

dificuldade em se avaliar isoladamente o efeito de um nutriente em particular na patogênese, grande progresso tem sido alcançado nessa área. Os resultados obtidos são geralmente muito promissores e tendem a reduzir os custos de controle das doenças, com menor agressão ao meio ambiente. A nutrição correta das deficiências minerais das plantas e o equilíbrio dos elementos nos tecidos constituem parte integrante do controle integrado das doenças de plantas. Com base nos estudos realizados até o presente é possível afirmar que: 1 - A nutrição mineral pode substituir, reduzir e até aumentar a demanda por agroquímicos no controle de doenças em plantas; 2 - a nutrição mineral é um dos componentes essenciais no processo de controle integrado de doenças de plantas, e por si só pode não resultar em controle adequado das doenças; 3 - na maioria dos casos a deficiência ou desequilíbrio dos nutrientes no solo ou nos tecidos vegetais predispõe às plantas ao ataque de patógenos; 4 - a nutrição pode em certos casos induzir resistência, tolerância e escape às doenças; 5 - o balanço nutricional da planta hospedeira sempre deverá ser previsto antecipadamente antes do surgimento das doenças nas plantas, de acordo com o patógeno, características físicas e químicas do solo, espécie de planta e exigência nutricional; 6 - danos ocasionados por doenças em plantas originados por deficiência ou desequilíbrio nutricional dificilmente são recuperados na mesma estação de crescimento; 7 - a forma como os nutrientes estão disponíveis para as plantas, influencia a incidência e severidade das doenças; 8 - a nutrição do hospedeiro afeta diferencialmente os diferentes agentes bióticos causadores de doença; 9 - a construção da fertilidade do solo influencia diretamente na supressividade ou conducividade do solo às doenças; 10 - existe sempre um nível ótimo do nutriente para crescimento e produção da planta. Entretanto este nível nem sempre coincide com aquele requerido para redução da intensidade da doença; 11 - aplicações parceladas de nutrientes no solo, principalmente o nitrogênio, pode em certos casos não só reduzir a intensidade de doenças, mas também manter a doença sob controle durante o período de crescimento da planta; 12 - a quantidade de nutriente a ser empregada em determinada cultura em parcelamento, dependerá se as condições do meio ambiente for ou não favorável a uma maior ou menor severidade da doença na cultura; 13 - vários fatores influenciam a eficiência da nutrição mineral entre os quais: tipo de patógeno, espécie de planta, variedade, tipo de solo, os próprios fertilizantes, modo de aplicação, etc.

## GENÉTICA E BIOQUÍMICA DA TOLERÂNCIA AO ALUMÍNIO

*Edilson PAIVA.* Núcleo de Biologia Aplicada – NBA, Milho e Sorgo/Embrapa. Caixa Postal 151 – 35701-970, 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 paralisação 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 a susceptibilidade e 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.