

# MÉTODO DE SELEÇÃO DE PLANTAS DE MILHO PARA TOLERÂNCIA AO ENCHARCAMENTO DO SOLO

MARILDA PEREIRA PORTO<sup>1</sup>

**RESUMO** – A maioria das espécies vegetais cultivadas é prejudicada pela falta ou por baixa disponibilidade de oxigênio no solo, quando os espaços livres (macroporos) estão ocupados pela água. A característica principal dos solos de várzeas da Região Sul do Brasil, que ocupam, aproximadamente, 6,8 milhões de ha cultivados, preferencialmente, com arroz irrigado é o seu hidromorfismo. A umidade excessiva está associada à formação de lençol freático próximo à superfície, devido ao relevo plano e à presença de horizonte B impermeável, ocasionando má drenagem natural. Reações do milho ao excesso de umidade desses solos já foram determinadas e métodos de melhoramento estão sendo utilizados para desenvolver germoplasma tolerante. Este trabalho apresenta uma metodologia simples, de fácil execução, que permite selecionar plantas jovens de milho, quanto à tolerância ao excesso de umidade, pelo exame de seu sistema radicular. As determinações de densidade e umidades volumétrica e gravimétrica obtidas em copos plásticos, com volume ocupado de 160 cm<sup>3</sup> de solo, comparados com valores de campo (Planossolo-Unidade de mapeamento Pelotas) permitiram concluir que o “método dos copos” é adequado para a triagem de plantas jovens de milho.

*Palavras-chave:* *Zea mays* L., umidade do solo.

## METHOD OF SELECTION FOR TOLERANCE TO SOIL WATERLOGGING IN MAIZE PLANTS

**ABSTRACT** – Most of the cultivated species (crops and forrages) is damaged by the lack of or low availability of oxygen in the soil, a consequence of the water filling of the macropores. The area of the low plains of Brazil Southern Region (Rio Grande do Sul, Santa Catarina and Parana States) is approximately 6.8 millions hectares and most of these soils is dedicated to irrigated rice crop. The main characteristic of these soils is hydromorphism. The excess of humidity is associated with a water table near the soil surface, as a result of the plain relief and of an impermeable B horizon, both impairing natural drainage after excessive rainfall. Reaction of maize plants to water excess in the soil have already been evaluated and breeding methods are being employed to develop tolerant germplasm. This work presents a simple methodology, easy to carry out, that is useful to select maize plantlets (20 days old) tolerant to soil waterlogging, through the examination of their root systems. The determinations of density and of volumetric and gravimetric humidities on 160 cm<sup>3</sup> of soil contained in plastic cups, compared with field collected data (Albaqualf) allowed to infer that the “cups method” is adequate to be used in screening young maize plants tolerant to excessive soil water.

*Key words:* *Zea mays* L., soil humidity.

## INTRODUÇÃO

As espécies vegetais cultivadas apresentam ampla variação de comportamento, quando submetidas a condições extremas de estresse ambiental. O melhoramento genético pode manipular essa variabilidade, para o desenvolvimento de germoplasma tolerante a condições específicas de estresse. Para isso, é necessária a utilização de metodologia que permita uma avaliação segura dos fatores limitantes e das reações das plantas a eles submetidas.

A maioria das espécies vegetais cultivadas tem seu desenvolvimento e produção prejudicadas, em solos mal drenados. Há um consenso geral de que a principal causa deste prejuízo é a falta de oxigênio no solo, devido a ocupação dos espaços livres pela água. No entanto, ou-

tros fatores contribuem para o desequilíbrio fisiológico das plantas, nessas condições, tais como: baixa disponibilidade de água e de minerais, causada por um decréscimo na permeabilidade das raízes; desequilíbrio de hormônios relacionados com as raízes; decréscimo de nitrogênio disponível no solo; incremento de compostos tóxicos no solo e na planta e aumento das populações de organismos patogênicos.

YU et al. (1969) estudaram a reação de diversas espécies vegetais sob prolongadas condições de encharcamento, concluindo que, quando o solo estava saturado, a difusão de oxigênio através da água era muito reduzida. Contudo, algumas plantas foram supridas de oxigênio por aeração interna, através de espaços intracelulares (aerênquimas). Deste modo, o suprimento de oxigênio foi, em parte, dependente da porosidade

1. Eng. Agr., M.Sc. - Pesquisadora da EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT), Caixa Postal 403, 96001-970 Pelotas - RS/BRASIL.

Recebido para publicação em 07/11/1997.

das raízes e, segundo os autores, esta característica estava associada à tolerância ao excesso de água no solo, por períodos prolongados.

Depois de uma ampla revisão sobre o assunto, KAWASE (1981) concluiu que existem claras evidências de que as plantas tolerantes ao encharcamento possuem um sistema de transporte de oxigênio, para as raízes, bem mais desenvolvido do que as não tolerantes.

Segundo MACHADO e MAGNAVACA (1991), outras características importantes, em plantas tolerantes, são a eficiência na absorção e utilização da amônia, o aumento da porosidade das raízes, a formação de aerênquimas e o aumento do número de raízes adventícias.

Também, SILVA (1986) realizou ampla revisão sobre os efeitos negativos do encharcamento, em culturas anuais, e sobre as estratégias de melhoramento para superá-los, argumentando que o conjunto de práticas culturais adequadas, associado ao uso de cultivares tolerantes, poderá proporcionar o desenvolvimento da agricultura em áreas hoje consideradas impróprias, abrindo uma fronteira agrícola de elevada produtividade e estabilidade.

Os efeitos do encharcamento sobre diversas espécies cultivadas já são amplamente conhecidos, mas para a cultura do milho, as informações são escassas e contraditórias.

ALI (1976), em teste de campo, concluiu que o encharcamento prejudica, significativamente, a produção de grãos de milho e que as reduções dependem do tempo de encharcamento e do estágio de desenvolvimento das plantas. Vários autores relataram que o maior dano e, conseqüentemente, a redução de produção de milho acontece quando o estresse ocorre no início do estágio vegetativo (JOSHI e DASTANE, 1966; RITTER e BEER, 1969; CHAUDHARY et al., 1975; SINGH e GHILDYAL, 1980; KANWAR et al., 1988; MUKHTAR et al., 1990).

LOPES et al. (1988) consideram que as pesquisas conduzidas a campo, para determinação de tolerância à deficiência de oxigênio no solo, são necessárias, mas de difícil execução, já que existem fatores, nas relações solo-água-clima-planta, que não podem ser quantificados, nem controlados adequadamente. Por isso, métodos de seleção, em condições artificialmente controladas, são utilizados como ferramentas auxiliares do trabalho de melhoramento genético de plantas.

CAETANO et al. (1977,b) e SCHEEREN et al. (1995) utilizaram vasos com solo encharcado, para descrever os sintomas desse estresse em trigo e avaliar a reação de diferentes cultivares ao mesmo.

Em 1977, CAETANO et al. (1977,a) usaram, para selecionar plantas em populações híbridas, a semeadura em copos plásticos furados e mantidos em bandejas

com água, onde desenvolveram-se as raízes. Os autores observaram grandes diferenças no sistema radicular de plantas provenientes de vários cruzamentos. Houve uma correlação positiva entre as plantas que apresentaram um bom desenvolvimento radicular, nessas condições, e a sua sobrevivência e produção. Aquelas com pouco desenvolvimento de raízes ou morreram, ou apresentaram clorose e amarelecimento semelhantes aos de plantas cultivadas em solo com excesso de umidade.

Os solos de várzea da Região Sul do Brasil ocupam uma área aproximada de 6.800.000 ha e são cultivados, preferencialmente, com arroz irrigado. Segundo KLAMT et al. (1985), a característica dominante nestes solos é a má drenagem ou hidromorfismo. A umidade excessiva dos solos de várzea está associada a um lençol freático próximo à superfície, devido ao relevo plano e à presença de camada impermeável no subsolo (horizonte B).

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma metodologia simples, chamada "método dos copos", que permite selecionar plantas jovens de milho, para tolerância ao excesso de umidade, pelo exame do seu sistema radicular.

Os resultados aqui apresentados não pretendem enumerar os genótipos tolerantes, mas, apenas, mostrar a exequibilidade do método.

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Teste preliminar.

Para quantificar a densidade e a percentagem de umidade do solo nos copos, foi realizado um experimento, em casa-de-vegetação. Foram testados sete tratamentos de volumes de solo, de 120 a 180 cm<sup>3</sup> (variando de 10 em 10 cm<sup>3</sup>), em delineamento inteiramente casualizado, com 20 copos plásticos de 200 cm<sup>3</sup> por tratamento, perfurados na base e colocados em bandeja com lâmina de água permanente.

Após quatro dias de encharcamento foram medidos, em laboratório:

– Umidade gravimétrica – diferença entre o peso do solo encharcado e do solo seco em estufa, a 105 °C., expressa em percentagem;

– Densidade do solo – relação entre o peso do solo seco e o seu volume;

– Umidade volumétrica – produto entre a umidade gravimétrica e a densidade do solo, expressa em percentagem.

### 2. Descrição do método.

O "Método dos Copos", como está sendo chamada a metodologia a seguir descrita, utiliza copos plásticos, descartáveis, de 200 cm<sup>3</sup>, perfurados na base em quatro pontos, com orifícios de 4 mm de diâmetro (Figura 1). Estes copos são identificados próximo à borda

superior, com etiquetas adesivas. São preenchidos de 160 a 180 cm<sup>3</sup> de seu volume com uma mistura de solo peneirado, corrigido com calcário e adubo orgânico e mineral, de acordo com a necessidade da cultura. Todos os copos devem conter a mesma quantidade de solo; por isso, é necessário pesá-los depois de enchê-los, mantendo-os com umidade constante.

Os copos com solo são colocados em bandejas (de 20 a 24 copos por bandeja), mantidas com 4 cm de lâmina de água (Figura 2). Nessas condições, faz-se a semeadura de uma semente por copo, com o embrião voltado para cima, a uma profundidade de 2 cm, aproximadamente.

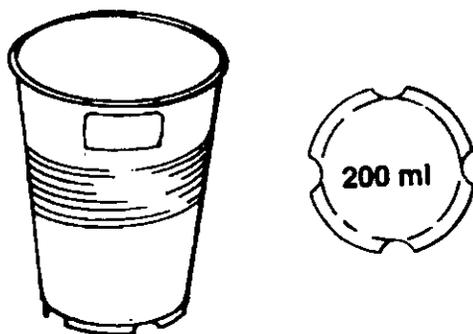


FIGURA 1 – Copo plástico, perfurado na base

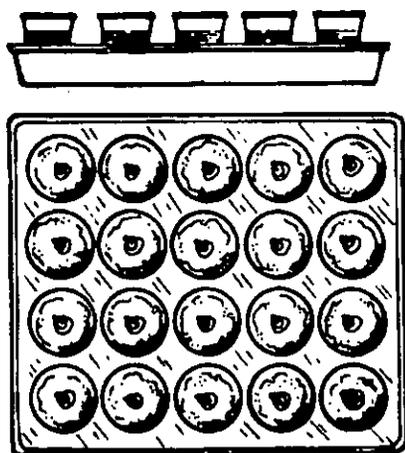


FIGURA 2 – Bandejas com copos com solo na semeadura

Mantém-se as bandejas em ambiente controlado (casa-de-vegetação), até o estágio de desenvolvimento da 2ª folha (cerca de 4 a 5 dias após emergência), quando são descartados os copos sem plantas. Então, as bandejas, com os copos com plântulas, podem ser colocadas fora da estufa, para que o desenvolvimento das plantas ocorra sob condições naturais, evitando-se, assim, os efeitos de sombreamento. Outra possibilidade é mantê-las sob condições controladas, para tomar medidas e re-

alizer pesagens da parte aérea e das raízes, principalmente em períodos de baixa temperatura ambiente. O importante é manter as bandejas sempre com o mesmo nível de água.

No período de 20 a 30 dias da emergência é realizado o exame visual e feitas as medições do sistema radicular, nas plantas que conseguiram desenvolvê-lo pelos orifícios dos copos (Figura 3).

Se o objetivo do trabalho é obter germoplasma tolerante, as plantas selecionadas deverão ser transplantadas para a área experimental. Desta forma, foram selecionados os genótipos que participaram do programa de melhoramento de milho para várzeas da EMBRAPA-CPACT, a partir de 1988/89.

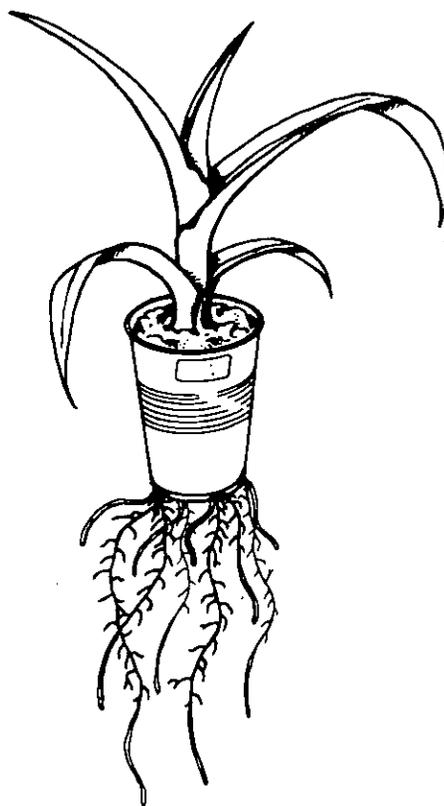


FIGURA 3 – Planta de milho selecionada

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através dos testes realizados utilizando o “método dos copos”, na busca de genótipos de milho tolerantes ao excesso de umidade, as variações de reação das plantas jovens de milho, até agora observadas, foram: a) apodrecimento de sementes antes de completar a germinação; b) morte da planta logo após esgotarem-se as reservas da semente; c) impossibilidade de desenvolver o sistema radicular no ambiente encharcado; d) paralisação do crescimento da parte aérea, devido ao apodre-

cimento das raízes; e) clorose e necroses nas folhas; f) engrossamento das raízes principais e dos pêlos radiculares; g) bom desenvolvimento do sistema radicular dentro da água, passando as raízes pelas perfurações dos copos, e proporcional desenvolvimento da parte aérea.

No trabalho realizado com o objetivo de determinar a similaridade das condições de umidade nos copos com a dos solos hidromórficos, verificou-se que a densidade obtida situou-se na faixa de 1,1 a 1,2 g/cm<sup>3</sup>. A maior densidade ocorreu quando foram ocupados 160 cm<sup>3</sup> dos copos com solo. Normalmente, os solos de várzeas possuem uma densidade média de 1,6 g/cm<sup>3</sup> (GOMES et al., 1992), mas, nos copos, é impraticável trabalhar com estes valores.

Quanto às umidades volumétrica e gravimétrica, os valores não variaram significativamente com a variação dos volumes de solo nos copos e as médias alcançadas foram de 40% e 35%, respectivamente.

Segundo GOMES et al. (1992), os valores de porosidade total do Planossolo – Unidade de mapeamento Pelotas, nos horizontes Ap e A2, são 49,8% e 35,4% respectivamente. Observou-se que, trabalhando com os valores de umidade obtidos nos copos, foram simuladas as condições que as plantas de milho enfrentam em solo encharcado, com ocupação quase total dos poros pela água. Esta é a condição básica para o teste no “método dos copos”.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a metodologia dos copos, comparados com valores obtidos no campo, permitiram concluir que é possível simular as condições de solo saturado de umidade, em copos plásticos, com volume ocupado de 160 cm<sup>3</sup>, colocados em bandejas com lâmina de água.

A variação da reação do germoplasma testado no programa de melhoramento de milho do CPACT indica que o “método dos copos” é adequado para a triagem de plantas jovens de milho tolerantes ao encharcamento.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

- ALI, M. Effect of stages and duration of flooding on grain yield of hybrid maize. *Indian Journal of Agronomy*, New Delhi, v. 21, n. 4, p. 477-478, 1976.
- CAETANO, V.R.; CAETANO, V.R.; LUZ, W.C. Observações no sistema radicular de trigo em solo encharcado. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9., 1977, Londrina. *Sanidade*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1977, a. v. 4, p. 171-175.
- CAETANO, V.R.; CAETANO, V.R.; LUZ, W.C. Observações sobre o comportamento de trigo em solo encharcado e reação à temperatura e umidade relativa do ar. In: REUNIÃO ANUAL CONJUNTA DE PESQUISA DE TRIGO, 9., 1977, Londrina. *Sanidade*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1977, b. v. 4, p. 176-182.
- CHAUDHARY, T.N.; BHATNAGAR, V.K.; PRIHAR, S.S. Corn yield and nutrient uptake as affected by water table depth and soil submergence. *Agronomy Journal*, Madison, v. 67, p. 745-749, 1975.
- GOMES, A.S.; CUNHA, N.G.; PAULETTO, E.A.; SILVEIRA, R.J.C.; TURATTI, A.L. Solos de várzeas – uso e manejo: problema físico e perspectiva de solução. In: FEDERACITE. *Solos e irrigação*. Porto Alegre: UFRGS; FEDERACITE, 1992. p. 64-79.
- JOSHI, M.S.; DASTANE, N.G. Studies in excess water tolerance of crop plants. II. Effect of different durations of flooding at different stages of growth under different layouts on growth. *Indian Journal of Agronomy*, New Delhi, v. 11, p. 70-79, 1966.
- KANWAR, R.S.; BAKER, J.L.; MUKHTAR, S. Excessive soil water effects at various stages of development on the growth and yield of corn. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 31, n. 1, p. 133-141, 1988.
- KAWASE, M. Anatomical and morphological adaptation of plants to waterlogging. *Hortscience*, v. 16, n. 1, p. 8-12, 1981.
- KLAMT, E.; KAMPF, N.; SCHNEIDER, P. Solos de várzea no estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: UFRGS, 1985, 42 p. (Boletim Técnico de Solos, 4).
- LOPES, M.A.; PARENTONI, S.N.; MAGNAVACA, R. Adaptaciones morfológicas y fisiológicas en plantas de mayz sometidas a deficiencia de oxígeno en el suelo. In: SEMINÁRIO MEJORAMIENTO PARA TOLERANCIA A FACTORES AMBIENTALES ADVERSOS EN EL CULTIVO DEL MAYZ, 3., 1988, Quito. San José: IICA-BID, 1988. p. 106-124.
- MACHADO, A.T.; MAGNAVACA, R. *Estresse ambiental: o milho em perspectiva*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1991. 47 p.
- MUKHTAR, S.; BAKER, J.L.; KANWAR, R.S. Corn growth as affected by excessive soil water. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 33, n. 2, p. 437-442, 1990.
- RITTER, W.F.; BEER, C.E. Yield reduction by controlled flooding of corn. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 12, n. 1, p. 46-50, 1969.
- SCHEREN, P.L.; CARVALHO, F.I.F. de; FEDERIZZI, L.C. Resposta do trigo aos estresses causados por baixa luminosidade e/ou excesso de água no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 30, n. 8, p. 1041-1048, 1995.
- SILVA, A.R. da. Tolerância ao encharcamento. In: SIMPÓSIO SOBRE ALTERNATIVAS AO SISTEMA TRADICIONAL DE UTILIZAÇÃO DAS VÁRZEAS DO RIO GRANDE DO SUL, 1., 1984, Porto Alegre. *Trabalhos apresentados...* Brasília: PROVÁRZEAS/PROFIR, 1986. p. 166-181.
- SINGH, R.; GHILDYAL, B.P. Soil submergence effects on nutrient uptake, growth and yield of five corn cultivars. *Agronomy Journal*, Madison, v. 75, n. 5, p. 737-741, 1980.
- YU, P.T.; STOLZY, L.H.; LETEY, J. Survival of plants under prolonged flooded conditions. *Agronomy Journal*, Madison, v. 61, p. 844-847, 1969.