

SELEÇÃO VISANDO À TOLERÂNCIA À SALINIDADE CAUSADA POR SULFATO DE AMÔNIO, NA VARIEDADE DE MILHO 'PIRANÃO' *

Audberto José Millan
José Carlos Silva
José Domingos Galvão**

1. INTRODUÇÃO

A utilização de maiores densidades de plantas de milho associadas a altos níveis de adubação tem tido como resultado eficiente aumento de produção de grãos por unidade de área. Entretanto, a inadequada distribuição do adubo na semeadura, pelo agricultor, muitas vezes resulta em contato direto adubo-semente. Nessas condições, se o plantio é efetuado em solo úmido, e segue um período de estiagem, há um aumento de salinidade, pela concentração da solução do solo, o que pode influir na porcentagem de emergência e no desenvolvimento inicial das plantas. Tal fenômeno, às vezes, mascara o efeito de adubações pesadas.

Segundo AYERS (1) e PRISCO e O'LEARY (10), a salinidade do solo pode influir na germinação da semente e no desenvolvimento da plântula, pelo decréscimo de entrada de água na semente e/ou pela entrada de íons em quantidades suficientes para se tornarem tóxicos, este último efeito apresentando-se com maior intensidade quando a salinidade é produto do acúmulo de cloreto de sódio.

Malliwal e Palliwal, citados por TAYLOR *et alii* (11), indicam que o efeito depressivo da salinidade é maior no estágio de plântula e durante a germinação que em outros estádios de crescimento.

O efeito específico da salinidade sobre a taxa de germinação da semente e sobre o desenvolvimento da plântula de milho foi relatado por NABHAN e COTTENIE (7). Estes autores citam que os substratos osmóticos mais usados nos testes de salinidade e simulação da seca são: cloretos, sulfatos, mannitol e «carbowax», sendo que o peso seco das plantas diminui linearmente com o aumento da salinidade, graças aos cloretos. Para os sulfatos, a resposta é quadrática.

Um ponto de interesse com relação à tolerância à salinidade é a sua possível relação com a tolerância à seca. Assim, NIEBELL (8), trabalhando com a

* Parte da tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, pelo primeiro autor, como uma das exigências do Curso de Fitotecnia, para obtenção do grau de 'Magister Scientiae'.

Recebido para publicação em 14-03-1977.

** Respectivamente, Pesquisador do Centro de Investigações Agropecuárias da Venezuela, Professor Adjunto da U.F.V. e Professor Titular da U.F.V. (bolsista do CNPq).

cultura de cana-de-açúcar, comprovou que existe uma relação entre resistência à salinidade e resistência à seca, utilizando cloreto de sódio e cloreto de potássio como substratos osmóticos. Comprovou também que a resistência às condições salinas é um caráter varietal. Em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), MAGALHÃES e CARELLI (5) indicam uma possível correlação entre resistência à salinidade e resistência à seca. Igualmente, Oka (1953) e Nagai (1959), citados por CONSTANTINO e TOZANI (3), indicam que a tolerância do arroz ao cloreto de potássio tem sido empregada como indicação de resistência à seca. Contudo, MCCINNIES (6) afirma que uma espécie que germina bem sob severo «stress» de umidade não é necessariamente resistente à seca, em estádios posteriores, e outra que não germina pode ser resistente à seca.

No presente trabalho, procurou-se detectar a presença de respostas diferenciais entre os genótipos (plantas) da variedade 'Piranão', com respeito à tolerância à salinidade causada pelo sulfato de amônio. Mediram-se a porcentagem de emergência e o peso fresco das plantas aos 20 dias do plantio.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho, foi utilizada a variedade de milho 'Piranão', que se caracteriza por apresentar plantas de porte baixo (graças ao gene braquítico-2), resistência ao acamamento, bom rendimento, apresentando ainda certa desuniformidade de porte e tipos de plantas, por encontrar-se ainda em fase de melhoramento. Foi obtida no Departamento de Genética da Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiróz», a partir do cruzamento da variedade Piramex III com milhos braquíticos (*br₂*), da raça Tuxpeño, obtidos do CIMMYT, México. A variedade Piramex III, também de germoplasma da raça Tuxpeño, apresenta plantas muito altas, boa resistência ao acamamento, boa produtividade, grãos amarelos do tipo dentado; o Tuxpeño braquítico-2 é do mesmo tipo racial, porte baixo e grãos brancos. A semente utilizada foi a correspondente ao milho 'Piranão' MS-III-HS-II (três gerações de seleção massal e duas de seleção entre e dentro de famílias de meios-irmãos).

Foi plantado um campo de cruzamento, com 120 fileiras de cinco metros, da variedade de milho 'Piranão', no campo experimental da Genética, na Universidade Federal de Viçosa, em novembro de 1974, o qual foi colhido em abril de 1975.

Utilizou-se o delineamento 1, de COMSTOCK e ROBINSON (2), na obtenção das progênes. Em cada fileira se cruzou a segunda ou terceira planta (progenitor masculino) com seis ou mais fêmeas da fileira. Das 120 fileiras usadas conseguiram-se 88 machos com seis cruzamentos (fêmeas), dando um total de 528 progênes.

A avaliação da tolerância à salinidade foi feita em casa-de-vegetação, semeando-se 10 sementes de cada progênie por vaso. Em cada vaso, que continha um quilograma de terra, adicionou-se uma solução com 10 gramas de sulfato de amônio, distribuída uniformemente na superfície do vaso, equivalendo a 20.000 quilogramas de sulfato de amônio por hectare. Em cada vaso as 10 sementes, representando uma progênie, foram distribuídas uniformemente, a uma profundidade de cerca de três centímetros. Cada progênie foi representada por dois vasos distribuídos ao acaso na casa-de-vegetação.

Vinte dias após o plantio fez-se seleção de 10% entre as progênes e 20% dentro das progênes selecionadas. O critério de seleção para tolerância à salinidade baseou-se numa avaliação visual do crescimento e vigor das plantas.

As plantas selecionadas foram transplantadas para o campo. Na época da polinização, fizeram-se cruzamentos planta a planta, para se obterem as sementes recombinadas do Ciclo I. Posteriormente, em casa-de-vegetação, fez-se um teste de germinação e crescimento, envolvendo a população original e o Ciclo I, ambos em condições normais (vasos sem sal) e em condições salinas (vasos com um quilograma de terra e 10 gramas de sulfato de amônio).

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com 24 repetições, cada repetição representada por dois vasos pareados, para cada tratamento, um com sal e outro sem sal. Ao completar os 20 dias, as plantas foram contadas, cortadas ao nível do solo e pesadas, determinaram-se, assim, o número de plantas emergidas e o peso fresco por vaso. Os caracteres estudados foram porcentagem de

emergência e peso fresco em gramas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Emergência

As médias referentes ao número de plântulas emergidas para os quatro tratamentos do teste de salinidade (população original em condições normais e condições salinas, e o primeiro ciclo de seleção também em condições salinas e normais) são apresentadas no Quadro 1. A análise de variância dos mesmos dados (Quadro 2) indica que existem diferenças altamente significativas entre os tratamentos.

A Média da população original em condições normais é maior que a média da população original em condições salinas; isto mostra o efeito depressivo da salinidade sobre a germinação e a emergência, que foi de 14,21%. Tal comportamento talvez possa ser explicado pelos resultados encontrados por PRISCO e O'LEARY (10) e NABHAN e COTTENIE (7), ou seja, a água absorvida pelas sementes decresce com o aumento da pressão osmótica, como consequência do incremento do nível de salinidade, inibindo o crescimento da radícula e do hipocótilo.

Comparando as médias do primeiro ciclo de seleção, em condições normais e salinas, observa-se que a média obtida em condições normais é maior que a obtida em condições salinas, o que indica que o efeito depressivo da salinidade ainda continua, mas este efeito foi menor (4,16%) que na população original. Ao comparar as médias da população original e do primeiro ciclo de seleção em condições normais, nota-se uma tendência no sentido de melhor germinação e emergência no primeiro ciclo (5,05%), embora essa melhora não seja estatisticamente significativa; mas, ao comparar a média da população original e a média do primeiro ciclo de seleção, em condições salinas, observa-se que a germinação e a emergência foram melhoradas, significativamente, em 10,15%.

Com relação à porcentagem de emergência, verifica-se que apenas com um ciclo de seleção o caráter em questão foi melhorado, tanto em condições normais como em condições salinas, o que permite pensar que com o decorrer dos ciclos de seleção este caráter possa ser melhorado ainda mais. Tudo indica que o caráter em questão deve ter herdabilidade razoável.

3.2. Peso Médio por Plantas

No Quadro 3 são apresentados os dados para peso médio por planta, expressos em gramas, e no Quadro 4 a análise de variância destes dados, que revelou diferenças altamente significativas entre os tratamentos.

Ao comparar as médias do peso médio por planta, na população original, em condições normais e salinas, observa-se o efeito negativo da salinidade sobre o crescimento e desenvolvimento das plântulas, que foi de 82,23%, o que concorda com os resultados obtidos por TAYLOR *et alii* (11), PEARSON *et alii* (9), NABHAN e COTTENIE (7) e DOTZENKO e HAUS (4), em sorgo, arroz, milho e alfafa, respectivamente. Ao comparar o efeito da salinidade sobre a emergência e sobre o desenvolvimento das plântulas, nota-se que este último é maior, o que concorda com os resultados obtidos por Malliwal e Palliwal, citados por TAYLOR *et alii* (11).

Ao comparar as médias do primeiro ciclo de seleção, em condições salinas e normais, observamos que elas diferem estatisticamente, ou seja, que existe ainda o efeito depressivo da salinidade (49,25%). Todavia, este efeito é muito menor que na população original, refletindo-se isto na interação ciclo por salinidade, altamente significativa (Quadro 4). Comparando a população original e o primeiro ciclo de seleção, nota-se que, em condições normais, não houve diferenças de comportamento, mas que, em condições salinas, o peso médio por planta aumentou em 188,14%, em relação à população original. Dado este ganho tão rápido, pode-se mesmo suspeitar que o caráter tolerância à salinidade possa estar determinado por poucos genes.

Os dados mostram que a resistência das plântulas à salinidade foi significativamente melhorada, permitindo prever que o caráter tem herdabilidade alta (a maioria da variabilidade para o caráter é genética e predominantemente aditiva), embora, com os dados disponíveis, não seja possível calcular os parâ-

QUADRO 1 - Número de plântulas emergidas, por vaso, referentes às 24 repetições do teste de salinidade, envolvendo o ciclo I e a população original, e respectivas comparações de médias

Repetição	Ciclo I (Nº de plantas emergidas)		População original (Nº de plantas emergidas)	
	Com sal	Sem sal	Com sal	Sem sal
1	9	10	8	9
2	9	10	9	9
3	10	10	9	9
4	9	9	9	7
5	8	10	8	10
6	9	9	9	8
7	9	9	9	9
8	10	8	7	8
9	9	10	6	9
10	9	10	10	10
11	9	10	8	10
12	9	10	6	10
13	10	9	6	8
14	10	10	7	9
15	7	9	6	10
16	7	10	7	8
17	8	9	10	10
18	10	11	9	10
19	8	9	6	10
20	8	9	7	8
21	10	9	8	10
22	7	10	8	9
23	6	9	6	9
24	6	10	9	9
\bar{X}	8,583	9,542	7,792	9,083
Duncan (1%)	B	A	C	AB

metros genéticos, os quais forneceriam informação mais exata sobre a herdabilidade do caráter em estudo.

QUADRO 2 - Análise da variância do número de plantas emergidas no teste de salinidade, envolvendo o ciclo 1 e a população original

F.V.	GL	SQ	QM
Blocos	23	33,5000	1,4565
(Tratamentos)	(3)	(40,4166)	(13,4722) **
Ciclo (C)	1	9,3750	9,3750 **
Salinidade (S)	1	30,3750	30,3750
C x S	1	0,6666	0,6666
Resíduo	69	72,0833	1,0447
TOTAL	95	145,9999	

** Significativo, ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 11,68%

Média geral = 8,688 plantas emergidas/vaso

A possibilidade encontrada de seleção para tolerância às condições salinas permite antever a produção de cultivares passíveis de serem usados em solos com problemas de salinidade. Além do mais, espera-se que com tais cultivares se possam utilizar adubações pesadas, obtendo-se maior aproveitamento dos adubos, uma vez que o dano causado por eles às raízes seria muito menor em relação às variedades não melhoradas.

É importante notar que, como os dois caracteres (germinação e emergência em condições salinas e tolerância das platinhas à salinidade) são avaliados em um mesmo experimento, caso se encontre uma alta correlação genética aditiva entre eles, ganhar-se-ia tempo e poupar-se-ia trabalho estudando apenas a germinação e a emergência, já que, ao mesmo tempo, se estaria melhorando a tolerância das platinhas à salinidade.

Num próximo estudo será determinada a natureza genética desses caracteres e se estudará sua possível correlação com a tolerância à seca, o que, se positivado, dará oportunidade de se selecionarem variedades tolerantes à seca por um procedimento simples de seleção em casa-de-vegetação.

4. RESUMO

Em trabalho realizado na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, no período de outubro de 1974 a dezembro de 1975, estudou-se a tolerância às condições salinas da variedade de milho braquítico-2 'Piranão'.

O material experimental foi obtido utilizando-se o Delineamento 1, de Comstock e Robinson, a partir de 88 machos, cada um cruzado com 6 fêmeas, obtendo-se, deste modo, 528 progênies.

A avaliação da tolerância à salinidade na população original foi efetuada

QUADRO 3 - Peso médio (g), por planta, referente às 24 repetições do teste de salinidade, envolvendo o ciclo I e a população original, e respectivas comparações de médias

Repetição	Seleção salina		População original	
	Peso médio (g/planta)		Peso médio (g/planta)	
	Com sal	Sem sal	Com sal	Sem sal
1	1,07	3,00	0,28	3,30
2	2,01	3,08	0,52	3,46
3	1,72	3,20	0,76	3,18
4	1,99	3,36	0,94	3,37
5	2,35	3,81	1,63	2,95
6	2,46	3,43	0,54	3,89
7	2,37	3,18	0,59	3,22
8	1,11	3,65	0,27	3,90
9	1,72	2,86	0,53	3,74
10	1,72	3,17	0,99	3,62
11	1,78	2,60	0,24	3,54
12	1,02	3,14	0,37	2,67
13	1,25	3,42	0,25	3,36
14	1,50	3,31	0,56	3,50
15	1,41	3,19	1,38	3,01
16	2,21	3,67	0,41	2,93
17	1,06	3,26	0,61	3,64
18	1,65	3,41	0,56	3,18
19	1,50	3,76	0,72	3,30
20	2,24	3,43	0,50	3,13
21	1,59	3,36	0,41	2,82
22	1,76	3,24	0,41	2,51
23	2,20	4,00	0,25	3,97
24	1,08	3,75	0,50	3,50
\bar{X}	1,70	3,35	0,59	3,32
Duncan (1%)	B	A	C	A

em casa-de-vegetação, com duas repetições, sendo cada repetição representada por um vaso com um quilograma de solo, ao qual foram adicionados 10 gramas de sulfato de amônio. Foram colocadas 10 sementes por vaso. Selecionaram-se plantas mais tolerantes (10% entre progênie e 20% dentro das progênie selecionadas) pela avaliação visual. As plantas selecionadas foram recombinadas, obtendo-se o Ciclo I. Em novo teste, com 24 repetições, avaliaram-se o Ciclo I da seleção salina e a população original, na presença e na ausência de salinidade. Determinaram-se o número de plantas emergidas e o peso fresco por vaso.

QUADRO 4 - Análise da variância do peso médio por planta no teste de salinidade, envolvendo o ciclo I e a população original

F.V.	GL	SQ	QM
Blocos	23	4,05515	0,17630
(Tratamentos)	(3)	(129,53600)	43,17890 **
Ciclo (C)	1	7,79760	7,79760 **
Salinidade (S)	1	115,10640	115,10640 **
C x S	1	6,63200	6,63200 **
Resíduo	69	9,28119	0,13450

** Significativo, ao nível de 1% de probabilidade

C.V. = 16,37%

Média geral = 2,99 gramas.

Para o número de plantas emergidas a resposta à seleção foi de 10,15%. Quanto ao peso fresco por planta, a resposta à seleção foi de 188,14%, indicando, certamente, uma alta herdabilidade para este caráter.

5. SUMMARY

A study of differential responses to salinity by the brachytic-2 maize variety «Piranão» was carried out at the Federal University of Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil, from October, 1974, to December, 1975.

The experimental material was produced using the Design I pattern of crosses as proposed by Comstock and Robinson. Eighty-eight males were each crossed with six different females to give 528 progenies.

Tolerance to salinity was evaluated in a greenhouse experiment with two replications. Each replication consisted of a pot containing 1 kg of soil to which 10 g. of ammonium sulfate was added. Ten seeds were planted per pot. The most tolerant 10% of the progenies were selected on a visual basis, and the best 20% were chosen within each selected progeny. Pollination among the selected plants yielded the Cycle I. Both the Cycle I and the original, unselected population, were evaluated using paired comparisons in a second greenhouse test with 24 replications, using pots with and without ammonium sulfate. Emergence (number of plants per pot) and fresh weight per plant were recorded.

Response of emergence to selection was 10.15%. That of fresh weight was 188.14%, indicating a high heritability for this character.

6. LITERATURA CITADA

1. AYERS, A.D. Seed germination as affected by soil moisture and salinity. *Agronomy Journal*, 44(1):82-84. 1952.
2. COMSTOCK, R.E. & ROBINSON, H.F. Estimation of average dominance of genes. In: *Heterosis*. Ames, Iowa State College Press, 1952. p. 494-516.
3. CONSTANTINO, A.C. & TOZANI, R. Reações de plântulas de arroz (*Oriza sativa* L.) ao cloreto de potássio. *Arquivos da UFRRJ.*, 3(1):31-37. 1973.
4. DOTZENKO, A.D. & HAUS, T.E. Selection of alfalfa lines for their ability to germinate under high osmotic pressure. *Agronomy Journal*, 52(4):200-201. 1960.
5. MAGALHÃES, A.C. & CARELLI, M.L. Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições variadas de pressão osmótica. *Bragantia*, 31(5):19-26. 1972.
6. McCINNIES, J.W. Effects of moisture stress and temperature on germination of six range grasses. *Agronomy Journal*, 52(3):159-162. 1960.
7. NABHAN, H.M. & COTTENIE, A. Specific effects of salts on the mobility of Fe, Mn, Zn and Cu in soil and their uptake by corn. *Agrochimica*, 18(4):358-368. 1974.
8. NIEBELL, L.G. Ecophysiology of sugar cane. In: *Simpósio sobre ecofisiologia de cultivos tropicais*, Manaus 1:25-30. 1975.
9. PEARSON, G.A., AYERS, A.D. & EBERHARD, D.L. Relative salt tolerance of rice during germination and early seedling development. *Soil Science*, 22(3):151-156. 1966.
10. PRISCO, J.T. & O'LEARY, J.M. Osmotic and toxic effects of salinity on germination of *Phaseolus vulgaris* L. seeds. *Turrialba*, 20(2):177-184. 1970.
11. TAYLOR, R.M., YOUNG, E.F. & RIVEIRA, R.L. Salt tolerance in cultivars of grain sorghum. *Crop Science*, 15(5):734-735. 1975.