

AVALIAÇÃO DA EMBEBIÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO INICIAL  
DAS ESTRUTURAS EMBRIONÁRIAS DE SEMENTES DE MILHO  
SUBMETIDAS A DIFERENTES POTENCIAIS HÍDRICOS\*

W.R.da Silva\*\*

J.Marcos Filho\*\*

---

RESUMO: Empregando substratos com potenciais hídricos variáveis entre 0 e -12atm, o presente trabalho objetivou avaliar o comportamento das sementes de milho postas a germinar. As situações de deficiência hídrica foram diretamente comparadas à testemunha (plena disponibilidade de água), usando sementes com e sem tratamento fungicida. A análise e a interpretação dos resultados permitiram concluir que a absorção de água, a emergência e o desenvolvimento inicial das estruturas embrionárias são interdependentes e reagem no mesmo sentido ao déficit hídrico; para esses casos, a redução do potencial hídrico promove dificuldades na evolução dos processos. Paralelamente, a presença de tratamento fungicida pode não influenciar, quantitativamente, os fenômenos envolvidos no início da germinação.

Termos para indexação: milho, sementes, desempenho, disponibilidade hídrica.

---

\* Publicado em Resumos dos Trabalhos Técnicos do VI Congresso Brasileiro de Sementes, Brasília, 1989. Extraído da Tese de Doutorado do primeiro autor: (ESALQ/USP, 1989).

\*\* Departamento de Agricultura da E.S.A. "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo - 13.400 - Piracicaba, SP. Bolsistas do CNPq.

## EVALUATION OF IMBIBITION AND THE INITIAL DEVELOPMENT OF THE EMBRYONIC STRUCTURES OF CORN SEEDS SUBMITTED TO DIFFERENT WATER POTENTIALS

**ABSTRACT:** Substrates with water potentials between 0 and  $-12\text{atm}$ , were used to evaluate the behavior of corn seeds during the germination process. Water deficiency treatments were compared with the control (adequate available water) using seeds with and without fungicide treatment. The analysis and the interpretation of the results permitted to conclude that the absorption of water, the emergency and the initial development of the embryonic structures are interdependent and vary with the water deficit. For these cases the reduction of water potential promotes difficulties in the evolution of the processes. The presence of fungicide treatment may not influence quantitatively the processes occurring in the beginning of the germination.

Index terms: corn, seeds, performance, water availability.

---

### INTRODUÇÃO

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 têm sofrido restrições acentuadas nas épocas normais de semeadura (GOMES, 1982). Por esse motivo, as escolhas de espécies, cultivares e épocas de semeadura têm 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, para a germinação, 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 potencial hídrico do solo ( $\psi_s$ ) ou por problemas na sua condutividade hidráulica (COLLIS-GEORGE & HECTOR, 1966; YOUNG *et alii*, 1983).

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 disponibilidade hídrica (HEGARTY, 1977).

A velocidade de absorção de água pelas sementes decresce com a redução do  $\psi_s$  (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 CAPVALHO & 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 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 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 (CARMARGO, 1982; YOUNG *et alii*, 1983 e MARCOS FILHO, 1986).

De uma maneira geral, a redução progressiva do  $\Psi_s$  apresenta tendências de redução na porcentagem e velocidade de germinação e de emergência (HUNTER & ERICKSON, 1952; PARMAR & MOORE, 1968; MCWILLIAM & PHILLIS, 1970; MAGALHÃES & CAPELLI, 1972; ELSHARKAWI & SPRINGUEL, 1977; ADEGBUYI, 1981; 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).

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.

Assim, considerando a importância do tema para os estudos dedicados à germinação das sementes, a presente pesquisa buscou verificar a interferência da disponibilidade hídrica no processo inicial de absorção de água pelas sementes.

### MATERIAL E MÉTODOS

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

Primeiramente, os lotes foram individualmente submetidos a tratamento fungicida em dois níveis, a saber:

- a) ST: ausência de fungicida
- b) CT: 2g de Thiabendazol (100g p.a./kg de sementes, seguindo recomendações 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 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

$\Psi$  = potencial hídrico da solução (atm)

C = g. de PEG 6000/kg H<sub>2</sub>O

T = Temperatura em °C

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

A sementeira, 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 das concentrações das soluções foi prevista, pela reposição diária de água, com base na estimativa de consumo verificada em observações de referência, 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.

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.

As determinações laboratoriais, realizadas com 4 repetições em delineamento estatístico inteiramente casualizado, foram conduzidas conforme os seguintes procedimentos:

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 sementes e de plântulas presentes, foram obtidos em porcentagem.

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 (n <sup>o</sup> )	Ambientes
1	0 <sup>1</sup> , 3 <sup>1</sup> , 6 <sup>1</sup> , 9 <sup>1</sup> , 12 <sup>1</sup>
2	0 <sup>2</sup> , 3 <sup>2</sup> , 6 <sup>2</sup> , 9 <sup>2</sup> , 12 <sup>2</sup>
3	0 <sup>3</sup> , 3 <sup>3</sup> , 6 <sup>3</sup> , 9 <sup>3</sup> , 12 <sup>3</sup>
4	0 <sup>4</sup> , 3 <sup>4</sup> , 6 <sup>4</sup> , 9 <sup>4</sup> , 12 <sup>4</sup>
5	0 <sup>5</sup> , 3 <sup>5</sup> , 6 <sup>5</sup> , 9 <sup>5</sup> , 12 <sup>5</sup>

b) Acréscimo diário na % de H<sub>2</sub>O: foi representado pela subtração do valor do grau de umidade encontrado no dia anterior (N-1) daquele presente no dia (N) da avaliação.

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

d) Comprimentos do epicótilo e da raiz: através de avaliações (mm) diárias, forneceu o somatório dos comprimentos da população total presente na repetição.

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

f) Acréscimo diário nos comprimentos do epicótilo e da raiz: partindo dos dados obtidos para os comprimentos do epicótilo e da raiz, constou da subtração

do valor encontrado no dia anterior (N-1) daquele existente no dia (N) da avaliação.

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

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 2 e 3.

A Tabela 2 (grau de umidade) apresenta uma tendência 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.



Tabela 2. Grau de umidade 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 <sup>n</sup> (Test.)	35,2a	44,6a	59,6a	70,9a	75,7a
	3 <sup>n</sup>	29,7 b	33,5 b	42,2 b	47,7 b	56,6 b
	6 <sup>n</sup>	29,3 b	30,0 c	34,6 c	36,5 c	45,1 c
	9 <sup>n</sup>	27,9 c	28,6 cd	30,3 d	32,1 d	35,7 d
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	35,6a	47,6a	61,4a	67,9a	74,3a
	3 <sup>n</sup>	30,3 b	33,5 b	41,9 b	50,0 b	59,3 b
	6 <sup>n</sup>	29,4 b	31,6 c	34,5 c	40,8 c	44,4 c
	9 <sup>n</sup>	26,9 c	28,7 d	30,1 d	32,6 d	38,2 d
	12 <sup>n</sup>	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 3. Acréscimo diário no grau de umidade das sementes e/ou plântulas: dos 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 <sup>n</sup> (Test.)	23,4a	9,2a	15,0a	11,3a	4,8
	3 <sup>n</sup>	18,0 b	3,8 b	8,7 b	5,5 b	8,9a
	6 <sup>n</sup>	17,6 b	0,7 c	4,6 c	2,0 c	8,6a
	9 <sup>n</sup>	16,2 c	1,3 c	1,2 d	1,8 c	3,6 bc
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	24,3a	11,9a	13,8a	6,5a	6,4 b
	3 <sup>n</sup>	19,0 b	3,2 b	8,4 b	8,1a	9,3a
	6 <sup>n</sup>	18,1 b	2,2 b	3,5 c	6,3a	3,7 cd
	9 <sup>n</sup>	15,6 c	1,8 b	1,4 d	2,5 b	5,7 bc
	12 <sup>n</sup>	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

Contudo, no que se relacionou ao acréscimo diário (Tabela 3), a diferenciação entre os ambientes de hidratação não foi a mesma verificada para os valores absolutos do grau de umidade (Tabela 2); 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 anteriores 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 predominante na população no instante de sua avaliação e, conseqüentemente, 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 4 e 5.

Os dados relativos ao número de raízes emersas (Tabela 4) 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

Tabela 4. 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 <sup>n</sup> (Test.)	7,2a	9,0a	9,0a	9,0a	9,0a
	3 <sup>n</sup>	0,5 b	8,5a	8,6a	9,0a	9,5a
	6 <sup>n</sup>	0,1 b	2,5 b	7,0a	8,7a	8,5a
	9 <sup>n</sup>	0,1 b	0,8 c	2,9 b	7,1 b	8,4a
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	8,8a	9,0ab	9,0ab	9,0ab	9,0a
	3 <sup>n</sup>	1,6 b	9,7a	9,4a	9,5a	9,1a
	6 <sup>n</sup>	0,3 c	7,1 b	7,5 b	8,3ab	8,7a
	9 <sup>n</sup>	0,1 c	0,2 c	2,0 c	7,3 b	7,7a
	12 <sup>n</sup>	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 5. Número de epíctilos 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 <sup>n</sup> (Test.)	0,0	9,1a	9,1a	9,1a	9,1a
	3 <sup>n</sup>	0,0	1,6 b	5,3 b	6,7 b	8,7a
	6 <sup>n</sup>	0,0	0,0 c	0,8 c	3,9 c	5,8 b
	9 <sup>n</sup>	0,0	0,0 c	0,3 c	0,0 d	0,4 c
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	0,0	8,7a	8,8a	8,8a	8,8a
	3 <sup>n</sup>	0,0	3,0 b	7,2a	8,3a	8,2ab
	6 <sup>n</sup>	0,0	1,6 c	1,4 b	5,4 b	5,0 b
	9 <sup>n</sup>	0,0	0,0 d	0,0 c	0,8 c	0,9 c
	12 <sup>n</sup>	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

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

A Tabela 5 fornece o número de epicótilos emergentes, indicando um efetivo retardamento na emergência dessa estrutura quando realizada comparação com a raiz (Tabela 4). Esta ocorrência, considerada normal pela literatura (GOMES & 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 de desencadeamento da germinação propriamente dita, a confrontação entre as Tabelas 2 e 4 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 6, 7, 8, 10 e 11.

Os comprimentos da raiz, epicótilo e plântula (Tabelas 6, 7 e 8), apresentaram invariavelmente, e em ambos os lotes, tendência de elevação com o aumento do potencial hídrico ambiental. Em termos de diferenciação

Tabela 6. Comprimento da raiz: 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 <sup>n</sup> (Test.)	37,1a	444,3a	997,6a	1445,6a	1685,3a
	3 <sup>n</sup>	1,3 b	168,0 b	598,9 b	1131,3 b	1577,9a
	6 <sup>n</sup>	0,0 b	15,3 c	151,1 c	522,0 c	833,1 b
	9 <sup>n</sup>	0,0 b	2,3 c	29,5 c	137,4 d	368,8 c
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	57,3a	600,5a	1276,9a	1636,4a	1793,0a
	3 <sup>n</sup>	4,4 b	295,6 b	630,1 b	1212,6 b	1415,9 b
	6 <sup>n</sup>	1,0 b	84,8 c	227,9 c	660,0 c	953,0 c
	9 <sup>n</sup>	0,4 b	0,8 d	18,9 d	209,0 d	360,1 d
	12 <sup>n</sup>	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 7. 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 <sup>n</sup> (Test.)	0,0	129,0a	326,9a	659,8a	984,9a
	3 <sup>n</sup>	0,0	7,3 b	32,8 b	100,8 b	259,5 b
	6 <sup>n</sup>	0,0	0,0 b	4,5 b	27,3 c	70,4 c
	9 <sup>n</sup>	0,0	0,0 b	0,8 b	0,0 c	3,0 c
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	0,0	142,9a	411,4a	761,5a	1135,3a
	3 <sup>n</sup>	0,0	32,9 b	75,0 b	166,5 b	301,8 b
	6 <sup>n</sup>	0,0	3,4 c	9,4 c	46,8 c	77,0 c
	9 <sup>n</sup>	0,0	0,0 c	0,0 c	4,6 c	12,8 c
	12 <sup>n</sup>	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 8. 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 <sup>n</sup> (Test.)	42,8a	573,3a	1324,5a	2105,4a	2670,1a
	3 <sup>n</sup>	1,3 b	174,8 b	631,6 b	1232,0 b	1837,4 b
	6 <sup>n</sup>	0,0 b	15,3 c	155,6 c	549,3 c	903,5 c
	9 <sup>n</sup>	0,0 b	2,5 c	30,3 c	137,4 d	371,8 d
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	57,3a	768,4a	1688,3a	2397,9a	2928,3a
	3 <sup>n</sup>	4,4 b	328,5 b	705,1 b	1391,6 b	1717,6 b
	6 <sup>n</sup>	1,0 b	88,1 c	237,3 c	706,8 c	1030,0 c
	9 <sup>n</sup>	0,4 b	0,8 d	18,9 d	213,6 d	372,9 d
	12 <sup>n</sup>	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

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 9, 10 e 11) 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 plântulas 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 & SPRINGUEL (1977), YOUNG *et alii* (1983) e de MAGALHÃES & SILVA (1987).

## CONCLUSÕES

Dessa maneira, a reunião das informações coletadas 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.

Tabela 9. 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 <sup>n</sup> (Test.)	37,1a	401,8a	580,6a	448,1a	232,3 b
	3 <sup>n</sup>	1,3 b	167,0 b	430,9a	532,3a	446,4a
	6 <sup>n</sup>	0,0 b	15,3 c	136,1 b	371,0a	311,1ab
	9 <sup>n</sup>	0,0 b	2,3 c	27,0 b	108,4 b	231,8 b
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	57,3a	543,5a	684,0a	656,4a	157,0a
	3 <sup>n</sup>	4,4 b	291,6 b	334,6 b	582,6a	203,4a
	6 <sup>n</sup>	1,0 b	83,8 c	143,4 c	432,0ab	293,0a
	9 <sup>n</sup>	0,4 b	0,3 d	18,5 c	190,5 bc	151,1a
	12 <sup>n</sup>	0,0 b	0,0 d	0,0 c	0,9 c	78,6a
	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 10. Acréscimo diário no comprimento do epicôtilo: 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 <sup>n</sup> (Test.)	0,0	129,0a	197,9a	325,3a	325,4a
	3 <sup>n</sup>	0,0	7,3 b	25,8 b	68,3 b	159,0 b
	6 <sup>n</sup>	0,0	0,0 b	4,5 b	21,6 bc	43,4 c
	9 <sup>n</sup>	0,0	0,0 b	0,8 b	-0,5 c	3,0 c
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	0,0	142,9a	268,9a	350,0a	373,8a
	3 <sup>n</sup>	0,0	32,9 b	42,0 b	92,0 b	135,8 b
	6 <sup>n</sup>	0,0	3,4 c	6,4 c	37,3 bc	30,0 c
	9 <sup>n</sup>	0,0	0,0 c	0,0 c	4,6 c	8,3 c
	12 <sup>n</sup>	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 11. Acréscimo diário no comprimento da plântula: dados médios (mm), 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 <sup>n</sup> (Test.)	42,8a	530,6a	750,0a	780,9a	564,8a
	3 <sup>n</sup>	1,3 b	173,7 b	456,9 b	600,4a	606,1a
	6 <sup>n</sup>	0,0 b	15,3 c	140,4 c	393,7 b	354,3ab
	9 <sup>n</sup>	0,0 b	2,5 c	27,8 c	107,1 c	234,4 bc
	12 <sup>n</sup>	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 <sup>n</sup> (Test.)	57,3a	711,1a	919,9a	709,6a	530,4a
	3 <sup>n</sup>	4,4 b	324,2 b	376,7 b	686,5a	326,0ab
	6 <sup>n</sup>	1,0 b	87,1 c	150,2 c	469,5ab	323,3ab
	9 <sup>n</sup>	0,4 b	0,4 d	18,1 c	194,8 bc	159,3 b
	12 <sup>n</sup>	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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEGBUYI, E.; COOPER, S.R.; DON, R. Osmotic priming of some herbage grass seed using polyethylene glycol (PEG). *Seed Science and Technology*, Zurich, 9(3) 867-78, 1981.
- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. *Seeds; physiology of development and germination*. New York, Plenum, 1984. 367p.
- 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. *Canadian Journal of Botany*, 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. 188p.
- BURCH, T.A. & DELOUCHE, J.C. Absorption of water by seeds. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysis*, Oklahoma City, 49:142-50, 1959.
- CAMARGO, C.P. Some genotypic variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) seed related to germination temperature and water absorption. Mississippi, 1982. 74p. (PhD - Mississippi State University).
- CARVALHO, N.M. & NAKAGAWA, J. *Sementes; ciência, tecnologia e produção*. 2.ed. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 429p.
- 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. *Australian Journal of Soil Research*, East Melbourne, 4:145-65, 1966.

- EDWARDS, C.J. & HARTWIG, B.B. Effect of seed size upon rate of germination in soybeans. *Agronomy Journal*, Madison, 63:429-30, 1971.
- EL-SHARKAWI, H.M. & SPRINGUEL, I. Germination of some crop seeds under reduced water potential. *Seed Science and Technology*, Zurich, 5:677-88, 1977.
- GOMES, J. Parâmetros ambientais e épocas de semeadura. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. *O milho no Paraná*. Londrina, IAPAR, 1982. p.51-6.
- 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.
- HEGARTY, T.W. Seed activation and seed germination under moisture stress. *New Phytologist*, London, 78:349-59, 1977.
- HUNTER, J.R. & ERICKSON, A.E. Relation of seed germination to soil moisture tension. *Agronomy Journal*, Madison, 44:107-9, 1952.
- KIMATI, H.; SCAVE, J.; ESKES, A.B., KUROZAWA, C.; BRIGNANI NETO, F.; FERNANDES, N.G. *Guia de fungicidas agrícolas*. Piracicaba, Livroceres, 1986. 281p.
- LABOURIAU, L.G. *A germinação das sementes*. Washington, OEA, 1983. 174p.
- MACHADO, R.C.R.; RENA, A.B.; VIEIRA, C. Efeito da desidratação osmótica na germinação de vinte cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista 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, Fundação Cargill, 1987. 795p.
- MARCOS FILHO, J. Germinação de sementes. In: SEMANA DE ATUALIZAÇÃO EM PRODUÇÃO DE SEMENTES, 1, Piracicaba, 1986. Campinas, Fundação Cargill, 1986. p.11-39.
- 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. *Australian Journal of Biological Sciences*, East Melbourne, 24:423-31, 1970.
- MICHEL, B.E. & KAUFMAN, M.E. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiology*, 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. *Canadian Journal of Plant Science*, Ottawa, 57:921-3, 1977.
- PAPMAR, 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. *Agronomy Journal*, Madison, 60:192-5, 1968.
- PESKE, S.T. & DELOUCHE, J.C. Semeadura de soja em condições de baixa umidade do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 20(1):69-85, 1985.
- PHILLIPS, R.E. Water diffusivity of germinating soybean, corn and cotton seed. *Agronomy Journal*, Madison, 60:568-70, 1968.



- RAZERA, L.F. Emergence of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) seed at various levels of soil temperature and moisture. Mississippi, 1982. 83p. (PhD -Mississippi State University).
- SHAYKEWICH, C.F. Proposed method for measuring swelling pressure of seeds prior to germination. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, 24:1056-61, 1973.
- SILVA, W.J. da & ANTUNES, F.Z. Aptidão climática para a cultura do milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 6(72):10-4, 1980.
- WATT, L.A. Germination characteristics of several grass species as affected by limiting water potential imposed through a cracking black clay soil. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, 33:223-31, 1982.
- WILLIAMS, T.V.; SNELL, R.S.; ELLIS, J.F. Methods of measuring drought tolerance in corn. *Crop Science*, Madison, 7:179-82, 1967.
- YOUNG, J.A.; EVANS, R.A.; ROUNDY, B.; GREG, C. *Moisture stress and seed germination*. Washington, USDA, 1983. 40p. (Agric. Res. Service, 36).

---

Entregue para publicação em: 26/01/90

Aprovado para publicação em: 10/10/90