

de água para as plantas, (3) eficiência de uso da água pelas plantas, (4) estudos paleoclimáticos, utilizando-se anéis de crescimento, (4) relações atmosfera-plantas, (5) relações solo-plantas. Pretende-se apresentar uma noção geral do uso de isótopos nesses tópicos, incentivando a disseminação dessa técnica, que ainda é incipiente em nosso país.

## Fisiologia da Raiz

### **LIVE BY CALCIUM AND DIE BY CALCIUM: MAIZE RESPONSES TO ANOXIA**

Chalivendra C. Subbaiah, Dept Crop Sci, University of Illinois, Urbana, IL 61801

$Ca^{2+}$  is a key intracellular messenger that signals responses to numerous stimuli, in plants. We have been investigating the role of  $Ca^{2+}$  in the perception of anoxia by maize seedlings and cells. Our past work showed that cytosolic  $Ca^{2+}$  rapidly rises in response to  $O_2$  deprivation and may trigger gene activation and tolerance to anoxia. Recently, we have shown that the anoxic  $Ca^{2+}$  signal may originate from mitochondria. In this talk, recent data on two new components in this signaling pathway will be presented. The first of these is a novel calmodulin-binding  $Ca^{2+}$  ATPase, whose activity could be important in regulating  $Ca^{2+}$  homeostasis during early anoxia. The second component is a  $Ca^{2+}$ -dependent cysteine protease associated with the root tip death under anoxia. Our results suggest that these two enzymes may play adaptive roles in submerged maize seedlings.

### **GENÉTICA E BIOQUÍMICA DA TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO**

**Edilson Paiva** (Núcleo de Biologia Aplicada – NBA, Milho e Sorgo/Embrapa, Sete Lagoas, MG)

A acidez do solo é um dos principais entraves para a agricultura nos trópicos. Só no Brasil, os solos ácidos ocupam cerca de 205 milhões de hectares, e na América Latina, há aproximadamente 1,0 bilhão de hectares. Estes solos se caracterizam pela baixa fertilidade, baixa capacidade de troca catiônica (CTC) e alta concentração de alumínio (Al) tóxico, que causa paralização da divisão celular nas raízes das plantas, prejudicando o desenvolvimento e funcionamento do sistema radicular. Em consequência, plantas sensíveis apresentam baixa eficiência na absorção de nutrientes do solo e maior suscetibilidade à seca. As duas alternativas economicamente viáveis para controlar este problema são: a correção da acidez do solo por meio de calagem e/ou o uso de genótipos tolerantes ao Al tóxico, obtidos via melhoramento genético clássico, ou via transformação genética. Vários mecanismos de tolerância ao Al têm sido propostos na literatura. No entanto, a maioria destes não possuem ainda evidências consistentes que os

suportem, e provavelmente a tolerância não deve ser explicada por apenas um mecanismo isolado, mas sim por vários mecanismos genéticos e/ou bioquímicos, que variam entre e dentro de uma mesma espécie, e também em função do estágio fisiológico. Diferentes metodologias têm sido desenvolvidas e utilizadas visando o entendimento dos mecanismos genéticos da tolerância e/ou susceptibilidade de plantas ao Al tóxico. Para algumas espécies tem sido demonstrada a ocorrência de herança monogênica para tolerância e para outras uma herança de natureza complexa. Em geral, a característica de tolerância ao alumínio é dominante em relação à suscetibilidade e é poligênica, havendo indícios da existência de genes maiores influenciados pela ação de genes modificadores de menor importância. Estudos bioquímicos indicam que diversos mecanismos de defesa são acionados, tanto para impedir a entrada do Al, como para evitar os efeitos tóxicos do íon dentro da célula. Dentre os mecanismos bioquímicos pelos quais o Al exerce seus efeitos tóxicos, destacam-se aqueles envolvendo competição por sítios de absorção de nutrientes, interações com componentes lipídicos de membranas, que alteram a sua permeabilidade e inibição do processo de mitose nos meristemas apicais das raízes. Dentre as estratégias empregadas pelas plantas para contornar os efeitos tóxicos do Al, há evidências mostrando que, em várias situações, ácidos orgânicos produzidos pelas raízes complexam Al na rizosfera. Em outros casos, há um aumento do pH na zona radicular através da liberação de ânions, propiciando insolubilização do Al e portanto dificultando sua absorção. Também, diversas proteínas induzidas por Al e aparentemente envolvidas com o processo de tolerância já foram descritas. O estado da arte do problema da toxidez do Al em plantas será discutido em detalhes com ênfase nos resultados obtidos via aplicação das modernas técnicas de Biologia Celular, Molecular e de Engenharia Genética.

## **CONTROLE DO SISTEMA SECRETÓRIO DE RAÍZES**

Alexandre da Silva Conceição (Laboratoire de phytoBiologie Cellulaire, Université de Bourgogne, Dijon Cedex, França)

Um dos grandes potenciais da biotecnologia vegetal corresponde à utilização de plantas como sistema de expressão transgênico de proteínas de interesse alimentar e farmacêutico. A aplicação industrial do que hoje faz parte de projetos de pesquisa básica vegetal depende do conhecimento preciso dos processos celulares envolvidos na acumulação estável de proteínas, tanto solúveis quanto de membranas. No que se refere ao uso de organelas do sistema secretório como compartimentos subcelulares de estocagem, uma multitude de genes responsáveis pelo funcionamento da maquinaria celular vem sendo estudado por vários laboratórios. O trabalho a ser apresentado aborda a utilização de *Arabidopsis*