

EFEITO DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE VINTE CULTIVARES DE FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris*), L.)*

Regina C.R. Machado
Alemar Braga Rena
Clibas Vieira**

1. INTRODUÇÃO

Sério embaraço à cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) no Brasil, é a ocorrência de freqüentes períodos secos. O feijão é muito sensível à escassez de água (24). Nesta cultura, entretanto, devem ocorrer cultivares resistentes às condições de deficiência hídrica, à semelhança do que sucede com outras culturas. A seleção de material com resistência à seca deve, portanto, merecer atenção nos programas de melhoramento do feijoeiro.

A resistência à seca é diversamente conceituada, e vários métodos são empregados para avaliá-la (10). Sua natureza é muito complexa e envolve uma série de processos fisiológicos e interações com o ambiente (20). Sendo assim, é dificilmente determinável em condições de campo. Entretanto, suas bases fisiológicas podem ser reconhecidas mediante métodos de laboratório, em diferentes fases do desenvolvimento da planta (9). Testes de germinação em soluções de manitol, de polietileno glicol, de NaCl e de NaCl₂ a diferentes potenciais hídricos têm sido bastante usados nos estudos de resistência à seca (6, 8, 26). O deficit hídrico durante a germinação influencia principalmente o desenvolvimento posterior à embebição (4), resultando em germinação lenta e altamente diminuída (15).

Soluções de manitol têm sido largamente usadas para induzir deficit hídrico durante a germinação (7, 27). Embora o deficit hídrico produzido por manitol não seja uma reprodução exata do deficit hídrico causado pela falta de umidade no solo (21), tem sido usado, com bons resultados, em testes de resistência à seca (7,8,26).

O cloreto de sódio tem, também, sido amplamente empregado para produzir condições de umidade limitada, pelo controle na absorção de água, tanto na germinação como durante as primeiras fases de desenvolvimento de plântulas, em muitas espécies vegetais (1, 12, 23). Muitos dos trabalhos com NaCl objetivavam principalmente determinar a resistência de várias espécies vegetais à salinidade

* Parte da tese apresentada pelo primeiro autor à U.F.V., como um dos requisitos para a obtenção do grau de «Magister Scientiae» em Fitotecnia.

Recebido para publicação em 14-06-1976.

** Respectivamente, Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Professor Adjunto e Professor Titular da U.F.V.

(2, 3, 12, 23). Outros tentavam simular condições de déficit hídrico no substrato de germinação (1, 17, 25).

O objetivo do presente trabalho foi determinar diferenças entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetidos à desidratação osmótica, com base em testes de germinação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 20 cultivares de feijão provenientes dos Estados de Minas Gerais, Bahia e Sergipe. Estes cultivares foram os mesmos estudos anteriormente (13).

Para se estudar o efeito da desidratação osmótica sobre a germinação, além do controle (germinação em água pura), foram estabelecidos os seguintes tratamentos no substrato de germinação: soluções de manitol a -8 e -12 atm e de NaCl a -8 -12 e -15 atm de potencial hídrico. Todas as soluções utilizadas foram preparadas em água destilada esterilizada. As sementes foram tratadas com uma mistura de álcool etílico (95%) e água (1:1 v/v), por aproximadamente 5 min, e lavadas, imediatamente, seis vezes, com água destilada esterilizada. Uma placa de Petri contendo 20 sementes, sobre papel de filtro, e embebidas em 15 ml de solução, constituiu uma repetição; todos os ensaios foram realizados com três repetições. As placas de Petri foram mantidas num germinador a $26 \pm 2^\circ\text{C}$, durante cinco dias. Considerou-se como germinada a semente que apresentava primórdios de raízes secundárias, efetuando-se duas contagens, uma no 3.º dia e outra, cumulativa, no 5.º dia, a partir do início do tratamento. As medidas do alongamento da radícula e do hipocótilo, na fase não fotossintética, foram tomadas com o auxílio de uma régua milimetrada, no 5.º dia de idade, a partir do início do tratamento. Os dados de germinação e crescimento da plântula foram corrigidos para o valor do controle de cada cultivar, o qual foi considerado como 100.

As soluções de manitol utilizadas foram preparadas segundo a fórmula:

$$g = \frac{\pi \times V \times P.M.}{T \times R}$$

sendo:

g = quantidade de manitol em grama

π = pressão osmótica em atmosferas

V = volume em litros

P.M. = peso molecular do manitol

T = temperatura absoluta

R = constante dos gases (0,082 atm. litro. grau-1.mol-1)

As soluções de NaCl, utilizadas com as mesmas finalidades, foram preparadas com base na informação de que uma solução molal de NaCl tem 43,2 bares de pressão osmótica (11), fazendo-se a extrapolação para o valor de π desejado. Evidentemente que isto resultou em soluções de NaCl com potenciais hídricos aproximados. No entanto, os intervalos utilizados foram suficientemente grandes, e todos os cultivares foram tratados com a mesma solução.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às percentagens de germinação das sementes de feijão, em soluções aquosas de NaCl e de manitol, a diferentes potenciais hídricos, são encontrados nos Quadros 1 e 2, respectivamente. Observa-se que as soluções, tanto de NaCl quanto de manitol, afetaram sensivelmente a velocidade e percentagem da germinação. Em soluções de NaCl e de manitol a -8 atm de potencial hídrico a maioria dos cultivares apresentou muito baixa percentagem de germinação. Aos 3 dias após o início da embebição, a -12 atm, apenas o cultivar 'Vermelho Rajado 1162' em NaCl, e o 'Mulatinho Irecê', 'Mulatinho Vagem Roxa' e 'Sipeal - 2', em manitol, apresentaram 5% de germinação. Esses resultados indicam que as concentrações mais elevadas de manitol e de NaCl não só retardaram como também diminuíram sensivelmente a germinação do feijão. No quinto

dia de germinação, apesar de todos os cultivares apresentarem sementes germinadas, a -8 atm de NaCl, somente os cultivares 'Manteigão Fosco 11', 'Vermelho Rajado 1162' e 'Mulatinho Roxinho' apresentaram germinação em torno de 70%. Em solução de manitol a -8 atm, 60% dos cultivares apresentaram percentagens de germinação acima de 10% aos 3 dias e, aos 5 dias, metade dos cultivares apareceram com percentagens de germinação inferiores à obtida em solução de NaCl ao mesmo potencial hídrico (Quadros 1 e 2). Como o NaCl é uma substância de maior penetração nas sementes de feijão (19), pode-se pensar que tenha havido maior absorção de água pelas sementes na fase após intumescimento, na solução de NaCl a -8 atm, o que condicionou a maior percentagem de germinação. É interessante notar que a potenciais hídricos de -8 e -12 atm de NaCl, a germinação dos cultivares, em geral, é menos influenciada que o crescimento do hipocótilo e da radícula, à exceção do 'Manteigão Fosco 11', que apresenta germinação inferior (Quadros 1, 3 e 4). A superioridade da germinação em NaCl, em relação ao desenvolvimento da plântula, pode ser em razão da maior sensibilidade deste último ao efeito osmótico e tóxico do cloreto de sódio (19). A menor germinação do 'Manteigão Fosco 11', em relação ao crescimento da radícula e do hipocótilo, pode ser explicada pelo forte ataque de fungos em uma das repetições. Em solução de manitol (Quadros 2, 5 e 6), a germinação também foi superior ao crescimento das plântulas, à exceção dos cultivares 'S. Cuva 168 — N', 'Rico 23' e 'Milagre de Santo Antônio' que apresentaram maior percentagem de crescimento do hipocótilo e da radícula, a -8 e -12 atm de potencial hídrico. Além desses cultivares, o 'S — 182 — N', o 'Vila Nova' e o 'Mulatinho Irecê' apresentaram também crescimento da radícula e hipocótilo superior à germinação em manitol a -12 atm (Quadros 3 a 6).

Em soluções isosmóticas de manitol e de NaCl (-12 atm), observou-se que as radículas emergiam mais em NaCl, mas a germinação (aparecimento de raízes secundárias) foi acentuadamente reduzida em NaCl, porque as radículas morriam logo após a emergência. A maior quantidade de radículas emergidas em NaCl pode estar associada à maior absorção de água, uma vez que o NaCl é soluto mais penetrante na semente (19). Essa hipótese é sustentada nos resultados obtidos com sementes de feijão 'Red Kidney', em que a taxa de emergência foi maior em NaCl que em 'Carbowax', em decorrência da maior absorção de água pelas sementes (19). É também apoiada nas observações de que as soluções salinas (NaCl 0,2 M e Na_2SO_4 0,075 M) não influenciam o intumescimento das sementes, porque durante este período a hidratação da semente ocorre por embebição dos colóides e parcialmente por osmose (29). É provável, portanto, que o decréscimo na germinação em NaCl (-12 atm) seja decorrente do efeito tóxico ou específico do NaCl em concentração mais elevada (1, 25). Por isso é que o manitol e o NaCl, em concentrações isosmóticas, produziram efeitos diversos sobre a germinação. Parece que o manitol é um agente osmótico mais efetivo que o NaCl, para induzir deficiência de água durante a germinação.

Um aspecto interessante é que os cultivares 'Vermelho Rajado 1162', 'Manteigão Fosco 11' e 'Enrica Homem' apresentaram valores mais elevados, tanto na percentagem de germinação como no desenvolvimento das plântulas, em relação aos outros cultivares estudados em NaCl a -12 atm e -15 atm de potencial hídrico. Em manitol a -12 atm, esses cultivares não apresentaram os valores mais elevados na germinação e no desenvolvimento das plântulas, entretanto, não se distanciaram muito das maiores médias. Pode-se admitir, portanto, que o comportamento desses cultivares em NaCl (-12 e -15 atm) esteja relacionado com o tamanho de suas sementes. Eles possuem sementes grandes e, de acordo com WRIGHT (28), o peso das sementes está positivamente associado com o teor de reservas nutritivas disponíveis na germinação e com o vigor das plântulas. Portanto, os resultados desse trabalho concordam com os obtidos por PARMAR e MOORE (17), em que sementes de milho com mais alta energia apresentaram maior percentagem final de germinação em NaCl que em manitol e «Carbowax» a -10 atm de potencial hídrico. No presente trabalho, observou-se também correlação positiva e significativa entre germinação e peso das sementes em NaCl a -8 e a -10 atm, com coeficientes de correlação $r = 0,68$ e $r = 0,65$, respectivamente.

Os resultados do alongamento das radículas e do hipocótilo seguiram a mesma tendência dos de germinação, isto é, em concentrações mais elevadas de NaCl e de manitol os valores foram bastante diminuídos (Quadros 3 a 6). Observa-se que em NaCl a -8 atm quase não houve diferenças entre o comprimento do hipocótilo e o da radícula para a maioria dos cultivares, sendo que em manitol, ao mesmo potencial hídrico, o comprimento da radícula foi ligeiramente maior.

QUADRO 1 - Percentagem relativa de germinação de sementes de feijão submetidas a diferentes valores de potenciais hídricos obtidos com solução de NaCl. Os dados são médias de três repetições de determinações feitas no 3º e 5º dias do início da embebição (*)

Cultivares	NaCl (atm)							
	- 8				-12			
	3º dia	5º dia	3º dia	5º dia	3º dia	5º dia	3º dia	5º dia
Vermelho Rajado 1162	43,0	77,0	5,3	39,0	0,0	10,8	0,0	10,8
Manteigão Fosco 11	38,0	70,0	0,0	12,5	0,0	5,3	0,0	5,3
Mulatinho Roxinho	8,2	70,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S - 182 - N	0,0	40,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ricopardo 896	20,0	40,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ricobaio 1014	24,0	39,0	0,0	5,0	0,0	3,0	0,0	3,0
Mulatinho Simétrico	0,0	39,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mulatinho Irecê	19,0	33,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carioca	0,0	33,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mulatinho Vagem Roxa	17,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Enrica Homem	4,0	30,0	0,0	23,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Sipeal - 2	6,9	28,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Vila Nova	9,5	27,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Mulatinho Sempre Verde	0,0	26,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Favinha	0,0	21,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Milagre de Santo Antônio	0,0	18,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Rico 23	2,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S. Cuva 168 - N	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Cornell 49-242	0,0	8,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Caracota 260	6,2	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

(*) Os resultados foram expressos em relação ao controle 0 atm (100%).

QUADRO 2 - Percentagem relativa de germinação de sementes de feijão submetidas a diferentes potenciais hídricos obtidos com solução de manitol. Os dados são médias de três repetições de determinações feitas no 3º e 5º dias do início da embebição (*)

Cultivares	Manitol (atm)			
	- 8		-12	
	3º dia	5º dia	3º dia	5º dia
Mulatinho Irecê	11,0	62,0	6,9	12,0
Enrica Homem	20,0	60,0	0,0	25,0
Ricopardo 896	37,0	54,0	2,0	28,0
Vermelho Rajado 1162	11,0	52,0	0,0	25,0
S - 182 - N	16,0	51,0	2,0	7,2
Mulatinho Vagem Roxa	19,0	49,0	5,0	24,0
Favinha	22,0	44,0	0,0	29,0
Manteigão Fosco 11	12,0	43,0	0,0	26,0
Vila Nova	18,0	40,0	2,0	14,0
Mulatinho Sempre Verde	7,0	38,0	0,0	28,0
Mulatinho Roxinho	4,0	34,0	4,0	21,0
Carioca	7,0	30,0	0,0	3,5
Ricobaio 1014	14,0	29,0	0,0	27,0
Sipeal - 2	14,0	27,0	5,0	12,0
Mulatinho Simétrico	8,0	22,0	0,0	8,0
Caraota 260	2,0	16,0	0,0	9,0
Rico 23	4,0	13,0	0,0	3,6
S. Cuva 168 - N	4,0	9,0	0,0	12,0
Milagre de Santo Antônio	13,0	8,0	0,0	4,0
Cornell 49 - 242	3,0	5,0	0,0	11,0

(*) Os resultados foram expressos em relação ao controle 0 atm (100%).

Para -12 atm o alongamento do hipocótilo foi superior ao da radícula, tanto em manitol como em NaCl, para quase todos os cultivares. Parece, portanto, que o efeito do NaCl sobre o desenvolvimento das plântulas é mais tóxico do que osmótico, o que concorda com as afirmativas de AYRES (1), WIGGANS e GARDNER (25) e PRISCO e OLEARY (19).

Os cultivares 'Vermelho Rajado 1162' e 'Manteigão Fosco 11' comportaram-se como superiores na germinação e no crescimento das plântulas em NaCl a -15 atm. Esses resultados podem indicar características positivas desses cultivares

QUADRO 3 - Crescimento do sistema radicular de plântulas de feijão em solução de NaCl, a diferentes potenciais hídricos, no 5º dia a partir do início da embebição (*)

Cultivares	NaCl (atm)		
	- 8	- 12	- 15
Manteigão Fosco 11	38,0	16,0	14,0
Vermelho Rajado 1162	34,0	13,0	10,0
Mulatinho Irecê	31,0	1,0	0,0
Enrica Homem	30,0	11,0	0,0
Vila Nova	24,0	2,0	0,0
Mulatinho Roxinho	23,0	2,0	0,0
Favinha	23,0	0,0	0,0
Mulatinho Vagem Roxa	23,0	0,0	0,0
Mulatinho Simétrico	22,0	0,0	0,0
S - 182 - N	21,0	0,0	0,0
Ricopardo 896	19,0	0,0	0,0
Ricobaio 1014	18,0	5,0	3,0
Carioca	18,0	0,0	0,0
Cornell 49 - 242	18,0	0,0	0,0
Mulatinho Sempre Verde	17,0	4,0	0,0
Milagre de Santo Antônio	14,0	0,0	0,0
Sipeal - 2	14,0	0,0	0,0
S. Cuva 168 - N	13,0	0,0	0,0
Rico 23	8,0	0,0	0,0
Cariota 260	7,0	0,0	0,0

(*) Os resultados foram expressos em relação ao controle 0 atm (100%).

para tolerarem condições de salinidade no solo, à semelhança do que foi observado em gramíneas (12, 23). Podem indicar também capacidade desses cultivares para se adaptarem a condições de déficit hídrico, de acordo com a hipótese de que as plantas que toleram altas concentrações salinas no meio de crescimento radicular são também capazes de suportar déficit de água, conforme foi observado em cana-de-açúcar (16, 22).

As diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os cultivares, na germinação em soluções com baixos potenciais hídricos, podem estar associadas a características próprias de cada cultivar (4, 23), relacionadas com a capacidade de adaptação a regiões de balanço hídrico desfavorável (8, 14, 18, 25).

4. RESUMO

Determinou-se o efeito da desidratação osmótica, com manitol e NaCl, sobre a germinação das sementes de 20 cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e o crescimento inicial das plântulas. Observou-se que tanto a percentagem final de germinação quanto o crescimento das plântulas foram sensivelmente influenciados pelas soluções de manitol e NaCl, a diferentes valores de potencial hídrico. Observaram-se, ainda, diferenças entre cultivares, na percentagem final de germinação e no crescimento das plântulas em soluções de manitol e de NaCl a -12 atm. A potenciais hídricos mais baixos (-12 atm), a germinação foi mais influen-

QUADRO 4 - Crescimento do hipocôtilo, na fase não fotossintética, de plântulas de feijão em solução de NaCl, a diferentes potenciais hídricos, no 5º dia a partir do início da embebição (*)

Cultivares	NaCl (atm)		
	- 8	- 12	- 15
Manteigão Fosco 11	38,0	20,4	20,0
Vermelho Rajado 1162	34,0	20,0	15,0
Mulatinho Irecê	31,0	1,0	0,0
Enrica Homem	29,0	13,2	0,0
Vila Nova	24,0	4,0	0,0
Mulatinho Roxinho	23,0	4,0	0,0
Mulatinho Simétrico	22,0	0,0	0,0
S - 182 - N	21,0	0,0	0,0
Ricobaio 1014	21,0	4,0	6,0
Favinha	21,0	0,0	0,0
Cornell 45-242	20,0	0,0	0,0
Milagre de Santo Antônio	19,0	0,0	0,0
Carioca	19,0	0,0	0,0
Mulatinho Vagem Roxa	18,0	0,0	0,0
Mulatinho Sempre Verde	17,0	4,0	0,0
Ricopardo 896	17,0	0,0	0,0
Sipeal - 2	14,0	0,0	0,0
S. Cuva 168 - N	13,0	0,0	0,0
Rico 23	8,0	0,0	0,0
Cariota 260	4,0	0,0	0,0

(*) Os resultados foram expressos em relação ao controle 0 atm (100%).

ciada em NaCl que em manitol. Esta diferença deve-se, provavelmente, aos efeitos osmóticos e tóxicos, em conjunto, ocasionados pelas soluções de NaCl. Portanto, o manitol parece ser um agente osmótico mais efetivo na produção de déficit hídrico, durante a germinação de sementes de feijão. Encontrou-se também correlação positiva e significativa entre peso das sementes e percentagem de germinação em soluções de NaCl a -8 atm ($r = 0,68$) e -10 atm ($r = 0,65$).

5. SUMMARY

The germination and the initial growth of the seedlings of 20 bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars have been examined under various levels of osmotic desiccation. The germination and the growth of the seedlings were both highly affected by solutions of NaCl and manitol of various water potentials, and there were differences among the cultivars in relation to both processes. At the lowest water potentials the germination was more affected in NaCl than in manitol, and this difference was probably caused by the osmotic and toxic effects of the sodium chloride solutions. Therefore, manitol seems to be an osmotic agent more effective than the NaCl to induce water deficit during germination. There is a significant positive correlation between the weight of the seeds and the percent germination in NaCl solutions at -8 atm ($r = 0,68$) and -10 atm ($r = 0,65$).

QUADRO 5 - Crescimento do sistema radicular de plântulas de feijão em solução aquosa de manitol, a diferentes potenciais hídricos, no 5º dia de idade (*)

Cultivares	Manitol (atm)	
	- 8	- 12
Ricopardo 896	38,0	15,4
Manteigão Fosco 11	32,0	20,0
Ricobaio 1014	32,0	19,0
S - 182 - N	32,0	24,0
Mulatinho Roxinho	31,0	11,0
Favinha	30,0	16,0
Enrica Homem	29,0	19,0
Vermelho Rajado 1162	28,0	17,0
Vila Nova	25,0	16,0
Mulatinho Simétrico	25,0	7,0
Mulatinho Irecê	24,0	18,0
Mulatinho Sempre Verde	21,0	12,0
Rico-23	19,0	8,0
Mulatinho Vagem Roxa	19,0	15,0
S. Cuva 168 - N	18,0	12,0
Carioca	17,0	8,0
Milagre de Santo Antônio	17,0	9,5
Sipeal - 2	16,0	5,0
Caraota 260	16,0	4,0
Cornell 49 - 242	6,0	5,0

(*) Os resultados foram expressos em relação ao controle 0 atm (100%).

QUADRO 6 - Crescimento do hipocôtilo, na fase não fotossintética, de plântulas de feijão em solução aquosa de manitol, a diferentes potenciais hídricos, no 5º dia de idade (*)

Cultivares	Manitol (atm)	
	- 8	- 12
Manteigão Fosco 11	37,0	20,7
Enrica Homem	35,0	22,5
S. Cuva 168 - N	33,0	12,5
Vermelho Rajado 1162	30,0	19,0
Mulatinho Roxinho	30,0	17,0
Ricobaio 1014	27,0	15,0
Mulatinho Sempre Verde	18,5	11,0
Mulatinho Simétrico	18,0	8,0
Ricopardo 896	17,5	14,0
Rico 23	17,0	10,0
S - 182 - N	17,0	13,0
Milagre de Santo Antônio	16,5	11,0
Vila Nova	16,0	14,0
Mulatinho Irecê	15,0	13,0
Caraota 260	15,0	35,0
Carioca	15,0	9,0
Mulatinho Vagem Roxa	14,5	12,0
Favinha	14,0	11,0
Sipeal - 2	10,0	3,5
Cornell 49 - 242	5,5	5,5

(*) Os resultados foram expressos em relação ao controle 0 atm (100%).

6. LITERATURA CITADA

1. AYERS, A.D. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agron. J.* 44:82-84. 1952.
2. AYERS, A.D. & HAYWARD, H.E. A method for measuring the effects of soil salinity on seed germination with observations on several crop plants. *Soil Sci. Soc. Amer.* 13: 224-226. 1949.
3. BICKNELL, S.H. & SMITH, W.K. Influence of soil salt of levels characteristic of some roadside environments, on the germination of certain tree seeds. *Plant Soil.* 43: 719-722. 1975.
4. COLLIS, G. & SANDS, J.E. Comparison of the effects of the physical and chemical components of soil water energy on seed germination. *Aust. J. Agric. Res.* 13:575-584. 1962.
5. DOTZENKO, A.D. & HANS, T.E. Selection of alfalfa lines for their ability to germinate under high osmotic pressure. *Agron. J.* 52: 200-201. 1960.
6. EVANS, W.F. & STICKLER, F.C. Grain sorghum seed germination under moisture and temperature stresses. *Agron. J.* 53:369-372. 1961.
7. FANOUS, W.A. Test for drought in pearl millet (*Pennisetum typhordeum*). *Agron. J.* 59:337-340. 1967.
8. HELMERICK, R.H. & PFEIFER, R.P. Differential varietal responses of winter wheat germination and early growth to controlled limited moisture conditions. *Agron. J.* 46:560-562. 1954.
9. HENKEL, J.A. *Drought resistance in plants*. Methods of recognition and of intensification. Sección IV. Resistencia de las plantas a la sequia. In Proceeding of the Symposium of Madrid. Unesco. 1962.
10. ILJIN, W.S. Drought resistance in plants and physiological processes. *Ann. Rev. Plant. Physiol.* 8:257-274. 1957.
11. KRAMER, J. *Plant & Soil Water Relationships. A modern synthesis*. New York, McGraw-Hill, 1969. 481 p.
12. LUNT, G.R.; YOUNGNER, V.B. & OERTLI, J.J. Salinity tolerance of five turfgrass varieties. *Agron. J.* 53:247. 1961.
13. MACHADO, R.G.R., RENA, A.B. & VIEIRA, C. Efeito da desidratção osmótica no acúmulo de prolina livre em discos foliares de vinte cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Rev. Ceres*, 23(128):302-309. 1976.
14. MAGALHÃES, A.C. & CARELLI, W.L. Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições variadas de pressão osmótica. *Bragantia*. 31:XIX-XXVI. 1972.
15. MCGINNIES, J.W. Effects of moisture stress and temperature on germination of six range grasses. *Agron. J.* 52: 159-162. 1960.
16. NICKELL, L.G. Ecophysiology of sugar cane: In *Simposio sobre Ecofisiologia de Cultivos Tropicais*. Manaus, 25-30 de maio de 1975. p. 14.
17. PARMAR, M.T. & MOORE, R.P. Carbowax 6.000, manitol and sodium chloride for simulating drought conditions in germination studies of corn (*Zea mays* L.) of strong and weak vigor. *Agron. J.* 60:192-195. 1968.
18. POWELL, M. & PFEIFER, R. The effect of controlled limited moisture on seedling growth of Cheyenne winter wheat selections. *Agron. J.* 48:555-557. 1956.

19. PRISCO, J.T. & OLEARY, S.W. Osmotic and «toxic» effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. *Turrialba*. 20:117-184. 1970.
20. SULLIVAN, G. Techniques for measuring plant drought stress. In: Drought injury and resistance in crops. *Crop. Sci. Soc. Am. Spec. Publ.* n.º 2, 1971. p. 1-18.
21. TADMOR, N.H., COHEN, Y. & HARPAR, Y. Interactive effects of temperature and osmotic potential on the germination of range plants. *Crop. Sci.* 9:771-774. 1969.
22. TANIMOTO, T. Differential physiological response of sugar-cane varieties to osmotic pressures of saline media. *Crop Sci.* 9:683-688. 1969.
23. TAYLOR, R.M., YOUNG, E.F. Jr. & RIVERA, R.L. Salt tolerance in cultivars of grain sorghum. *Crop. Sci.* 15:734-735. 1975.
24. VIEIRA, C. *O Feijoeiro Comum. Cultura, doenças e melhoramento*. Viçosa, Imprensa Universitária, 1967. 220 p.
25. WIGGANS, S.C. & GARDNER, F.R. Effectiveness of various solutions for simulating drought conditions as measured by germination and seedling growth. *Agron. J.* 51:315-318. 1959.
26. WILLIAMS, T.V., SNELL, R.J. & ELLIS, J.F. Methods of measuring drought tolerance in corn. *Crop Sci.* 7:179-188. 1967.
27. WOODS, L.Z. & MACDONALD, H.A. The effects of temperature and osmotic moisture stress on the germination of *Lotus corniculatus*. *J. Exp. Bot.* 22:575-585. 1971.
28. WRIGHT, N.L. Drought influence on germination and seedling-emergence. In: Drought injury and resistance in crops. *Crop Sci. Soc. Am. Spec. Publ.* n.º 2. 1971. p. 19-37.
29. ZHUKOVSKAYA, N.V., DZHANIBEKOVA, L.S.A., G'AINDAMAKINA, L.F. & LUTSENKO, E.K. Certain aspects of seed metabolism during germination and the effect exerted on them by salinization. *Sov. Plant. Physiol.* 19:517-524. 1972.