9
B	0 ⁿ (Test.)	24,3 a	11,9 a	13,8 a	6,5 a	6,4 b
	3 ⁿ	19,0 b	3,2 b	8,4 b	8,1 a	9,3 a
	6 ⁿ	18,1 b	2,2 b	3,5 c	6,3 a	3,7 cd
	9 ⁿ	15,6 c	1,8 b	1,4 d	2,5 b	5,7 bc
	12 ⁿ	14,1 d	1,8 b	1,1 d	1,1 b	2,5 d
	cv%	4,0	26,0	18,0	39,1	30,2

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

dência ao acréscimo das diferenças entre o comportamento das sementes, em ambos os lotes, indicada pela ocorrência de valores superiores nos potenciais hídricos mais altos. Verifica-se que o posicionamento relativo nos ambientes de hidratação foi definindo-se mais claramente com o decorrer do período experimental, de tal forma que, aos 3 dias no lote A e aos 4 dias no lote B, houve completa diferenciação estatística entre os dados.

Contudo, no que se relacionou ao acréscimo diário (tabela 10), a diferenciação entre os ambientes de hidratação não foi a mesma verificada para os valores absolutos do grau de umidade (tabela 9); a superioridade, inicialmente (dia 1) escalonada no sentido dos maiores potenciais, foi deixando de existir com o andamento da absorção. Dessa maneira, em ambos os lotes, os dados tenderam a se aproximar até o 4º dia para, no 5º dia, alterarem algumas das posições relativas anteriormente existentes.

Dessa forma, as informações levantadas para a quantificação da absorção de água sugeriram que, muito embora a elevação do potencial hídrico deva acarretar acréscimos do grau de umidade, a velocidade de absorção não obedece exatamente a mesma tendência ao ser considerada a evolução do processo. Esta observação, relativa ao fator velocidade, deve estar relacionada à fase de hidratação predo-

minante na população no instante de sua avaliação e, consequentemente, ao potencial hídrico desenvolvido por seus indivíduos. Assim, considerando o padrão trifásico de absorção de água (LABOURIAU, 1983; BEWLEY & BLACK, 1984 e MARCOS FILHO, 1986), os resultados encontrados permitem confirmar que as sementes reduzem francamente a sua capacidade de assimilar água, tão logo sejam emitidas as suas estruturas embrionárias o que, seguramente, acontece mais rapidamente para os indivíduos mantidos em contato com os maiores potenciais hídricos.

A emissão das estruturas embrionárias, estimada pela contagem diária das raízes e dos epicótilos emersos, é apresentada nas tabelas 11 e 12.

Os dados relativos ao número de raízes emersas (tabela 11) indicaram comportamentos similares nos dois lotes. De uma maneira genérica, excetuando-se o ambiente de maior déficit hídrico (-12 atm), o início do processo foi concomitante no primeiro dia de exposição. Em termos quantitativos, a elevação do potencial tendeu a fornecer resultados superiores durante todo o período muito embora, em termos estatísticos, as diferenças entre ambientes tenham se atenuado com o decorrer das observações.

Apesar da previsão de supressão da germinação, nas sementes de milho submetidas a ambientes de hidratação

Tabela 11. Estudo 1 - Número de raízes emersas: dados médios originais referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	7,2 a	9,0 a	9,0 a	9,0 a	9,0 a
	3 ⁿ	0,5 b	8,5 a	8,6 a	9,0 a	9,5 a
	6 ⁿ	0,1 b	2,5 b	7,0 a	8,7 a	8,5 a
	9 ⁿ	0,1 b	0,8 c	2,9 b	7,1 b	8,4 a
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 d	0,0 c	0,0 c	0,6 b
	cv%	27,4	12,6	16,0	7,0	9,2
B	0 ⁿ (Test.)	8,8 a	9,0 ab	9,0 ab	9,0 ab	9,0 a
	3 ⁿ	1,6 b	9,7 a	9,4 a	9,5 a	9,1 a
	6 ⁿ	0,3 c	7,1 b	7,5 b	8,3 ab	8,7 a
	9 ⁿ	0,1 c	0,2 c	2,0 c	7,3 b	7,7 a
	12 ⁿ	0,0 c	0,0 c	0,0 d	0,1 c	4,7 b
	cv%	17,5	10,9	8,9	7,9	7,9

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 12. Estudo 1 - Número de epicótilos emersos: dados médios originais referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	0,0	9,1 a	9,1 a	9,1 a	9,1 a
	3 ⁿ	0,0	1,6 b	5,3 b	6,7 b	8,7 a
	6 ⁿ	0,0	0,0 c	0,8 c	3,9 c	5,8 b
	9 ⁿ	0,0	0,0 c	0,3 c	0,0 d	0,4 c
	12 ⁿ	0,0	0,0 c	0,0 c	0,0 d	0,0 c
	cv%	-	14,2	21,5	12,6	9,6
B	0 ⁿ (Test.)	0,0	8,7 a	8,8 a	8,8 a	8,8 a
	3 ⁿ	0,0	3,0 b	7,2 a	8,3 a	8,2 ab
	6 ⁿ	0,0	1,6 c	1,4 b	5,4 b	5,0 b
	9 ⁿ	0,0	0,0 d	0,0 c	0,8 c	0,9 c
	12 ⁿ	0,0	0,0 d	0,0 c	0,0 d	0,0 c
	cv%	-	13,9	18,2	12,3	23,0

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

com potenciais inferiores a -10 bar (BODSWORTH & BEWLEY, 1981), os dados da tabela 11 mostram início de emergência radicular já no 4º (lote B) e 5º dias (lote A) após a instalação em potenciais de -12 atm (aproximadamente -12,16 bar).

A tabela 12 fornece o número de epicótilos emersos, indicando um efetivo retardamento na emergência dessa estrutura quando realizada comparação com a raiz (tabela 11). Esta ocorrência, considerada normal pela literatura (GOMES & KARAZAWA, 1982; LABOURIAU, 1983 e BEWLEY & BLACK, 1984), pode haver sido a responsável por manter, durante todo o prazo experimental, a inferioridade dos menores potenciais em relação aos maiores. Apesar disso, a tendência de igualação de resultados, entre os diversos ambientes, foi perceptível ao longo do tempo.

Considerando-se a emergência da raiz primária como o primeiro sinal do desencadeamento da germinação propriamente dita, a confrontação entre as tabelas 9 e 11 sugere que independentemente do ambiente de hidratação admitido, valores mínimos próximos a 28% no teor de água das sementes são suficientes para que a germinação se inicie. Dessa forma, os retardamentos na absorção e na germinação mostram-se interdependentes e diretamente relacionados à disponibilidade hídrica, conforme o relatado por HUNTER & ERICKSON (1952), PHILLIPS (1968), LABOURIAU (1983) e

CARVALHO & NAKAGAWA (1983).

O desenvolvimento das estruturas embrionárias, avaliado pelo comprimento e seu acréscimo diário na raiz, epicótilo e plântula, acha-se indicado nas tabelas 13, 14, 15, 16, 17 e 18.

Os comprimentos da raiz, epicótilo e plântula (tabelas 13, 14 e 15) apresentaram invariavelmente, e em ambos os lotes, tendência de elevação com o aumento do potencial hídrico ambiental. Em termos de diferenciação estatística, o fenômeno foi mais definido tanto para a raiz como para a plântula com o avanço do prazo de permanência nos ambientes de hidratação.

A estimativa dos acréscimos diários de comprimento na raiz, epicótilo e plântula (tabelas 16, 17 e 18) mostrou tendências similares às encontradas para as avaliações do comprimento. Contudo, quando considerados critérios estatísticos, a separação entre os ambientes foi deixando de existir com o decurso do período de exposição. Ainda, principalmente nos ambientes de menor déficit hídrico, é possível observar que os acréscimos se elevam até um ponto de máximo, para se reduzirem com o tempo; esta constatação sugere variações na velocidade de crescimento das estruturas embrionárias que podem estar, naturalmente, relacionadas às necessidades demandadas durante a emergência das plân-

Tabela 13. Estudo 1 - Comprimento da raiz: dados médios (mm), do somatório na população, referentes ao efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis ente 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	37,1 a	444,3 a	997,6 a	1445,6 a	1685,3 a
	3 ⁿ	1,3 b	168,0 b	598,9 b	1131,3 b	1577,9 a
	6 ⁿ	0,0 b	15,3 c	151,1 c	522,0 c	833,1 b
	9 ⁿ	0,0 b	2,3 c	29,5 c	137,4 d	368,8 c
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 d	5,1 d
cv%		148,4	27,0	38,9	17,9	14,8
B	0 ⁿ (Test.)	57,3 a	600,5 a	1276,9 a	1636,4 a	1793,0 a
	3 ⁿ	4,4 b	295,6 b	630,1 b	1212,6 b	1415,9 b
	6 ⁿ	1,0 b	84,8 c	227,9 c	660,0 c	953,0 c
	9 ⁿ	0,4 b	0,8 d	18,9 d	209,0 d	360,1 d
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 d	0,0 d	0,9 d	79,6 e
cv%		30,0	24,8	26,8	22,6	16,7

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 14. Estudo 1 - Comprimento do epicótilo: dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, a pós períodos de exposição variáveis entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	0,0	129,0 a	326,9 a	659,8 a	984,9 a
	3 ⁿ	0,0	7,3 b	32,8 b	100,8 b	259,5 b
	6 ⁿ	0,0	0,0 b	4,5 b	27,3 c	70,4 c
	9 ⁿ	0,0	0,0 b	0,8 b	0,0 c	3,0 c
	12 ⁿ	0,0	0,0 b	0,0 b	0,0 c	0,0 c
	cv%	-	83,3	32,8	23,2	24,9
B	0 ⁿ (Test.)	0,0	142,9 a	411,4 a	761,5 a	1135,3 a
	3 ⁿ	0,0	32,9 b	75,0 b	166,5 b	301,8 b
	6 ⁿ	0,0	3,4 c	9,4 c	46,8 c	77,0 c
	9 ⁿ	0,0	0,0 c	0,0 c	4,6 c	12,8 c
	12 ⁿ	0,0	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
	cv%	-	46,9	20,9	23,5	22,3

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 15. Estudo 1 - Comprimento da plântula: dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	42,8 a	573,3 a	1324,5 a	2105,4 a	2670,1 a
	3 ⁿ	1,3 b	174,8 b	631,6 b	1232,0 b	1837,4 b
	6 ⁿ	0,0 b	15,3 c	155,6 c	549,3 c	903,5 c
	9 ⁿ	0,0 b	2,5 c	30,3 c	137,4 d	371,8 d
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 d	5,1 e
	cv%	92,6	28,6	34,8	17,6	15,6
B	0 ⁿ (Test.)	57,3 a	768,4 a	1688,3 a	2397,9 a	2928,3 a
	3 ⁿ	4,4 b	328,5 b	705,1 b	1391,6 b	1717,6 b
	6 ⁿ	1,0 b	88,1 c	237,3 c	706,8 c	1030,0 c
	9 ⁿ	0,4 b	0,8 d	18,9 d	213,6 d	372,9 d
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 d	0,0 d	0,0 d	79,6 d
	cv%	30,0	22,9	25,0	21,7	17,1

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 16. Estudo 1 - Acréscimo diário no comprimento da raiz: dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	37,1 a	401,8 a	580,6 a	448,1 a	232,3 b
	3 ⁿ	1,3 b	167,0 b	430,9 a	532,3 a	446,4 a
	6 ⁿ	0,0 b	15,3 c	136,1 b	371,0 a	311,1 ab
	9 ⁿ	0,0 b	2,3 c	27,0 b	108,4 b	231,8 b
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 c	0,0 b	0,0 b	5,1 c
cv%		148,5	29,0	58,9	39,6	53,7
B	0 ⁿ (Test.)	57,3 a	543,5 a	684,0 a	656,4 a	157,0 a
	3 ⁿ	4,4 b	291,6 b	334,6 b	582,6 a	203,4 a
	6 ⁿ	1,0 b	83,8 c	143,4 c	432,0 ab	293,0 a
	9 ⁿ	0,4 b	0,3 d	18,5 c	190,5 bc	151,1 a
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 d	0,0 c	0,9 c	78,6 a
cv%		30,0	26,5	49,5	45,2	87,0

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 17. Estudo 1 - Acréscimo diário no comprimento do epicótilo: dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dia n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	0,0	129,0 a	197,9 a	325,3 a	325,4 a
	3 ⁿ	0,0	7,3 b	25,8 b	68,3 b	159,0 b
	6 ⁿ	0,0	0,0 b	4,5 b	21,6 bc	43,4 c
	9 ⁿ	0,0	0,0 b	0,8 b	-0,5 c	3,0 c
	12 ⁿ	0,0	0,0 b	0,0 b	0,0 c	0,0 c
	cv%	-	83,3	52,3	41,3	61,7
B	0 ⁿ (Test.)	0,0	142,9 a	268,9 a	350,0 a	373,8 a
	3 ⁿ	0,0	32,9 b	42,0 b	92,0 b	135,8 b
	6 ⁿ	0,0	3,4 c	6,4 c	37,3 bc	30,0 c
	9 ⁿ	0,0	0,0 c	0,0 c	4,6 c	8,3 c
	12 ⁿ	0,0	0,0 c	0,0 c	0,0 c	0,0 c
	cv%	-	46,9	32,7	47,6	62,2

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 18. Estudo 1 - Acréscimo diário no comprimento da plântula: dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 1 e 5 dias.

Lotes	Ambientes	1 dias n=1	2 dias n=2	3 dias n=3	4 dias n=4	5 dias n=5
A	0 ⁿ (Test.)	42,8 a	530,6 a	750,0 a	780,9 a	564,8 a
	3 ⁿ	1,3 b	173,7 b	456,9 b	600,4 a	606,1 a
	6 ⁿ	0,0 b	15,3 c	140,4 c	393,7 b	354,3 ab
	9 ⁿ	0,0 b	2,5 c	27,8 c	107,1 c	234,4 bc
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 c	0,0 c	0,0 c	5,1 c
	cv%	92,6	30,3	54,6	37,6	51,2
B	0 ⁿ (Test.)	57,3 a	711,1 a	919,9 a	709,6 a	530,4 a
	3 ⁿ	4,4 b	324,2 b	376,7 b	686,5 a	326,0 ab
	6 ⁿ	1,0 b	87,1 c	150,2 c	469,5 ab	323,3 ab
	9 ⁿ	0,4 b	0,4 d	18,1 c	194,8 bc	159,3 b
	12 ⁿ	0,0 b	0,0 d	0,0 c	0,0 c	79,6 b
	cv%	30,0	24,2	45,2	49,6	73,7

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

tulas em campo.

Os resultados obtidos na avaliação do desenvolvimento nas estruturas embrionárias refletem, em caráter genérico, as afirmações de PARMAR & MOORE (1968), MAGALHÃES & CARELLI (1972), EL-SHARKAWI & SPRINGER (1977), YOUNG et alii (1983) e de MAGALHÃES & SILVA (1987).

Dessa maneira, a reunião das informações fornecidas pelo Estudo 1 permite as seguintes constatações de caráter geral:

- A absorção de água, a emergência e o desenvolvimento das estruturas embrionárias são interdependentes e reagem no mesmo sentido ao déficit hídrico. Para esses casos, a redução no potencial hídrico promove dificuldades na evolução dos processos.

- A presença de tratamento fungicida nas sementes pode não influenciar, quantitativamente, os fenômenos envolvidos no início da germinação.

4.3. Estudo 2

Esta fase da pesquisa, dando continuidade ao Estudo 1, consistiu na verificação do comportamento das plantas que, tendo passado por vários prazos em diferentes ambientes de disponibilidade hídrica, durante os 5 primeiros

dias de germinação, foram mantidas sob condição de plena disponibilidade de água por um período adicional e fixo de 5 dias.

Para tanto, considerando sementes com (CT) e sem (ST) tratamento fungicida, foram efetuadas determinações voltadas a estimar a emissão e o crescimento de estruturas embrionárias, bem como a qualidade das sementes não germinadas e das plântulas.

Os dados relativos à qualificação das plântulas e das sementes não germinadas apresentaram diferenças estatísticas, unicamente para os efeitos de fungicida, sobre os números de plântulas normais e anormais típicas. As suas apresentações encontram-se, respectivamente, nas tabelas 19 e 20.

Essas tabelas mostram que o tratamento fungicida provocou, apesar dos poucos casos com significado estatístico, redução no número de plântulas normais e elevação no número de plântulas anormais típicas. Muito embora a dosagem empregada do produto químico estivesse dentro do intervalo de sua recomendação (KIMATI et alii, 1986), essa ocorrência sugere uma ação fitotóxica desinteressante. Uma explicação, para o ocorrido, pode estar ligada ao fato de que a dosagem recomendada considera o solo como substrato de germinação; nele, a movimentação da água, presumivelmen

Tabela 19. Estudo 2. Número de plântulas normais: dados médios originais referentes aos efeitos de fungicidas nos Lotes A (L_A) e B (L_B), após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias a diferentes ambientes de hidratação.

Fungicidas	Dias (L_A)					Dias (L_B)				
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
ST	8,7 a	8,5 a	8,2 a	8,0 a	8,1 a	8,6 a	8,3 a	8,1 a	7,1 a	8,1 a
CT	8,4 a	8,2 a	8,1 a	6,8 b	7,5 a	7,7 b	7,3 b	7,9 a	6,9 a	7,5 a
CV%	3,0	5,8	6,7	8,9	7,8	6,4	8,9	8,0	11,8	9,2

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade

Tabela 20. Estudo 2 - Número de plântulas anormais típicas: dados médios originais referentes aos efeitos de fungicidas nos lotes A(L_A) e B(L_B), após período de exposição variáveis entre 6 e 10 dias de diferentes ambientes de hidratação.

Fungicidas	Dias (L _A)					Dias (L _B)				
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
ST	0,1 b	0,1 a	0,2 a	0,3 b	0,4 a	0,3 b	0,2 b	0,4 a	0,4 a	0,2 a
CT	0,6 a	0,5 a	0,6 a	1,1 a	0,7 a	0,8 a	0,6 a	0,2 a	0,6 a	0,6 a
cv%	26,6	33,3	37,5	30,8	34,6	34,7	35,2	26,6	36,4	27,6

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

te, colabora para reduzir a concentração do agente químico nas proximidades das sementes o que, a princípio, deve acontecer em menor intensidade no substrato de papel utilizado na presente pesquisa.

Para os comprimentos de raiz, epicótilo e plântula foram consideradas duas situações. Na primeira delas (tabelas 21, 23 e 25) foram computadas, unicamente, as médias referentes às estruturas existentes nas plântulas normais. Na segunda (tabelas 22, 24 e 26), as avaliações foram realizadas em todos os indivíduos, independentemente de suas classificações como normais ou anormais. Com este procedimento procurou-se evitar que uma única interpretação, baseada somente no primeiro caso, pudesse superestimar o desempenho em ambientes desfavoráveis de hidratação e que, eventualmente, tivesse permitido o desenvolvimento de algumas poucas plântulas normais. Contudo, os resultados obtidos tanto com as plântulas normais, como com a soma "normais + anormais", forneceram indicações semelhantes.

O comprimento da raiz (tabelas 21 e 22) foi reduzido, em termos gerais, nos ambientes de hidratação que proporcionaram períodos de déficit hídrico. De forma mais específica, considerado o lote A, as elevações dos déficits hídricos e dos períodos de exposição proporcionaram reduções de valores; no lote B, contudo, essa tendência

Tabela 21. Estudo 2 - Comprimento da raiz das plântulas normais: dados médios referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias x=6 n=1	7 dias x=7 n=2	8 dias x=8 n=3	9 dias x=9 n=4	10 dias x=10 n=5
A	0 ^x (Test.)	206,9 a	231,6 a	255,1 a	274,2 a	287,8 a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	176,8 b	197,5 b	218,0 b	236,8 b	244,9 b
	6 ⁿ⁺⁰ 5	174,3 b	186,4 bc	196,3 c	210,5 c	239,6 b
	9 ⁿ⁺⁰ 5	178,0 b	187,5 bc	191,5 c	181,8 d	231,8 b
	12 ⁿ⁺⁰ 5	185,2 b	172,9 c	186,3 c	182,2 d	168,1 c
	cv%	5,3	6,8	5,7	5,9	6,7
B	0 ^x (Test.)	217,3 a	249,8 a	257,8 a	268,1 a	279,0 a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	181,4 b	202,8 b	232,5 b	237,8 b	241,0 b
	6 ⁿ⁺⁰ 5	174,5 b	186,4 b	198,4 c	202,1 cd	248,5 b
	9 ⁿ⁺⁰ 5	180,5 b	186,1 b	187,9 c	207,9 c	255,1 ab
	12 ⁿ⁺⁰ 5	174,4 b	188,3 b	186,9 c	187,4 d	250,6 b
	cv%	6,1	8,0	5,7	5,6	6,5

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 22. Estudo 2 - Comprimento da raiz das plântulas (normais + anormais): da-
dos médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de
ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre
6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias	7 dias	8 dias	9 dias	10 dias
		x=6 n=1	x=7 n=2	x=8 n=3	x=9 n=4	x=10 n=5
A	0 ^x (Test.)	1832,9 a	2055,6 a	2223,6 a	2434,8 a	2549,8 a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	1638,0 ab	1709,4 b	1893,6 ab	2102,8 ab	2295,5 ab
	6 ⁿ⁺⁰ 5	1524,1 b	1547,5 b	1629,8 b	1745,6 bc	1915,0 b
	9 ⁿ⁺⁰ 5	1667,3 ab	1608,9 b	1708,1 b	1407,6 c	1934,0 b
	12 ⁿ⁺⁰ 5	1739,8 ab	1545,1 b	1558,6 b	1439,1 c	1319,0 c
	cv%	10,0	11,9	14,1	15,4	13,9
B	0 ^x (Test.)	1932,9 a	2223,0 a	2286,9 a	2349,0 a	2436,4 a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	1607,9 b	1730,6 b	2102,3 a	2100,8 ab	2164,9 a
	6 ⁿ⁺⁰ 5	1580,9 b	1639,3 b	1600,6 b	1593,0 c	2149,6 a
	9 ⁿ⁺⁰ 5	1578,1 b	1500,0 b	1598,0 b	1667,0 bc	2050,1 a
	12 ⁿ⁺⁰ 5	1473,0 b	1689,5 b	1622,1 b	1215,6 c	1931,4 a
	cv%	13,0	14,2	14,6	18,0	19,5

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de
Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 23. Estudo 2 - Comprimento do epicótilo das plântulas normais: dados médios (mm) referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 a 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias		7 dias		8 dias		9 dias		10 dias	
		x=6	x=1	x=7	n=2	x=8	n=3	x=9	n=4	x=10	n=5
A	0 ^x (Test.)	131,1	b	160,5	a	187,0	a	208,0	a	220,3	a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	156,1	a	173,7	a	185,2	ab	192,5	ab	209,5	a
	6 ⁿ⁺⁰ 5	161,4	a	175,2	a	174,0	ab	192,3	ab	175,5	b
	9 ⁿ⁺⁰ 5	150,4	a	171,5	a	177,5	ab	177,0	bc	173,3	b
	12 ⁿ⁺⁰ 5	151,3	a	143,1	b	166,2	b	163,9	c	164,0	b
	cv%	7,6		6,6		7,5		8,5		8,8	
B	0 ^x (Test.)	147,7	ab	182,4	a	201,5	a	211,3	a	218,5	a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	160,8	a	174,3	ab	182,4	ab	197,9	ab	179,3	b
	6 ⁿ⁺⁰ 5	156,6	ab	165,2	abc	167,5	bc	175,0	bc	180,1	b
	9 ⁿ⁺⁰ 5	151,0	ab	161,2	bc	151,7	c	158,0	c	149,2	c
	12 ⁿ⁺⁰ 5	138,9	b	153,7	c	151,2	c	169,2	c	159,1	bc
	cv%	8,4		8,2		9,6		8,9		8,5	

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Testes de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 24. Estudo 2 - Comprimento do epicótilo das plântulas (normais + anormais): dados médios (mm), do somatário na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias x=6 n=1	7 dias x=7 n=2	8 dias x=8 n=3	9 dias x=9 n=4	10 dias x=10 n=5
A	0 ^x (Test.)	1167,8 a	1424,8 a	1626,6 a	1844,0 a	1941,8 a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	1391,9 a	1467,6 a	1577,1 a	1577,6 ab	1901,1 a
	6 ⁿ⁺⁰ 5	1373,1 a	1431,5 a	1435,3 a	1506,6 ab	1416,1 b
	9 ⁿ⁺⁰ 5	1376,8 a	1462,8 a	1535,4 a	1303,3 b	1348,9 b
	12 ⁿ⁺⁰ 5	1379,9 a	1467,6 a	1353,8 a	1276,0 b	1243,8 b
	cv%	11,8	12,1	14,9	15,9	14,7
B	0 ^x (Test.)	1305,9 a	1612,6 a	1772,5 a	1845,8 a	1876,3 a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	1401,1 a	1428,3 ab	1657,5 ab	1607,4 ab	1520,9 ab
	6 ⁿ⁺⁰ 5	1382,8 a	1374,3 ab	1310,3 bc	1278,4 bc	1517,6 ab
	9 ⁿ⁺⁰ 5	1257,4 ab	1266,4 b	1256,0 c	1177,6 c	1175,1 b
	12 ⁿ⁺⁰ 5	1067,3 b	1318,9 b	1249,5 c	1023,6 c	1196,5 b
	cv%	12,6	12,4	17,0	18,8	18,6

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 25. Estudo 2 - Comprimento das plântulas normais: dados médios (mm) referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias x=6 n=1	7 dias x=7 n=2	8 dias x=8 n=3	9 dias x=9 n=4	10 dias x=10 n=5
A	$\bar{x}$ (Test.)	338,0 a	392,1 a	442,1 a	482,2 a	508,0 a
	3^n+0^5	332,9 a	371,2 ab	403,2 b	429,3 b	454,4 b
	6^n+0^5	335,8 a	361,6 b	370,3 c	402,8 b	415,0 c
	9^n+0^5	328,3 a	359,0 b	369,0 c	358,8 c	405,1 c
	12^n+0^5	336,5 a	314,8 c	352,5 c	346,1 c	332,1 d
	cv%	5,3	5,2	5,3	5,9	6,2
B	$\bar{x}$ (Test.)	365,0 a	432,2 a	459,2 a	479,4 a	501,2 a
	3^n+0^5	342,1 ab	377,1 b	414,9 b	435,7 b	420,3 b
	6^n+0^5	331,0 bc	351,7 bc	365,8 c	377,1 c	428,6 b
	9^n+0^5	330,5 bc	347,3 bc	339,5 c	365,9 c	404,3 b
	12^n+0^5	313,3 c	342,0 c	338,1 c	356,5 c	409,6 b
	cv%	5,4	6,4	5,6	5,3	5,7

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 26. Estudo 2 - Comprimento das plântulas (normais + anormais): dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias x=6 n=1	7 dias x=7 n=2	8 dias x=8 n=3	9 dias x=9 n=4	10 dias x=10 n=5
A	0 ^x (Test.)	3000,6 a	3480,4 a	3857,8 a	4278,8 a	4491,5 a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	3028,6 a	3177,0 ab	3470,8 ab	3680,4 ab	4218,6 a
	6 ⁿ⁺⁰ 5	2897,3 a	2979,0 ab	3065,0 b	3252,4 bc	3263,9 bc
	9 ⁿ⁺⁰ 5	3044,0 a	3060,4 ab	3243,5 ab	2710,9 c	3350,1 b
	12 ⁿ⁺⁰ 5	3119,6 a	2790,8 b	2912,4 b	2715,1 c	2562,8 c
cv%		10,1	11,3	13,6	14,9	13,6
B	0 ^x (Test.)	3238,5 a	3835,6 a	4059,4 a	4194,8 a	4312,6 a
	3 ⁿ⁺⁰ 5	3009,0 ab	3158,9 b	3759,8 a	3708,1 a	3685,8 ab
	6 ⁿ⁺⁰ 5	2963,6 ab	3013,6 b	2910,9 b	2871,4 b	3667,3 ab
	9 ⁿ⁺⁰ 5	2835,5 ab	2753,9 b	2854,0 b	2844,6 b	3225,4 b
	12 ⁿ⁺⁰ 5	2540,3 b	2915,9 b	2871,6 b	2239,3 b	3127,9 b
cv%		11,5	12,4	14,7	17,2	18,5

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

até o 9º dia, diminuiu de intensidade no 10º dia, havendo caso (tabela 22) em que os ambientes não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Esta constatação relativa ao lote B, caracterizado como de qualidade inferior à do lote A, pode estar possivelmente relacionada à reorganização de membranas celulares, em razão dos benefícios advindos da embebição lenta proporcionada pelos ambientes hídricamente deficientes (KNYPL et alii, 1980; KNYPL & KHAN, 1981; WOODSTOCK & TAO, 1981; WOODSTOCK & TAYLORSON, 1981; PESKE, 1983; TILDEN & WEST, 1985 e PANDEY, 1988).

Sobre os dados de comprimento do epicótilo (tabelas 23 e 24), as indicações seguiram as mesmas tendências gerais detectadas para o comprimento da raiz, inclusive considerando as observações feitas a respeito dos dois lotes estudados. Contudo, apesar disso, a diferenciação estatística entre os ambientes ocorreu mais tardiamente do que a havida para a raiz.

O comprimento da plântula (tabelas 25 e 26), obtido pela soma dos comprimentos de raiz e de epicótilo, acompanhou as mesmas tendências gerais descritas nos dois casos anteriores e, de forma mais específica, apresentou maior similaridade de comportamento com o epicótilo. Esta observação, puramente especulativa, sugere uma maior interferência do epicótilo na composição do comprimento da plan-

tula.

Com o intuito de verificar as eventuais alterações relativas entre os comprimentos da raiz e do epicótilo das plântulas "normais + anormais", foi calculado o quociente dos referidos valores que, por sua vez, foi denominado relação "raiz/epicótilo" (tabela 27). Levando em conta o ambiente O^x (Testemunha), é possível observar uma queda na relação conforme a plântula cresce ao passar o tempo; por outro lado, quando considerados os ambientes promotores de déficit hídrico, a tendência é genericamente inversa. Fixados os períodos de exposição e considerando o lote A, observa-se que, apesar de alguns casos de semelhança com bases estatísticas, nenhum dos ambientes superou a testemunha (ausência de déficit hídrico); contudo, no caso do lote B, a testemunha não diferiu estatisticamente dos demais ambientes, na maioria dos casos, até o 9º dia, sendo superada no 10º dia nas situações de maior déficit hídrico (9^5+0^5 e 12^5+0^5).

Os resultados obtidos para a relação "raiz/epicótilo" sugerem que, de um modo geral, a aplicação dos períodos de déficits hídricos, durante o desenvolvimento inicial da plântula, estimula a elevação nos valores da citada relação. Este fato, quando examinados os dados de comprimento (tabelas 22 e 24), não indica maiores crescimentos da

Tabela 27. Estudo 2 - Relação raiz/epicótilo nas plântulas (normais + anormais): dados médios da população referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias x=6 n=1	7 dias x=7 n=2	8 dias x=8 n=3	9 dias x=9 n=4	10 dias x=10 n=5
A	0^x (Test.)	1,58 a	1,44 a	1,36 a	1,32 ab	1,31 ab
	3^n+0^5	1,19 b	1,16 b	1,21 ab	1,43 a	1,23 bc
	6^n+0^5	1,12 b	1,09 bc	1,14 b	1,16 b	1,46 a
	9^n+0^5	1,21 b	1,11 bc	1,12 b	1,09 b	1,36 ab
	12^n+0^5	1,27 b	1,24 b	1,16 b	1,15 b	1,07 c
	cv%	8,0	8,2	9,1	13,8	9,6
B	0^x (Test.)	1,48 a	1,37 a	1,32 a	1,27 ab	1,30 c
	3^n+0^5	1,15 b	1,21 a	1,28 a	1,33 ab	1,44 bc
	6^n+0^5	1,15 b	1,21 a	1,23 a	1,27 ab	1,43 bc
	9^n+0^5	1,26 ab	1,18 a	1,29 a	1,42 a	1,76 a
	12^n+0^5	1,40 a	1,29 a	1,31 a	1,18 b	1,60 ab
	cv%	11,9	10,9	12,1	12,3	9,5

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

raiz; aparentemente, tomando-se o lote B como referencial principal, o fenômeno acontece como consequência dos maiores prejuízos causados ao epicótilo do que à raiz, concordando com PARMAR & MOORE, (1968), EL-SHARKAWI & SPRINGUEL (1977) e MAGALHÃES & SILVA (1987).

As velocidades diárias dos crescimentos da raiz, epicótilo e plântula, basearam-se nos dados referentes às plântulas "normais + anormais" e acham-se apresentadas nas tabelas 28, 29 e 30. Os dados obtidos para os dois lotes, mostram resultados com apoio estatístico que indicam, fixados os períodos de exposição, tendências de estímulo ao crescimento nos potenciais mais baixos.

Desta maneira, os resultados do Estudo 2 permitem as seguintes constatações:

- O tratamento fungicida das sementes pode não oferecer vantagens em situações hidricamente deficientes, contrariando as afirmações de TEKRONY et alii, (1976), KHAN et alii, (1978), KHAN et alii, (1980/81), KNYPL & KHAN (1981), PESKE (1983), YOUNG et alii, (1983), FRANCA NETO et alii (1985), PESKE & DELOUCHE (1985) e EIRA (1987). Contudo, as particularidades já discutidas, entre este fato e o substrato empregado, devem ser consideradas na aceitação desta afirmação.

- A presença de déficit hídrico, no desenvol-

Tabela 28. Estudo 2 - Velocidade diária de crescimento da raiz das plântulas (normais + anormais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: dados médios (mm/dia), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias $\frac{x=6}{n=1}$	7 dias $\frac{x=7}{n=2}$	8 dias $\frac{x=8}{n=3}$	9 dias $\frac{x=9}{n=4}$	10 dias $\frac{x=10}{n=5}$
A	$\bar{x}$ (Test.)	358,0 a	322,4 a	245,3 b	197,9 b	173,0 c
	3^{n+0}_5	327,5 ab	318,1 a	258,8 b	194,3 b	182,9 bc
	6^{n+0}_5	304,8 b	306,5 a	295,8 ab	244,8 ab	216,0 bc
	9^{n+0}_5	333,5 ab	321,3 a	335,8 a	254,3 ab	313,1 a
	12^{n+0}_5	348,0 ab	309,3 a	311,6 ab	287,9 a	263,4 ab
cv%		10,1	12,7	17,6	23,9	24,3
B	$\bar{x}$ (Test.)	375,3 a	324,5 a	201,0 b	142,5 c	128,5 c
	3^{n+0}_5	320,8 ab	286,9 a	294,5 a	177,6 bc	149,8 c
	6^{n+0}_5	316,0 ab	311,0 a	274,6 ab	186,5 bc	239,5 bc
	9^{n+0}_5	315,9 ab	299,8 a	315,9 a	291,5 a	338,1 ab
	12^{n+0}_5	294,6 b	337,9 a	324,5 a	243,0 ab	370,3 a
cv%		13,1	16,0	19,1	30,9	34,1

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 29 . Estudo 2 - Velocidade diária de crescimento do epicótilo das plântulas (normais + anormais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: dados médios (mm/dia), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias x=6 n=1	7 dias x=7 n=2	8 dias x=8 n=3	9 dias x=9 n=4	10 dias x=10 n=5
A	0 ^x (Test.)	233,5 a	259,1 a	260,0 a	236,9 a	191,3 c
	3 ⁿ +0 ⁵	278,1 a	292,1 a	308,9 a	295,4 a	328,4 ab
	6 ⁿ +0 ⁵	274,6 a	286,3 a	286,2 a	295,9 a	255,7 bc
	9 ⁿ +0 ⁵	275,4 a	292,5 a	307,0 a	260,6 a	282,6 ab
	12 ⁿ +0 ⁵	276,0 a	249,1 a	270,8 a	255,2 a	248,8 bc
cv%		11,7	12,4	15,7	17,7	17,6
B	0 ^x (Test.)	261,2 a	294,0 a	272,2 a	216,9 ab	148,3 b
	3 ⁿ +0 ⁵	280,2 a	279,0 a	316,6 a	288,3 a	243,9 a
	6 ⁿ +0 ⁵	276,6 a	274,3 a	260,1 a	246,3 b	288,2 a
	9 ⁿ +0 ⁵	251,5 ab	253,3 a	251,2 a	234,6 ab	232,5 a
	12 ⁿ +0 ⁵	213,5 b	263,8 a	249,9 a	204,7 b	239,3 a
cv%		12,6	12,8	18,2	21,9	23,6

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 30. Estudo 2 - Velocidade diária de crescimento das plântulas (normais + a normais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: dados médios (mm/dia), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias.

Lotes	Ambientes	6 dias	7 dias	8 dias	9 dias	10 dias
		x = 6 n = 1	x = 7 n = 2	x = 8 n = 3	x = 9 n = 4	x = 10 n = 5
A	0 ⁿ (Test)	591,6 a	581,5 a	507,6 b	434,7 a	364,3 b
	3 ⁿ +0 ⁵	605,5 a	600,5 a	567,7 ab	489,7 a	476,3 ab
	6 ⁿ +0 ⁵	579,4 a	592,8 a	581,9 ab	540,6 a	472,1 ab
	9 ⁿ +0 ⁵	608,8 a	611,4 a	642,7 a	514,7 a	595,7 a
	12 ⁿ +0 ⁵	623,9 a	558,2 a	582,5 ab	543,0 a	511,5 a
	cv%	10,2	11,9	15,7	19,6	20,0
B	0 ⁿ (Test.)	636,3 a	613,5 a	474,2 a	359,4 b	276,9 c
	3 ⁿ +0 ⁵	601,0 ab	566,1 a	611,0 a	463,3 ab	393,6 bc
	6 ⁿ +0 ⁵	592,5 ab	585,1 a	534,7 a	433,0 ab	527,5 ab
	9 ⁿ +0 ⁵	567,0 ab	550,6 a	567,0 a	526,2 a	570,5 ab
	12 ⁿ +0 ⁵	508,1 b	583,2 a	574,3 a	447,9 ab	609,7 a
	cv%	11,6	13,4	17,5	24,5	28,5

Obs.: Comparações de médias, dentro de cada lote e coluna, baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

vimento inicial da plântula, promove reduções no comprimento das estruturas embrionárias e, de forma mais acentuada, do epicótilo. Apesar disso, considerado o período total de tempo de desenvolvimento, esse efeito se atenua como consequência da elevação progressiva na velocidade de crescimento em ambientes que proporcionam menores potenciais hídricos.

4.4. Estudo 3

Esta etapa da pesquisa buscou, a partir de sementes com ausência (ST) e presença (CT) de tratamento fungicida, verificar a atuação do déficit hídrico como eventual fator estimulador na recuperação da qualidade fisiológica das sementes. Para tanto, ambientes de hidratação variáveis, quanto à intensidade e ao período de deficiência hídrica, foram comparados à uma testemunha representada por plena disponibilidade de água durante cinco dias.

As determinações relativas à emissão de estruturas embrionárias não detectaram quaisquer efeitos das causas de variação estudadas. Por este motivo, deixaram de ser apresentados.

Quanto à avaliação qualitativa de plântulas e de sementes não germinadas, apenas os efeitos de fungi-

cidas foram observados (tabelas 31, 32 e 33). A aplicação de fungicidas (CT) reduziu o número de plântulas normais (tabela 31) ao mesmo tempo em que elevou o número de plântulas anormais típicas e o número de plântulas anormais (típicas + infeccionadas). O fato, até certo ponto inesperado, dá indicações da presença de fitotoxicidade, pelas mesmas razões descritas no Estudo 2.

Nas demais determinações conduzidas durante o Estudo 3, os efeitos de fungicidas e da interação com os ambientes não tiveram significado estatístico e, também, não revelaram quaisquer tendências nas análises de variância. Assim, foram apresentados somente os resultados referentes aos efeitos dos ambientes de hidratação, significativos em todas as determinações.

Os comprimentos de raiz, epicótilo e plântula, tanto para as plântulas normais como para o seu somatório com as anormais, estão apresentados nas tabelas 34, 35, 36, 37, 38 e 39 e tiveram a testemunha (0^5) como referencial para a interpretação dos dados.

Os efeitos dos ambientes de hidratação, sobre os comprimentos da raiz, epicótilo e plântula, foram mais acentuados nas determinações que consideraram unicamente as plântulas normais (tabelas 34, 36 e 38).

Tabela 31. Estudo 3 - Número de plântulas normais:dados médios originais referentes aos efeitos de fungicidas nos Lotes A e B.

Fungicidas	Lotes	
	A	B
ST	8,1 A	7,8 a
CT	7,7 B	7,3 b
cv%	7,0	9,4

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 32. Estudo 2 - Número de plântulas anormais típicas: dados médios originais referentes aos e feitos de fungicidas nos Lotes A e B.

Fungicidas	Lotes	
	A	B
CT	0,8 A	0,8 a
ST	0,3 B	0,3 b
cv%	33,7	33,9

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 33. Estudo 3 - Número de plantulas anormais (típicas + infeccionadas): dados médios originais referentes aos efeitos de fungicidas nos Lotes A e B.

Fungicidas	Lotes	
	A	B
CT	1,1 A	1,2 a
ST	0,6 B	0,7 b
cv%	31,8	37,2

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 34. Estudo 3 - Comprimento da raiz das plântulas normais: dados médios (mm) referentes aos e feitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0 ⁵ (Test)	190,3 efg	201,9 bc
3 ¹ +0 ⁵	176,8 fg	181,4 cd
3 ² +0 ⁵	197,5 def	202,8 bc
3 ³ +0 ⁵	218,0 bcd	232,5 a
3 ⁴ +0 ⁵	236,8 ab	237,8 a
3 ⁵ +0 ⁵	244,9 a	241,0 a
6 ¹ +0 ⁵	174,3 fg	174,5 d
6 ² +0 ⁵	186,4 efg	186,4 bcd
6 ³ +0 ⁵	196,3 def	198,4 bc
6 ⁴ +0 ⁵	210,5 cde	202,1 bc
6 ⁵ +0 ⁵	239,6 ab	248,5 a
9 ¹ +0 ⁵	178,0 fg	180,5 cd
9 ² +0 ⁵	187,5 efg	186,1 bcd
9 ³ +0 ⁵	191,5 efg	187,9 bcd
9 ⁴ +0 ⁵	181,8 fg	207,9 b
9 ⁵ +0 ⁵	231,8 abc	255,1 a
12 ¹ +0 ⁵	185,2 fg	174,4 d
12 ² +0 ⁵	172,9 fg	188,3 bcd
12 ³ +0 ⁵	186,3 efg	186,9 bcd
12 ⁴ +0 ⁵	182,2 fg	187,4 bcd
12 ⁵ +0 ⁵	168,1 g	250,6 a
cv%	6,9	6,1

Obs.: Comparações entre médias baseadas no teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 35. Estudo 3 - Comprimento da raiz das plântulas (normais + anormais): dados médios (mm), do so matório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0 ⁵ (Test.)	1685,3 bcde	1793,0 abcde
3 ¹ +0 ⁵	1638,0 cde	1607,9 cdef
3 ² +0 ⁵	1709,4 bcde	1730,6 abcde
3 ³ +0 ⁵	1893,6 abc	2102,3 abc
3 ⁴ +0 ⁵	2102,8 ab	2100,8 abc
3 ⁵ +0 ⁵	2295,5 a	2164,9 a
6 ¹ +0 ⁵	1524,1 cde	1580,0 def
6 ² +0 ⁵	1547,5 cde	1639,4 bcdef
6 ³ +0 ⁵	1629,9 cde	1600,6 cdef
6 ⁴ +0 ⁵	1745,6 bcd	1593,0 cdef
6 ⁵ +0 ⁵	1915,0 abc	2149,6 ab
9 ¹ +0 ⁵	1667,3 cde	1578,1 def
9 ² +0 ⁵	1608,9 cde	1500,0 ef
9 ³ +0 ⁵	1708,1 bcde	1598,0 cdef
9 ⁴ +0 ⁵	1407,6 de	1667,0 abcdef
9 ⁵ +0 ⁵	1934,0 abc	2050,1 abcd
12 ¹ +0 ⁵	1739,8 bcd	1473,0 ef
12 ² +0 ⁵	1545,1 cde	1689,5 abcdef
12 ³ +0 ⁵	1558,6 cde	1622,1 cdef
12 ⁴ +0 ⁵	1439,1 de	1215,6 f
12 ⁵ +0 ⁵	1319,0 e	1931,4 abcde
cv%	13,6	16,3

Obs.: Comparações entre médias baseadas no teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 36. Estudo 3 - Comprimento do epicôtilo das plântulas normais: dados médios (mm) referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0 ⁵ (Test.)	111,0 f	128,4 f
3 ¹ +0 ⁵	156,1 de	160,8 bcde
3 ² +0 ⁵	173,6 bcd	174,3 abcd
3 ³ +0 ⁵	185,2 abc	182,4 ab
3 ⁴ +0 ⁵	192,5 ab	197,9 a
3 ⁵ +0 ⁵	209,5 a	179,3 abc
6 ¹ +0 ⁵	161,4 cde	156,6 bcde
6 ² +0 ⁵	166,4 bcde	165,2 bcde
6 ³ +0 ⁵	174,0 bcd	167,5 bcd
6 ⁴ +0 ⁵	192,3 ab	175,0 abcd
6 ⁵ +0 ⁵	175,5 bcd	180,1 ab
9 ¹ +0 ⁵	150,4 de	150,0 def
9 ² +0 ⁵	171,5 bcde	161,2 bcde
9 ³ +0 ⁵	177,5 bcd	151,7 def
9 ⁴ +0 ⁵	177,0 bcd	158,0 bcde
9 ⁵ +0 ⁵	173,3 bcd	149,2 def
12 ¹ +0 ⁵	151,3 de	138,9 ef
12 ² +0 ⁵	143,1 e	153,7 cdef
12 ³ +0 ⁵	166,2 bcde	151,2 def
12 ⁴ +0 ⁵	163,9 bcde	169,2 bcd
12 ⁵ +0 ⁵	164,0 bcde	159,1 bcde
cv%	9,3	8,9

Obs.: Comparações entre médias baseadas no teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 37. Estudo 3 - Comprimento do epicôtilo das plântulas (normais + anormais): dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0^5 (Test.)	984,9 c	1135,3 cd
3^1+0^5	1390,6 b	1401,1 abcd
3^2+0^5	1467,6 b	1428,3 abcd
3^3+0^5	1577,1 ab	1657,5 a
3^4+0^5	1577,6 ab	1607,4 ab
3^5+0^5	1901,1 a	1520,9 abc
6^1+0^5	1373,1 b	1382,8 abcd
6^2+0^5	1431,5 b	1374,3 abcd
6^3+0^5	1435,3 b	1310,3 abcd
6^4+0^5	1506,6 b	1278,4 abcd
6^5+0^5	1348,9 bc	1517,6 abc
9^1+0^5	1376,8 b	1257,4 abcd
9^2+0^5	1462,8 b	1266,4 abcd
9^3+0^5	1535,4 ab	1256,0 abcd
9^4+0^5	1303,3 bc	1177,6 cd
9^5+0^5	1416,1 b	1175,1 cd
12^1+0^5	1379,9 b	1067,3 d
12^2+0^5	1245,6 bc	1318,9 abcd
12^3+0^5	1353,8 bc	1249,5 abcd
12^4+0^5	1276,0 bc	1023,6 d
12^5+0^5	1243,8 bc	1196,5 bcd
cv%	14,4	17,6

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 38. Estudo 3 - Comprimento das plântulas normais:
dados médios (mm) referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0 ⁵ (Test.)	301,3 h	330,3 ef
3 ¹ +0 ⁵	332,9 efgh	342,1 def
3 ² +0 ⁵	371,2 cde	377,1 bcd
3 ³ +0 ⁵	403,2 bcd	414,9 ab
3 ⁴ +0 ⁵	429,3 ab	435,7 a
3 ⁵ +0 ⁵	454,4 a	420,3 a
6 ¹ +0 ⁵	335,8 efgh	331,0 ef
6 ² +0 ⁵	361,6 def	351,6 def
6 ³ +0 ⁵	370,3 cdef	365,8 cde
6 ⁴ +0 ⁵	402,8 bcd	377,1 bcd
6 ⁵ +0 ⁵	415,0 ab	428,6 a
9 ¹ +0 ⁵	328,3 fgh	330,5 ef
9 ² +0 ⁵	359,0 ef	347,3 def
9 ³ +0 ⁵	369,0 cdef	339,5 def
9 ⁴ +0 ⁵	358,8 ef	365,9 cde
9 ⁵ +0 ⁵	405,1 bc	404,3 abc
12 ¹ +0 ⁵	336,5 efgh	313,3 f
12 ² +0 ⁵	316,0 gh	342,0 def
12 ³ +0 ⁵	352,5 efg	338,1 def
12 ⁴ +0 ⁵	346,1 efg	356,5 de
12 ⁵ +0 ⁵	331,4 efgh	409,6 ab
cv%	6,4	6,0

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey
- 5% de probabilidade.

Tabela 39. Estudo 3 - Comprimento das plântulas (normais + anormais): dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0^5 (Test.)	2681,4 de	2928,3 abcd
3^1+0^5	3028,6 bcde	3009,0 abcd
3^2+0^5	3177,0 bcde	3158,9 abc
3^3+0^5	3470,8 bc	3759,8 a
3^4+0^5	3680,4 ab	3708,1 ab
3^5+0^5	4218,6 a	3685,8 ab
6^1+0^5	2897,3 cde	2963,6 abcd
6^2+0^5	2979,0 bcde	3013,6 abcd
6^3+0^5	3065,0 bcde	2910,9 abcd
6^4+0^5	3252,4 bcde	2871,4 bcd
6^5+0^5	3263,9 bcde	3667,3 ab
9^1+0^5	3044,0 bcde	2835,5 bcd
9^2+0^5	3060,4 bcde	2753,9 cd
9^3+0^5	3243,5 bcde	2854,0 bcd
9^4+0^5	2710,9 de	2844,6 bcd
9^5+0^5	3350,1 bcd	3225,3 abc
12^1+0^5	3119,6 bcde	2540,3 cd
12^2+0^5	2790,8 cde	2915,9 abcd
12^3+0^5	2912,4 cde	2871,6 bcd
12^4+0^5	2715,1 de	2239,3 d
12^5+0^5	2562,8 e	3127,9 abc
cv%	13,1	16,0

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

O comprimento da raiz (tabela 34) indicou superioridade dos ambientes 3^3+0^5 , 3^4+0^5 , 3^5+0^5 , 6^5+0^5 e 9^5+0^5 em relação à testemunha em ambos os lotes. Adicionalmente, no lote B, o ambiente 12^5+0^5 também mostrou a mesma superioridade. Estes dados indicam efeitos de pré-condicionamento osmótico direcionado para os maiores períodos de exposição ao déficit de água em todos os potenciais hídricos testados e, se desconsiderados aspectos estatísticos, têm esta interpretação reforçada pela análise dos valores numéricos absolutos obtidos.

Por outro lado, o comprimento do epicótilo (tabela 36), apesar das tendências similares às do comprimento da raiz, destacou como superiores à testemunha a grande maioria dos ambientes em ambos os lotes. As exceções, concentradas no lote B, foram as dos ambientes 9^1+0^5 , 9^3+0^5 , 9^5+0^5 , 12^1+0^5 e 12^3+0^5 que não diferiram da testemunha.

Os resultados do comprimento da plântula (tabela 38) apresentaram comportamento intermediário aos ocorridos para os comprimentos de raiz e de epicótilo. Apesar de expressiva parte dos ambientes haverem superado a testemunha no lote A, alguns deles (3^1+0^5 , 6^1+0^5 , 9^1+0^5 , 12^1+0^5 , 12^5+0^5) não se diferenciaram do referencial; no lote B, a frequência de casos de superioridade à testemunha foi reduzido (3^2+0^5 , 3^3+0^5 , 3^4+0^5 , 3^5+0^5 , 6^4+0^5 , 6^5+0^5 , 9^5+0^5 , 12^5+0^5). De

qualquer forma, a tendência de resultados superiores para os déficits hídricos mais prolongados, dentro de cada potencial, foi mantida.

Ao serem analisados os resultados dos comprimentos que consideraram as plântulas "normais + anormais" (tabelas 35, 37 e 39) as diferenças estatísticas em relação à testemunha foram atenuadas.

Assim, para o comprimento da raiz (tabela 35), apenas o ambiente 3^5+0^5 , no lote A, diferiu da testemunha ao superá-la. No caso do comprimento do epicótilo (tabela 37), considerando-se o lote A, os ambientes 6^5+0^5 , 9^4+0^5 , 12^2+0^5 , 12^3+0^5 , 12^4+0^5 e 12^5+0^5 superaram a testemunha; para o lote B, contudo, apenas o ambiente 3^3+0^5 apresentou a referida superioridade.

Para o comprimento das plântulas (tabela 39), e apenas no lote A, houve superioridade de alguns ambientes (3^3+0^5 , 3^4+0^5 e 3^5+0^5) em relação à testemunha.

As tendências gerais encontradas nos comprimentos de raiz, epicótilo e plântulas sugerem vantagens ao crescimento provocadas pelos déficits hídricos mais prolongados dentro de cada potencial. Maior destaque, contudo, merece ser dado ao ambiente que conteve a situação 12^5 pois, conforme a tabela 11 do Estudo 1, foi o último a iniciar a germinação e, como tal, não contou com acentuada vantagem

sobre a testemunha nesse aspecto.

Dessa maneira, pode ser diagnosticada a possibilidade de através da aplicação, por curto período, de um déficit hídrico no ambiente de hidratação das sementes postas a germinar, estimular o crescimento inicial das estruturas embrionárias a atingir valores superiores aos obtidos sem essa prática. Esta constatação concorda com as obtidas por TILDEN & WEST (1985). MATTHEWS & POWELL (1986) e EIRA (1988) com sementes de soja e de hortaliças.

A relação "raiz/epicótilo", similar em método e objetivo à de mesmo nome discutida no Estudo 2, acha-se indicada na tabela 40. No caso do lote A, a testemunha foi superior a todos os outros valores; já no lote B, a testemunha superou a maioria dos demais ambientes de hidratação, com exceção de 3^4+0^5 , 3^5+0^5 , 6^5+0^5 , 9^4+0^5 12^1+0^5 e 12^5+0^5 que foram semelhantes àquela. A verificação dos dados de comprimento das estruturas embrionárias (tabelas 35 e 37), sugere que a generalizada redução na relação "raiz/epicótilo" em comparação com a testemunha não se deveu à inibição do crescimento radicular, mas sim ao estímulo dado ao epicótilo. Esta observação é inversa à obtida no Estudo 2; deve-se considerar, contudo, que naquele caso todos os ambientes comparados, inclusive a testemunha, contavam com o mesmo prazo de hidratação, o que não aconteceu no Estudo 3.

Tabela 40. Estudo 3 - Relação raiz/epicótilo nas plântulas (normais + anormais): dados médios da população referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0 ⁵ (Test.)	1,72 a	1,58 abc
3 ¹ +0 ⁵	1,18 de	1,15 f
3 ² +0 ⁵	1,16 de	1,21 def
3 ³ +0 ⁵	1,21 cde	1,28 def
3 ⁴ +0 ⁵	1,43 bc	1,33 cdef
3 ⁵ +0 ⁵	1,23 bcde	1,44 bcd
6 ¹ +0 ⁵	1,12 de	1,15 f
6 ² +0 ⁵	1,09 e	1,21 def
6 ³ +0 ⁵	1,14 de	1,23 def
6 ⁴ +0 ⁵	1,16 de	1,27 def
6 ⁵ +0 ⁵	1,46 b	1,43 bcde
9 ¹ +0 ⁵	1,21 cde	1,26 def
9 ² +0 ⁵	1,11 e	1,18 def
9 ³ +0 ⁵	1,12 e	1,29 def
9 ⁴ +0 ⁵	1,08 e	1,42 bcde
9 ⁵ +0 ⁵	1,36 bcd	1,76 a
12 ¹ +0 ⁵	1,27 bcde	1,40 bcdef
12 ² +0 ⁵	1,24 bcde	1,29 def
12 ³ +0 ⁵	1,16 de	1,31 def
12 ⁴ +0 ⁵	1,15 de	1,18 ef
12 ⁵ +0 ⁵	1,06 e	1,60 ab
cv%	10,8	10,7

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Os dados das velocidades diárias de crescimento da raiz, epicôtilo e plântula, considerando apenas os cálculos para as plântulas "normais + anormais", estão contidos nas tabelas 41, 42 e 43.

Com relação à raiz (tabela 41), a testemunha não se diferenciou estatisticamente de grande parte dos demais ambientes. Como exceções, foram inferiores ao referencial, em ambos os lotes, os ambientes 3^4+0^5 , 3^5+0^5 , 6^4+0^5 , 6^5+0^5 e, exclusivamente no lote B, o ambiente 12^4+0^5 . Como explicação para a inferiorização destes ambientes, podem ser analisadas informações existentes nas tabelas 11 e 16 do Estudo 1. Estas indicam que, nos ambientes 3^n e 6^n , a precocidade na emergência radicular fez com que, a partir do 4º dia, as raízes já estivessem iniciando o decréscimo na sua velocidade de crescimento; pelo fato do Estudo 3 avaliar a velocidade apenas no período de 5 dias que sucedeu ao de déficit hídrico, a velocidade de crescimento foi medida já em fase de declínio. A ocorrência particularizada do ambiente 12^4+0^5 no lote B, parece haver sido casual e é desprovida, aparentemente, de justificativa lógica. Adicionalmente, considerados os procedimentos estatísticos, foi observável uma tendência generalizada de superioridade da testemunha em relação aos demais casos.

A velocidade de crescimento do epicôtilo (tabela

Tabela 41. Estudo 3 - Velocidade diária de crescimento da raiz das plântulas (normais + anormais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: dados médios (mm/dia), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0^5 (Test.)	337,0 ab	358,6 a
3^1+0^5	327,5 abc	320,8 ab
3^2+0^5	318,1 abc	286,9 abc
3^3+0^5	258,8 bcde	294,5 ab
3^4+0^5	194,3 e	177,6 de
3^5+0^5	182,9 e	149,8 e
6^1+0^5	304,8 abc	316,0 ab
6^2+0^5	306,5 abc	311,0 ab
6^3+0^5	295,8 abcd	274,6 abcd
6^4+0^5	244,8 cde	186,5 cde
6^5+0^5	216,0 de	239,5 bcde
9^1+0^5	332,9 ab	315,8 ab
9^2+0^5	321,3 abc	299,8 ab
9^3+0^5	335,8 ab	315,9 ab
9^4+0^5	254,3 bcde	291,5 ab
9^5+0^5	313,1 abc	338,1 ab
12^1+0^5	348,0 a	294,6 ab
12^2+0^5	309,3 abc	337,9 ab
12^3+0^5	311,6 abc	324,5 ab
12^4+0^5	287,9 abcd	242,3 bcde
12^5+0^5	263,4 bcde	370,3 a
cv%	15,9	19,6

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey - 5% de probabilidade.

Tabela 42. Estudo 3 - Velocidade diária de crescimento do epicótilo das plântulas (normais + anormais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: dados médios (mm/dia), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0 ⁵ (Test.)	197,0 c	227,0 b
3 ¹ +0 ⁵	278,1 ab	280,2 ab
3 ² +0 ⁵	292,1 ab	279,0 ab
3 ³ +0 ⁵	308,9 ab	316,6 a
3 ⁴ +0 ⁵	295,4 ab	288,3 ab
3 ⁵ +0 ⁵	328,4 a	243,9 ab
6 ¹ +0 ⁵	274,6 ab	276,5 ab
6 ² +0 ⁵	286,3 ab	274,3 ab
6 ³ +0 ⁵	286,2 ab	260,1 ab
6 ⁴ +0 ⁵	295,9 ab	246,3 ab
6 ⁵ +0 ⁵	255,7 abc	288,2 ab
9 ¹ +0 ⁵	275,4 ab	251,5 ab
9 ² +0 ⁵	292,5 ab	253,3 ab
9 ³ +0 ⁵	307,0 ab	251,2 ab
9 ⁴ +0 ⁵	260,6 abc	234,6 ab
9 ⁵ +0 ⁵	282,6 ab	232,5 ab
12 ¹ +0 ⁵	276,0 ab	213,5 b
12 ² +0 ⁵	249,1 bc	263,8 ab
12 ³ +0 ⁵	270,8 abc	249,9 ab
12 ⁴ +0 ⁵	255,2 abc	204,7 b
12 ⁵ +0 ⁵	248,8 bc	239,3 ab
cv%	14,7	18,1

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey
- 5% de probabilidade.

Tabela 43. Estudo 3 - Velocidade diária de crescimento das plântulas (normais + anormais) durante 5 dias de plena disponibilidade de água: dados médios (mm/dia), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes nos Lotes A e B.

Ambientes	Lotes	
	A	B
0 ⁵ (Test.)	534,0 abc	585,7 ab
3 ¹ +0 ⁵	605,5 abc	601,0 ab
3 ² +0 ⁵	600,5 abc	566,1 abc
3 ³ +0 ⁵	567,8 abc	611,0 a
3 ⁴ +0 ⁵	489,7 bc	463,3 abc
3 ⁵ +0 ⁵	476,3 bc	393,6 c
6 ¹ +0 ⁵	579,4 abc	592,5 ab
6 ² +0 ⁵	592,8 abc	585,1 ab
6 ³ +0 ⁵	581,9 abc	534,7 abc
6 ⁴ +0 ⁵	540,6 abc	433,0 bc
6 ⁵ +0 ⁵	472,1 c	527,4 abc
9 ¹ +0 ⁵	608,8 abc	567,0 abc
9 ² +0 ⁵	611,4 abc	550,6 abc
9 ³ +0 ⁵	642,7 a	567,0 abc
9 ⁴ +0 ⁵	514,7 abc	526,2 abc
9 ⁵ +0 ⁵	595,7 abc	570,5 abc
12 ¹ +0 ⁵	623,9 ab	508,1 abc
12 ² +0 ⁵	558,2 abc	583,2 ab
12 ³ +0 ⁵	582,5 abc	574,3 ab
12 ⁴ +0 ⁵	543,0 abc	447,9 abc
12 ⁵ +0 ⁵	511,5 abc	609,7 ab
cv%	14,5	17,9

Obs.: Comparações entre médias baseadas no Teste de Tukey
- 5% de probabilidade.

la 42) mostrou, diferentemente do relatado para a raiz, inferioridade estatística da testemunha em relação à maioria dos ambientes no lote A e, no lote B, apenas numericamente. As exceções foram, no lote A, a ausência de diferenças estatísticas entre a testemunha e os ambientes 6^{5+0^5} , 9^{4+0^5} , 12^{2+0^5} , 12^{4+0^5} e 12^{5+0^5} e, no lote B, a superioridade estatística do ambiente 3^{3+0^5} sobre a testemunha. A tendência geral de inferiorização da testemunha, independentemente das indicações estatísticas, pode ser justificada com a análise das tabelas 12 e 17 pertencentes ao Estudo 1. Nelas pode ser notado que, com o relativo atraso na emissão do epicótilo nos ambientes 6^n , 9^n e 12^n , a velocidade de crescimento no final do período de déficit encontrava-se em ascensão. Dessa forma, a passagem das sementes mantidas nestas condições de disponibilidade hídrica, para situação de plena disponibilidade, levou, naturalmente, à uma continuidade da tendência que vinha sendo observada.

A velocidade diária de crescimento da plântula (tabela 43) indicou equivalência estatística entre a testemunha e os demais ambientes, com exceção feita ao ambiente 3^{5+0^5} , no lote B, que foi inferior à testemunha. Esta constatação, aparentemente coerente com os resultados anteriores, parece haver decorrido de um equilíbrio numérico entre as tendências havidas para a raiz e epicótilo nestas

avaliações; assim, enquanto o pré-condicionamento acelerava o crescimento do epicótilo, inibia levemente o da raiz de tal forma que, durante a soma de ambos para a composição da velocidade de crescimento da plântula, as tendências opostas se neutralizavam.

Dessa forma, o Estudo 3 forneceu, de modo abrangente, as seguintes informações:

- A técnica do pré-condicionamento hídrico das sementes pode, se devidamente adaptada em seus detalhes, propiciar algumas vantagens no desenvolvimento das plântulas delas oriundas.

- O tratamento químico fungicida das sementes, submetidas ao pré-condicionamento hídrico, pode não trazer os benefícios esperados às plântulas. Há casos isolados, ligados à produção de anormalidades nas estruturas embrionárias, em que o seu efeito é prejudicial.

4.5. Considerações Finais

Sem prejuízo das informações previamente extraídas nos Estudos 1, 2 e 3, é possível a adição de algumas observações capazes de subsidiar novas pesquisas voltadas ao tema.

A amplitude numérica, dos potenciais hídricos empregados, procurou abranger uma faixa de disponibilidade de água frequentemente encontrada nos solos cultivados. Esta escolha, contudo, não permitiu o aprofundamento requerido pelo Estudo 3 voltado ao pré-condicionamento fisiológico. O principal problema havido foi o relacionado com a emergência precoce da raiz na maior parte dos ambientes de hidratação; com isso, apesar de garantir uma embebição mais lenta do que a normal, a maioria das plântulas iniciou o seu crescimento em situação de déficit hídrico nitidamente inibidor do crescimento.

As determinações que utilizaram, para a sua estimativa, os dados coletados em plântulas normais e na soma "normais + anormais" pretenderam, diante da diversidade metodológica encontrada na literatura, identificar possíveis variações de respostas segundo a opção escolhida. A coleta de dados mostrou, em linhas genéricas, que o uso exclusivo da média em plântulas normais separou mais acentuadamente os componentes das causas de variação estudadas; contudo, deve ser destacado que, apesar disso, esse tipo de interpretação pode favorecer situações nas quais, por razões aleatórias, umas poucas unidades de melhor desempenho desvirtuem a tendência natural dos fenômenos submetidos à observação.

A tentativa de buscar resposta diferencial no

comportamento das sementes, em lotes variáveis quanto à qualidade fisiológica, não permitiu conclusões satisfatórias. O motivo para o ocorrido pode estar relacionado com o fato de, na verdade, os lotes trabalhados haverem apresentado diferenças pouco acentuadas de qualidade.

Por outro lado, o tratamento químico fungicida, em sementes submetidas a déficits hídricos em substratos que não o solo, requer cuidados especiais para as definições de produtos e de doses. Problemas fitotóxicos, nestas condições, podem estar relacionados à inadequação da transferência de recomendações, desenvolvidas para o uso de solo, para outros substratos.

5. CONCLUSÕES

A reunião das informações coletadas no presente trabalho, através dos Estudos 1, 2 e 3, permite as seguintes conclusões:

- A deficiência hídrica retarda a absorção de água e o desenvolvimento das plântulas durante a germinação das sementes de milho. O atraso no desenvolvimento, contudo, geralmente se atenua quando o ambiente deixa de apresentar limitações na disponibilidade de água.

- O pré-condicionamento das sementes de milho em ambientes hidricamente deficitários é técnica que, se devidamente elucidada em seus detalhes, pode trazer benefícios ao desempenho das sementes.

- O tratamento químico fungicida, escolhido entre os produtos e as doses recomendados para o milho, não trouxe as vantagens esperadas ao desempenho das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). Seed Sci. and Tech., Zurich, 9(3) 867-78, 1981.

AKALEHIYWOT, T. & BEWLEY, J.D. Promotion and synchronization of cereal grain germination by osmotic pretreatment with polyethylene glycol. J. Agric. Sci., Cambridge, 89: 503-6, 1977.

ANDRIGUETO, J.R. Interaction of soil moisture content and extra-optimal temperature on germination and emergence of sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench). Mississippi, 1985. 62 p. (PhD - Mississippi State University).

ARNOLD, C.Y. Soil moisture stress and sweet corn seedling development. Hortscience, Alexandria, 9(3): 222-3, 1974.

AUSTIN, R.B.; LONGDEN, P.C.; HUTCHINSON, J. Some effects of "hardening" carrot seed. Ann. Bot., London, 33: 883, 1969.

BEWLEY, J.D. & BLACK, M. Seeds; physiology of development and germination. New York, Plenum, 1984. 367 p.

BODSWORTH, S. & BEWLEY, J.D. Osmotic priming of seeds of crop species with polyethylene glycol as a means of enhancing early and synchronous germination at cool temperatures. Can. J. Bot., Ottawa, 59: 672-6, 1981.

BRADFORD, K.J. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. Hortscience, Alexandria, 21(5): 1105-12, 1986.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Regras para análise de sementes. Brasília, LANARV/SNAD/MA, 1976. 188 p.

BURCH, T.A. & DELOUCHE, J.C. Absorption of water by seeds. Proc. Assoc. Off. Seed Anal., Oklahoma City, 49: 142-50, 1959.

CAL, J.P. & OBENDORF, R.L. Imbibitional chilling injury in Zea mays L. actered by initial kernal moisture and maternal parent. Crop Sci., Madison, 12: 369-73, 1972.

CAMARGO, C.P. Some genotypic variation in sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) seed related to germination temperature and water absorption. Mississippi, 1982. 74 p. (PhD - Mississippi State University).

CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. Sementes; ciência, tecnologia e produção. 2ª ed. Campinas, Fund. Cargill, 1983. 429 p.

COLLIS-GEORGE, N. & HECTOR, J.B. Germination of seeds as influenced by matric potential and by area of contact between the seed and soil water. Aust. J. Soil Res., East Melbourne, 4: 145-65, 1966.

DASBERG, S. & MENDEL, K. The effect of soil water and aeration on seed germination. J. Exp. Bot., Oxford, 22: 992-8, 1971.

DE LEON, C. Moléstias do milho; guia para sua identificação no campo. Campinas, Fund. Cargill, 1978. 93 p.

DELTOUR, R. & JACQMARD, A. Relation between water stress and DNA synthesis during germination of Zea mays L. Ann. Bot., London, 38: 529-34, 1974.

- EDWARDS, C.J. & HARTWIG, E.E. Effect of seed size upon rate of germination in soybeans. Agron. J., Madison, 63: 429-30, 1971.
- EIRA, M.T.S. Germinação x déficit hídrico. Piracicaba, ESALQ, 1987. 35 p.
- EIRA, M.T.S. Condicionamento osmótico de sementes de alface (Lactuca sativa L.); efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresses hídrico, salino e térmico. Piracicaba, 1988. 90 p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- EL-SHARKAWI, H.M. & SPRINGUEL, I. Germination of some crop seeds under reduced water potencial. Seed Sci. and Tech., Zurich, 5: 677-88, 1977.
- FANCELLI, A.L. & LIMA, U.A. Milho-produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. São Paulo, Sec, Ind. Com. Ciência e Tecnologia/FEALQ, s.d. 112 p. (Extensão agroindustrial, 5).
- FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. Estudo da deterioração da semente de soja no solo. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Resultados de pesquisa de soja 1984/85. Londrina, CNPSo, 1985. p. 440-5.

- GRABLE, A.R. & DANIELSON, R.E. Effect of CO₂, O₂ and soil moisture suction on germination of corn and soybeans. Soil Sci. Soc. Am. Proc., Madison, 29: 12-8, 1965.
- GRAY, D. Effects of temperature on the germination and emergence of lettuce (Lactuca sativa L.) varieties. Journal of Horticultural Science, London, 50(4): 349-61, 1975.
- GRAY, D. & STECKEL, J.R.A. The effects of pre-sowing seed treatments on the germination and emergence of lettuce seeds at high salt concentrations. Sci. Hortic, Amsterdam, 5(1): 1-9, 1976.
- GOMES, J. Parâmetros ambientais e épocas de semeadura. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. O milho no Paraná. Londrina, IAPAR, 1982, p. 51-56.
- GOMES, J. & KARAZAWA, M. Como a planta de milho se desenvolve. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. O milho no Paraná. Londrina, IAPAR, 1982. p. 35-50.
- GOMES, J.; KARAZAWA, M.; GERAGE, A.C.; GRODZKI, L. Produção de milho e distribuição de chuvas e temperatura. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE MILHO E SORGO, 13., Londrina, 1980. Resumos. Londrina, IAPAR, 1980. p. 57.

- HADAS, A. Water uptake and germination of leguminous seeds under changing external water potencial in osmotic solutions. J. Exp. Bot., Oxford, 27: 480-9, 1976.
- HANSON, A.D. The effects of imbibition drying treatments on wheat seeds. New Phytol., London, 78: 349-59, 1973.
- HEGARTY, T.W. The possibility of increasing field establishment by seed hardening. Hort. Res. Edinburgh, 10: 59, 1970.
- HEGARTY, T.W. Seed activation and seed germination under moisture stress. New Phytol., London, 78: 349-59, 1977.
- HENDRICKS, S.B. & TAYLORSON, R.B. Variation in the germination and aminoacid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. Plant. Physiol., Rochville, 58: 7-11, 1976.
- HERNER, R.C. Germination under cold soil conditions. Hort-science, Alexandria, 21(5): 1118-22, 1986.
- HEYDECKER, W.; HIGGINS, J.; GUILLIVER, R.I. Accelerated germination by osmotic seed treatment. Nature, London, 246(42-4), 1973.

- HELYDECKER, W.; HIGGINS, J.; TURNER, Y.J. Invigoration of seeds? Seed Sci. & Technol. Zurich, 3: 881-8, 1975.
- HUNTER, J.R. & ERICKSON, A.E. Relation of seed germination to soil moisture tension. Agron. J., Madison, 44: 107-9, 1952.
- JACKSON, W.T. Use of carbowaxes (polyethylene glycols) as osmotic agents. Plant Physiology, Rockville, 37(4): 513-9, 1962.
- KAUFMANN, M.R. & ROSS, K.J. Water potencial, temperature, and kinetin effects on seed germination in soil and solute systems. Amer. J. Bot., Columbus, 57: 413-9, 1970.
- KHAN, A.A.; BRAUN, J.W.; TAO, K.L.; MILLIER, W.F.; BENSIN, R.F. New methods for maintaining seed vigor and improving performance. J. Seed Technol., East Lansing, 1(2): 33-57, 1976.
- KHAN, A.A.; PECK, N.H.; SAMIMY, C. Seed osmoconditioning; physiological and biochemical changes. Israel J. Bot., Jerusalem, 29: 133-44, 1980/81.

KHAN, A.A.; TAO, K.L.; KNYPL, J.S.; BORKOWSKA, B.; PO
WELL, L.E. Osmotic conditioning of seeds; physiologi-
cal and biochemical changes. Acta Hortic., The Hague,
83: 267-78, 1978.

KIMATI, H.; SOAVE, J.; ESKES, A.B.; KUROZAWA, C.; BRIGNA
NI NETO, F.; FERNANDES, N.G. Guia de fungicidas agrí-
colas. Piracicaba, Livroceres, 1986. 281 p.

KNYPL, J.S. & KHAN, A.A. Osmoconditioning of soybean
seeds to improve performance at suboptimal temperatu-
res. Agron. J., Madison, 73: 112-6, 1981.

KNYPL, J.S.; JANAS, K.M.; RADZIWONOWSKA-JOZWIAK, A. Is
enhanced vigour in soybean (Glycine max) dependent on
activation of protein turnover during controlled hydra-
tion of seeds? Physiol. Veg., Paris, 18(1): 157-61,
1980.

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

LUCCA FILHO, O.A. Testes de sanidade de sementes de mi-
lho. In: SOAVE, J. & WETZEL, M.M.V.S. ed. Patologia
de sementes. Campinas, Fund. Cargill, 1987. 430-40.

- MACHADO, R.C.R.; RENA, A.B.; VIEIRA, C. Efeito da desidratação osmótica na germinação de vinte cultivares de feijão (Phaseolus vulgaris L.). Rev. Ceres, Viçosa, 23 (128): 310-20, 1976.
- MAGALHÃES, A.C. & CARELLI, M.L. Germinação de sementes de feijão (Phaseolus vulgaris L.) sob condições variadas de pressão osmótica. Bragantia, Campinas, 31: XIX-XXV, 1972.
- MAGALHÃES, A.C. & SILVA, W.J. Determinantes genético-fisiológicos da produtividade do milho. In: PATERNIANI, E. & VIEGAS, G.P. ed. Melhoramento e produção de milho. Campinas, Fund.Cargill, 1987. 795 p.
- MANCHAR, M.S. Effects of osmotic systems on germination of peas (Pisum sativum L.). Planta, New York, 71: 81-8, 1966.
- MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1., Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p. 11-39.
- MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. Avaliação da qualidade das sementes. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230 p.

- MATTHEWS, S. & POWELL, A.A. Environmental and physiological constraints on field performance of seeds. Hortscience, Alexandria, 21(5): 1125-8, 1986.
- MCWILLIAM, J.R. & PHILLIS, P.J. Effect of osmotic and matric potentials on the availability of water for seed germination. Aust. J. Biol. Sci., East Melbourne. 24: 423-31, 1970.
- MICHEL, B.E. & KAUFMAN, M.E. The osmotic potencial of polyethylene glycol 6000. Plant Physiol., Rockville, 51: 914-6, 1973.
- MUCHENA, S.C. & GROGAN, C.O. Effects of seed size on germination of corn (Zea mays) under simulated water stress conditions. Can. J. Plant Sci., Ottawa, 57: 921-3, 1977.
- NEERGAARD, P. Seed pathology. London, Macmillan, 1979. v. 1, 838 p.
- NORTON, C.R. Germination under flooding: metabolic implications and alleviation of injury. Hortscience, Alexandria, 21(5): 1123-5, 1986.

PANDEY, D.K. Priming induced repair in french bean seeds.
Seed Sci & Technol. Zurich, 16: 527-32, 1988.

PARMAR, M.T. & MOORE, R.P. Carbowax 6000, mannitol, and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (Zea mays L.) of strong and weak vigor. Agron. J., Madison, 60:192-5, 1968.

PESKE, S.T. Germination and emergence of soybean seeds as related to moisture stress. Mississippi, 1983. 81 p.
(PhD - Mississippi State University).

PESKE, S.T. & DELOUCHE, J.C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, 20(1): 69-85, 1985.

PHILLIPS, R.E. Water diffusivity of germinating soybean, corn and cotton seed. Agron. J., Madison, 60: 568-70, 1968.

PRISCO, J.F. & O'LEARY, J.W. Osmotic and "toxic" effects of salinity on germination of Phaseolus vulgaris L. seeds, Turrialba, 20(2): 177-84, 1970.

RAZERA, L.F. Emergence of soybean (Glycine max (L.) Merr.) seed at various levels of soil temperature and moisture Missisipi, 1982. 83 p. (PhD - Mississipi State University).

SAHA, R. & BASU, R.N. Maintenance of soybean seed viability by hidration - dehydration treatments. Indian Agric., Calcutta, 25(4): 275-8, 1981.

SHAYKEWICH, C.F. Proposed method for measuring swelling pressure of seeds prior to germination. J. Exp. Bot. Oxford, 24: 1056-61, 1973.

SHURTLEFF, M.C., ed. A compendium of corn diseases. Urbana, University of Illinois, 1973. 64 p.

SILVA, G.L.P.; VICENTE, J.R.; CASER, D.V. Efeitos das condições de tempo sobre a produtividade do milho no Estado de São Paulo. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, 22(3): 225-31, 1987.

SILVA, W.J. da & ANTUNES, F.Z. Aptidão climática para a cultura do milho. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 6(72): 10-4, 1980.

SINCLAIR, J.B. Soybean seed pathology. In: YORINORI, J. T.; SINCLAIR, K.B.; MEHTA, Y.R.; MOHAN, S.K. ed. Seed pathology, problems and progress. IAPAR. 274 p. 1979.

SPRINGFIELD, H.W. Germination of fourwing saltbush seeds at different levels of moisture stress. Agron. J., Madison, 58: 149-50, 1966.

STEUTER, A.A.; MOZAFAR, A.; GOODIN, J.R. Water potential of aqueous polyethylene glycol. Plant Physiol., Rockville, 67: 64-7, 1981.

TADMOR, N.H.; COHEN, Y., HARPAZ, Y. Interactive effects of temperature and osmotic potencial on the germination of range plants. Crop. Sci., Madison 9: 771-4, 1969.

TEKRONY, D.M.; EGLI, D.B.; PHILLIPS, A.; STILL, T.W. Effect of fungicide seed treatment on soybean germination and field emergence. Proc. Assoc. Off. Seed. Anal. Oklahoma City, 64: 80-9, 1976.

THERIOS, I.N. Effects of temperature, moisture stress and pH on the germination of seeds of almond (Prunus amygdalus 'trudito'). Seed Sci. and Tech., Zurich, 10(3): 585-94, 1982

- TILDEN, R.L. & WEST, S.H. Reversal of the effects of aging in soybean seeds. Plant Physiol, Rochville, 77:584-6, 1985.
- TONKIN, J.H.B. Pelleting and other presowing treatments. Adv. Res. Techn. Sem., Wageningen, 4: 84-105, 1979.
- TONKIN, J.H.B. Pelleting and other pre-sowing treatments. Adv. Res. Techn. Sem., Wageningen, 9: 94-127, 1985.
- VILLIERS, T.A. & EDGCUMBE, D.J. On the cause of seed deterioration in dry storage. Seed Sci. Technol. Zurich, 3: 761, 1975.
- WALDREN, L.J. & MANBEIAN, T. Soil moisture characteristics by osmosis with polyethylene glycol; a simple system with osmotic pressure data and some results. Soil., Sci., New Brunswick, 110: 401-4, 1970.
- WATT, L.A. Germination characteristics of several grass species as affected by limiting water potential imposed through a cracking black clay soil. Aust. J. Agric. Res., Melbourne, 33: 223-31, 1982.

WILLIAMS, T.V.; SNELL, R.S.; ELLIS, J.F. Methods of measuring drought tolerance in corn. Crop Sci., Madison, 7: 179-82, 1967.

WOODSTOCK, L.W. & TAO, K.L.J. Prevention of imbibitional injury in low vigor soybean embryonic axes by osmotic control of water uptake. Physiol. Plant., Kobenhavn, 51: 133-9, 1981.

WOODSTOCK, L.W. & TAYLORSON, R.B. Soaking injury and its reversal with polyethylene glycol in relation to respiratory metabolism in high and low vigor soybean seeds. Physiol. Plant. Kobenhavn, 53: 263-8, 1981.

YOUNG, J.A.; EVANS, R.A.; ROUNDY, B.; GREG, C. Moisture stress and seed germination. Washington, USDA, 1983. 40 p. (Agric. Res. Service, 36).