

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O DESENVOLVIMENTO DE
PLÂNTULAS DE MILHO APÓS PERÍODO DE EXPOSIÇÃO
A VÁRIOS POTENCIAIS HÍDRICOS*

W.R. da Silva**

J. Marcos Filho**

RESUMO: Submetendo sementes de milho com e sem tratamento fungicida, a ambientes de germinação variáveis quanto à disponibilidade de água (0 a -12atm), o presente trabalho avaliou o desenvolvimento posterior das plântulas postas em ambientes sem limitações hídricas. Os resultados obtidos permitiram concluir que a ocorrência de déficit hídrico, durante o início do processo de germinação, promove reduções posteriores no comprimento das estruturas embrionárias e, de forma mais acentuada, do epicótilo; apesar disso, esse efeito se atenua com o passar do tempo pela elevação progressiva na velocidade de crescimento em ambientes que oferecem menores potenciais hídricos. Paralelamente, o tratamento fungicida das sementes pode não trazer vantagens em ambientes hidricamente deficientes; esta afirmação, contudo, considera o papel toalha como meio fornecedor de água o que, em contrapartida, exige cautela na sua extrapolação para as condições proporcionadas pelo solo.

* 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.

Termos para indexação: milho, plântulas, desenvolvimento, disponibilidade hídrica.

DEVELOPMENT OF CORN SEEDLINGS AFTER A PERIOD OF EXPOSITION TO VARIOUS WATER POTENTIAL

ABSTRACT: Fungicide treated and untreated corn seeds were sets to germinate under varying water availability conditions (0 to -12atm water potential). The seedlings obtained on each individual treatment were subsequently grown under ideal available water conditions. The results permitted to conclude that the occurrence of a water deficit during the on set of the germination process results in reductions on the length of the embryonic structures, particularly the epicotil. This effect attenuates with times due to the increase in growth velocity in environments where water potential is lower. Fungicid treated seeds, did not appear to be consistently vantageous in environments with water stress.

Index terms: corn, seedlings, development, water availability.

INTRODUÇÃO

Para as plantas, a importância da 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.

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 sementes 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 patógenos (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 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 promovida, 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 & JACMARD, 1974; HEGARTY, 1977 e BRADFORD, 1986).

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*, 1980/81; KNYPL & KHAN, 1981; HOUNG *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; 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 (FANCELLI & LIMA, s.d.), da deficiência nutricional proveniente da lavagem do solo descoberto e da desuniformidade na emergência (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).

O presente trabalho, considerando a importância da água no estabelecimento das plantas, objetivou estudar a interferência do déficit hídrico no desenvolvimento posterior das plântulas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram empregados dois lotes de sementes de um híbrido duplo de milho (cv. HMD 7974) com uniformidade de tamanho entre os indivíduos (100% de retenção em peneira de crivos circulares com 23/64 de polegada).

Previamente à embebição, as sementes passaram por tratamento fungicida em dois níveis:

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

A seguir, as sementes foram postas para germinar em contato com soluções aquosas de polietileno glicol (PEG 6000), seguindo a metodologia descrita por SILVA & MARCOS FILHO (1990), de maneira que fossem possíveis potenciais hídricos, de 0, -3, -6, -9, e -12 atm. A permanência nos ambientes descritos se deu por períodos de 1, 2, 3, 4 e 5 dias e foi seguida, invariavelmente, por prazos fixos de 5 dias em situação de plena

disponibilidade de água.

Dessa maneira, os ambientes foram agrupados segundo o total de dias de exposição, de acordo com o mencionado na Tabela 1, para cada um dos lotes e tratamentos fungicidas.

Tabela 1. Agrupamentos de ambientes de hidratação para cada lote e fungicida, segundo o número de dias de contato. Obs.: A base representa o potencial hídrico (atm) sem o sinal e, o expoente, 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, conduzidas com 4 repetições em delineamento estatístico inteiramente casualizado, adotaram os seguintes procedimentos:

a) Número de epicótilos e de raízes emersos: constou da contagem diária dos epicótilos e das raízes 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 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 $\sqrt{x+0,5}$.

c) 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 $\sqrt{x+0,5}$.

d) 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.

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

f) 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 $\sqrt{x+0,5}$.

g) Comprimento do epicótilo e da raiz das plântulas normais: representou a média de comprimento (mm) dos epicótilos e das raízes das plântulas normais contadas segundo a descrição contida no item b.

h) Comprimento das plântulas normais: obtido pelo somatório dos dados encontrados para o epicótilo e raiz.

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

j) 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).

k) Comprimento das plântulas (normais e anormais): resultante do somatório de resultados encontrados para o epicótilo e raiz no ítem "i".

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

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

5

m) 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 no ítem anterior.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa consistiu na verificação do comportamento das plântulas 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 2 e 3.

Essas tabelas mostram que o tratamento fungicidas 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, presumivelmente, 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 plântulas foram consideradas duas situações. Na primeira delas (Tabelas 4, 6 e 8) foram computadas, unicamente, as médias referentes às estruturas existentes nas plântulas normais. Na segunda (Tabelas 5, 7 e 9), 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 4 e 5) foi reduzido, em termos gerais, nos ambientes de hidratação que proporcionaram períodos de déficit hídrico. De forma mais específica, considerando o lote A, as elevações

Tabela 2. Número de plântulas normais: dados médios originais referentes aos efeitos de fungicidas nos Lotes A(L_A) e B(L_B), após período de exposição variáveis entre 6 a 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	8,7a	8,5a	8,2a	8,0a	8,1a	8,6a	8,3a	8,1a	7,1a	8,1a
CT	8,4a	8,2a	8,1a	6,8 b	7,5a	7,7 b	7,3 b	7,9a	6,9a	7,5a
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 3. Número de plântulas anormais típicas: dados médios originais referen-
tes aos efeitos de fungicidas nos Lotes A(L_A) e B(L_B), após períodos
de exposição variáveis entre 6 a 10 dias de diferentes ambientes de
hidratação

Fungi- cidas	Dias (L _A)					Dias (L _B)				
	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
ST	0,1 b	0,1a	0,2a	0,3 b	0,4a	0,3 b	0,2 b	0,4a	0,4a	0,2a
CT	0,6a	0,5a	0,6a	1,1a	0,7a	0,8a	0,6a	0,2a	0,6a	0,6a
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

Tabela 4. 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 a 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	0x(Test.)	206,9a	231,6a	255,1a	274,2a	287,8a
	3n+0 ⁵	176,8 b	197,5 b	218,0 b	236,8 b	244,9 b
	6n+0 ⁵	174,3 b	186,4 bc	196,3 c	210,5 c	239,6 b
	9n+0 ⁵	178,0 b	187,5 bc	191,5 c	181,8 d	231,8 b
	12n+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	0x(Test.)	217,3a	249,8a	257,8a	268,1a	279,0a
	3n+0 ⁵	181,4 b	202,8 b	232,5 b	237,8 b	241,0 b
	6n+0 ⁵	174,5 b	186,4 b	198,4 c	202,1 cd	248,5 b
	9n+0 ⁵	180,5 b	186,1 b	187,9 c	207,9 c	255,lab
	12n+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 5. Comprimento da raiz das plântulas (normais + anormais): dados médios (mm), do somatório na população, referentes aos efeitos de ambientes por Lotes A e B, após períodos de exposição variáveis entre 6 a 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.)	1832,9a	2055,6a	2223,6a	2434,8a	2549,8a
	3 ⁿ +0 ⁵	1638,0ab	1709,4 b	1893,6ab	2102,8ab	2295,5ab
	6 ⁿ +0 ⁵	1524,1 b	1547,5 b	1629,8 b	1745,6 bc	1915,0 b
	9 ⁿ +0 ⁵	1667,3ab	1608,9 b	1708,1 b	1407,6 c	1934,0 b
	12 ⁿ +0 ⁵	1739,8ab	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.)	1932,9a	2223,0a	2286,9a	2349,0a	2436,4a
	3 ⁿ +0 ⁵	1607,9 b	1730,6 b	2102,3a	2100,8ab	2164,9a
	6 ⁿ +0 ⁵	1580,9 b	1639,3 b	1600,6 b	1593,0 c	2149,6a
	9 ⁿ +0 ⁵	1578,1 b	1500,0 b	1598,0 b	1667,0 bc	2050,1a
	12 ⁿ +0 ⁵	1473,0 b	1589,5 b	1622,1 b	1215,6 c	1931,4a
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 6. 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=7	x=8	x=9	x=10
		n=1	n=2	n=3	n=4	n=5
	0 \bar{x} (Test.)	131,1 b	160,5a	187,0a	208,0a	220,3a
	3 $n+0^5$	156,1a	173,7a	185,2ab	192,5ab	209,5a
A	6 $n+0^5$	161,4a	175,2a	174,0ab	192,3ab	175,5 b
	9 $n+0^5$	150,4a	171,5a	177,5ab	177,0 bc	173,3 b
	12 $n+0^5$	151,3a	143,1 b	166,2 b	163,9 c	164,0 b
	cv %	7,6	6,6	7,5	8,5	8,8
	0 \bar{x} (Test.)	147,7ab	182,4a	201,5a	211,3a	218,5a
	3 $n+0^5$	160,8a	174,3ab	182,4ab	197,9ab	179,3 b
B	6 $n+0^5$	156,6ab	165,2abc	167,5 bc	175,0 bc	180,1 b
	9 $n+0^5$	151,0ab	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 Teste de Tukey - 5% de probabilidade

Tabela 7. Comprimento do epicótilo 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.)	1167,8a	1424,8a	1626,6a	1844,0a	1941,8a
	3 ⁿ⁺⁰ ^s	1391,9a	1467,6a	1577,1a	1577,6ab	1901,1a
	6 ⁿ⁺⁰ ^s	1373,1a	1431,5a	1435,3a	1506,6ab	1416,1 b
	9 ⁿ⁺⁰ ^s	1376,8a	1462,8a	1535,4a	1303,3 b	1348,9 b
	12 ⁿ⁺⁰ ^s	1379,9a	1467,6a	1353,8a	1276,0 b	1243,8 b
cv %	11,8	12,1	14,9	15,9	14,7	
B	0 ^x (Test.)	1305,9a	1612,6a	1772,5a	1845,8a	1876,3a
	3 ⁿ⁺⁰ ^s	1401,1a	1428,3ab	1657,5ab	1607,4ab	1520,9ab
	6 ⁿ⁺⁰ ^s	1382,8a	1374,3ab	1310,3 bc	1278,4 bc	1517,6ab
	9 ⁿ⁺⁰ ^s	1257,4ab	1266,4 b	1256,0 c	1177,6 c	1175,1 b
	12 ⁿ⁺⁰ ^s	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 8. 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		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 \bar{x} (Test.)	338,0a		392,1a		442,1a		482,2a		508,0a	
	3 $n+0^s$	332,9a		371,2ab		403,2 b		429,3 b		454,4 b	
	6 $n+0^s$	335,8a		361,6 b		370,3 c		402,8 b		415,0 c	
	9 $n+0^s$	328,3a		359,0 b		369,0 c		358,8 c		405,1 c	
	12 $n+0^s$	336,5a		314,8 c		352,5 c		346,1 c		332,1 d	
cv %	5,3		5,2		5,3		5,9		6,2		
B	0 \bar{x} (Test.)	365,0a		432,2a		459,2a		479,4a		501,2a	
	3 $n+0^s$	342,1ab		377,1 b		414,9 b		435,7 b		420,3 b	
	6 $n+0^s$	331,0 bc		351,7 bc		365,8 c		377,1 c		428,6 b	
	9 $n+0^s$	330,5 bc		347,3 bc		339,5 c		365,9 c		404,3 b	
	12 $n+0^s$	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 9. 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		7 dias		8 dias		9 dias		10 dias	
		x=6 n=1	3000,6a	x=7 n=2	3480,4a	x=8 n=3	3857,8a	x=9 n=4	4278,8a	x=10 n=5	4491,5a
A	0 ^x (Test.)		3000,6a		3480,4a		3857,8a		4278,8a		4491,5a
	3 ⁿ +0 ⁵		3028,6a		3177,0ab		3470,8ab		3680,4ab		4218,6a
	6 ⁿ +0 ⁵		2897,3a		2979,0ab		3065,0 b		3252,4 bc		3263,9 bc
	9 ⁿ +0 ⁵		3044,0a		3060,4ab		3243,5ab		2710,9 c		3350,1 b
	12 ⁿ +0 ⁵		3119,6a		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.)		3238,5a		3835,6a		4059,4a		4194,8a		4312,6a
	3 ⁿ +0 ⁵		3009,0ab		3158,9 b		3759,8a		3708,1a		3685,8ab
	6 ⁿ +0 ⁵		2963,6ab		3013,6 b		2910,9 b		2871,4 b		3667,3ab
	9 ⁿ +0 ⁵		2835,5ab		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

dos déficits hídricos e dos períodos de exposição proporcionaram reduções progressivas de valores; no lote B, contudo, essa tendência até o 99 dia diminuiu de intensidade no 109 dia, havendo caso (Tabela 5) 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 hidricamente deficientes (KNYPL *et alii*, 1980; KNYPL & KHAN, 1981; WOODSTOCK & TAO, 1981; PESKE, 1983; TILDEN & WEST, 1985 e PANDEY, 1988).

Sobre os dados de comprimento do epicótilo (Tabelas 6 e 7), 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 das plântulas (Tabelas 8 e 9), 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 plântula.

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 10). Levando em conta o ambiente 0^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,

Tabela 10. 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 \bar{x} (Test.)	1,58a	1,44a	1,36a	1,32ab	1,31ab
	3 $n+0^s$	1,19 b	1,16 b	1,21ab	1,43a	1,23 bc
	6 $n+0^s$	1,12 b	1,09 bc	1,14 b	1,16 b	1,46a
	9 $n+0^s$	1,21 b	1,11 bc	1,12 b	1,09 b	1,36ab
	12 $n+0^s$	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 \bar{x} (Test.)	1,48a	1,37a	1,32a	1,27ab	1,30 c
	3 $n+0^s$	1,15 b	1,21a	1,28a	1,33ab	1,44 bc
	6 $n+0^s$	1,15 b	1,21a	1,23a	1,27ab	1,43 bc
	9 $n+0^s$	1,26ab	1,18a	1,29a	1,42a	1,76a
	12 $n+0^s$	1,40a	1,29a	1,31a	1,18 b	1,60ab
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

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 4 e 7), não indica maiores crescimentos da 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 11, 12 e 13. 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.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados 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), FRANÇA NETO *et alii* (1985), PESKE & DELOUCHE (1985) e EIRA

Tabela 11. 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 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 \bar{x} (Test.)	358,0a	322,4a	245,3 b	197,9 b	173,0 c
	3 $n+0^5$	327,5ab	318,1a	258,8 b	194,3 b	182,9 bc
	6 $n+0^5$	304,8 b	306,5a	295,8ab	244,8ab	216,0 bc
	9 $n+0^5$	333,5ab	321,3a	335,8a	254,3ab	313,1a
	12 $n+0^5$	348,0ab	309,3a	311,6ab	287,9a	263,4ab
cv %	10,1	12,7	17,6	23,9	24,3	
B	0 \bar{x} (Test.)	375,3a	324,5a	201,0 b	142,5 c	128,5 c
	3 $n+0^5$	320,8ab	286,9a	294,5a	177,6 bc	149,8 c
	6 $n+0^5$	316,0ab	311,0a	274,6ab	186,5 bc	239,5 bc
	9 $n+0^5$	315,9ab	299,8a	315,9a	291,5a	338,1ab
	12 $n+0^5$	294,6 b	337,9a	324,5a	243,0ab	370,3a
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 12. 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	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	
	0 \bar{x} (Test.)	233,5a	259,1a	260,0a	236,9a	191,3 c
	3n+0 ^s	278,1a	292,1a	308,9a	295,4a	328,4ab
A	6n+0 ^s	274,6a	286,3a	286,2a	295,9a	255,7 bc
	9n+0 ^s	275,4a	292,5a	307,0a	260,6a	282,6ab
	12n+0 ^s	276,0a	249,1a	270,8a	255,2a	248,8 bc
	cv %	11,7	12,4	15,7	17,7	17,6
	0 \bar{x} (Test.)	261,2a	294,0a	272,2a	216,9ab	148,3 b
	3n+0 ^s	280,2a	279,0a	316,6a	288,3a	243,9a
B	6n+0 ^s	276,6a	274,3a	260,1a	246,3 b	288,2a
	9n+0 ^s	251,5ab	253,3a	251,2a	234,6ab	232,5a
	12n+0 ^s	213,5 b	263,8a	249,9a	204,7 b	239,3a
	cv %	12,6	12,8	18,2	21,2	23,6

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

Tabela 13. 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, após períodos de exposição variáveis entre 6 e 10 dias

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

(1987). Contudo, as particularidades discutidas, entre este fato e o substrato empregado, devem ser consideradas na aceitação desta afirmação.

- A presença de déficit hídrico, no desenvolvimento inicial da plântula, promove reduções no comprimento das estruturas embrionárias e, de forma mais acen tuada, 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.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEWLEY, J.D. & BLACK, M. *Seeds physiology of development and germination*. New York, Plenum, 1984. 367p.
- 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.
- DELTOUR, R. & JACQMARD, A. Relation between water stress and DNA synthesis during germination of *Zea mays* L. *Annals of Botany*, London, 38:529-34, 1974.
- EIRA, M.T.S. *Germinação x déficit hídrico*. Piracicaba, ESALQ, 1987. 35p.
- EL-SHARKAWI, H.M. & SPRINGUEL, I. Germination of some crop seeds under reduced water potential. *Seed Science and Technology*, 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. 112p. (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, 1985. p.440-5.
- 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.
- 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.
- KHAN, A.A.; PECK, H.H.; SAMIMY, C. Seed osmoconditioning, physiological and biochemical changes. *Israel Journal of Botany*, Jerusalem, 29:133-44, 1980/81.
- KHAN, A.A.; TAO, K.L.; KNYPL, J.S.; BORKOWSKA, B.; POWELL, L.E. Osmotic conditioning of seeds; physiological and biochemical changes. *Acta Horticulturae*, The Hague, 83:267-78, 1978.
- KIMATI, H.; SOAVE, J.; ESKEES, A.B.; KUROSZAWA, C.; BRIGNANI NETO, F.; FERNANDES, N.G. *Guia de fungicidas agrícolas.* Piracicaba, Livroceres, 1986. 281p.
- KNYPL, J.S. & KHAN, A.A. Osmoconditioning of soybean seeds to improve performance at suboptimal temperatures. *Agronomy Journal*, Madison, 73:112-6, 1981.
- KNYPL, J.S.; JANAS, K.M.; RADZIWNOWSKA-JOZWIAK, A. Is enhanced vigour un soybean (*Glycine max*) dependent on activation of protein turnover during controlled hydration of seeds? *Physiologie Vegetale*, Paris, 18(1):157-61, 1980.
- LABOURIAU, L.G. *A germinação das sementes.* Washington, OEA, 1983. 174p.

- 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.
- PANDEY, D.K. Priming induced repair in french bean seeds. *Seed Science and Technology*, 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. *Agronomy Journal*, Madison, 60:192-5, 1968.
- PESKE, S.T. Germination and emergence of soybean seeds as related to moisture stress. Mississippi, 1983. 81p. (PhD - Mississippi State University).
- 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.
- 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. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 22(3):225-31, 1987.
- SILVA, W.J.da & ANTUNES, F.Z. Aptidão climática para a cultura do milho. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, 6(72):10-4, 1980.
- SILVA, W.R. & MARCOS FILHO, J. Avaliação da embebição e do desenvolvimento inicial das estruturas embrionárias de sementes de milho submetidas a diferentes potenciais hídricos. *Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"*, Piracicaba, 47(2): 335-59, 1990.

- TEKPNY, D.M.; EGLI, D.B.; PHILLIPS, A.; STILL, T.W. Effect of fungicide seed treatment on soybeans germination and field emergence. *Proceedings of the Association of Official Seed Analysts*, Oklahoma City, 64:80-9, 1976.
- TILDEN, P.L. & WEST, S.H. Reversal of the effects of aging in soybean seeds. *Plant Physiology*, Rochville, 77:584-6, 1985.
- WOODSTOCK, L.W. & TAO, K.L.J. Prevention of imbibitional injury in low vigor soybean embryonic axes by osmotic control of water uptake. *Physiologia Plantarum*, Kobenhavn, 51:133-9, 1981.
- 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