

Deficiência de ferro em arroz de sequeiro

Nand Kumar Fageria¹
Cleber Moraes Guimarães¹
Tomás de Aquino Portes¹

Resumo

A deficiência de ferro em arroz de sequeiro, plantado após a soja ou feijão em solos de cerrado, tem sido observada em vários Estados brasileiros nos últimos anos. Esta deficiência está relacionada com a diminuição da disponibilidade ou da absorção, devido pH elevado e não por falta de ferro propriamente. O melhor critério de identificação deste problema são os sintomas visuais de deficiência nas plantas. No momento, a melhor prática para corrigir essa deficiência é a aplicação de ferro via foliar com os produtos apropriados. No futuro o uso de cultivares mais eficientes na absorção e utilização de ferro pode ser uma estratégia apropriada para resolver esse problema nutricional.

Introdução

O cultivo do arroz de sequeiro tem grande importância econômica e social no Brasil. É cultivado em aproximadamente 4,2 milhões de hectares e contribui com cerca de 43% do total de arroz produzido no País. O uso das rotações de cultura nos últimos anos tem resultado deficiência de ferro em arroz de sequeiro cultivado após a soja ou o feijão. Esse problema ocorre



em geral em áreas corrigidas com calcário para elevar o pH acima de 6,0. Portanto, o objetivo deste artigo é discutir a causa do aparecimento desta deficiência de ferro e sugerir medidas de correção.

Funções de Ferro na Planta

Cada nutriente desempenha funções definidas dentro da planta e nenhum pode ser completamente substituído por outro, conquanto cada nutriente desempenha certas funções

específicas, todos devem estar juntos para produzir melhores resultados (Fageria, 1984). O Fe é componente essencial de várias enzimas que estão envolvidas em várias funções metabólicas como fixação de N₂, fotossíntese e transferência de elétrons (Stevenson, 1986).

Sintomas de Deficiência

Sintoma de deficiência de ferro inicia-se com uma forte clorose interveinal das folhas mais novas. À medida que a deficiência se acentua, as folhas tornam-se totalmente amareladas (Fig. 1).

Os sintomas visuais são os melhores critérios de identificação de deficiência de ferro na planta. Outros critérios como análise das plantas e dos solos não são muito úteis para identificar este problema nutricional. Ferro total nas folhas cloróticas é observado, geralmente, em maiores quantidades do que em folhas normais (Fageria et al., 1990). A quantidade maior de Fe nas folhas deficientes sugere que o ferro absorvido foi acumulado na forma não disponível, em algum lugar nestas folhas. Foi observado alto Ph nas células das folhas cloróticas, que podem causar imobilização de ferro (Abadia, 1992). De acordo com Seckback (1982) e Loeppert & Hallmark (1985), o ferro é acumulado na forma inativa como ferritina ou fosfato de ferro.

Causa de Deficiência de Ferro em Solo de Cerrado

Entre os micronutrientes, o ferro é o que se apresenta em maior quan- ➔



Figura 1 – Deficiência de ferro em cultura de arroz de sequeiro em solo de cerrado.

1 – Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), da EMBRAPA, Caixa Postal 179, Goiânia-GO, CEP 74001-970.

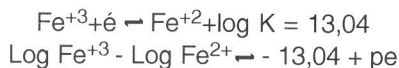
tidade no solo de cerrado (Tabela 1). Tem sido observado teores de 35 a 237 mg kg⁻¹ com a média de 96 mg kg⁻¹ de solo. O nível crítico de ferro em solo varia de cultivar para cultivar e extrato utilizado para análise (Fageria et al., 1990), mas, em geral, situa-se em torno de 5 mg kg⁻¹ (Martens & Lindsay, 1990). Portanto, quando aparece a deficiência de ferro em culturas anuais, como arroz de sequeiro, é devido à baixa disponibilidade ou absorção, não sendo causado por falta de Fe.

Acalagem é uma prática essencial em solos de cerrado. Com a aplicação de calcário, diminui a disponibilidade de todos os micronutrientes, exceto Mo. A reação neste sentido pode ser expressa pela seguinte equação:



A elevação de uma unidade do pH faz com que a concentração de ferro em solução do solo caia 1000 vezes (Lindsay, 1979). As concentrações de outros micronutrientes como Cu, Zn e Mn, também diminuem, com a elevação do pH, mas é aproximadamente 10 vezes menor do que a de Fe. Isto significa que o aumento do pH determina redução mais acentuada da disponibilidade de Fe do que a de outros micronutrientes.

Nos solos inundados ocorreu a redução de ferro férrico (óxido ou hidróxido) para ferro solúvel, podendo ser explicado pela seguinte equação (Nakatani et al., 1993):



Essas equações demonstram que, em condições de redução, como nos solos inundados, Fe²⁺ é a forma dominante em solução. Às vezes a concentração desta forma chega ao nível tóxico para o arroz irrigado. Portanto, em arroz irrigado, existe possibilidade de toxidez de ferro contrária ao arroz de sequeiro.

Além da calagem, a fosfatagem é comum em solo de cerrado devido ao baixo teor de P e a alta capacidade de fixação deste elemento. Altos níveis de P no solo pode, além de insolubilizar o Fe no solo, precipitá-lo na superfície das raízes, nos espaços intercelulares e no xilema (Malavolta, 1980). Portanto, a aplicação de fertilizantes fosfatados também pode ser responsável pela deficiência de Fe em cultura de arroz de sequeiro.

A principal forma de absorção de ferro pelas plantas é Fe²⁺ (Chaney et

TABELA 1. Teor de ferro em alguns solos de cerrado brasileiro na camada 0-20 cm.

Local	Teor de Ferro (mg kg ⁻¹) Fe
Fazenda Âncora Primavera do Leste-MT	144
Fazenda Cachoeirinha – Gurupi-TO	174
Fazenda Cural Nova – Unai-MG	237
Fazenda Capivara – Sto. Antônio-GO	58
Fazenda Capivara – Sto. Antônio-GO	70
Fazenda Brito – Ipameri-GO	35
Fazenda Águas Claras – Piracanjuba-GO	61
Chácara Boa Vista – Inhumas-GO	41
Fazenda Cachoeira – Aragoiânia-GO	66
Fazenda Monte Alegre – Turvânia-GO	76
Média	96

Extrator em solução de 0.05 N HCl + 0.025 N H₂SO₄

TABELA 2. Tolerância relativa de culturas anuais a deficiência de ferro.

Tolerante	Moderadamente Susceptível	Susceptível
Trigo	Milho	Sorgo
Girassol	Aveia	Soja
Amaranthus	Cevada	Amendoim
Feijão	Alfafa	Milheto
	Batata	Arroz

Fonte: Clark (1991).

TABELA 3. Avaliação de genótipos de arroz de sequeiro para sua tolerância à deficiência de ferro.

Genótipos	Produção (kg/ha)	Nota	Classificação ⁽¹⁾
CNA 7460	2679	3	T
CNA 6895	2890	3	T
CNA 6843-1	2570	5	MT
Araguaia	2539	7	MS
CNA 7286	2398	7	MS
CNA 7475	2375	7	MS
CNA 6889-1	2250	7	MS
CNA 7449	2218	9	S

(1) MS = moderadamente susceptível; MT = moderadamente tolerante; S = susceptível; T = tolerante.

al., 1972), mas em solos bem drenados a presença da forma Fe³⁺ é mais comum. Portanto, o Fe³⁺ deve ser reduzido para Fe²⁺ antes que a planta possa absorvê-lo. A redução de Fe³⁺ para Fe²⁺ é uma etapa obrigatória na absorção de Fe pelas espécies de plantas eficientes na absorção de ferro. O processo de redução pode ocorrer na rizosfera ou no plasmalema das células do cortex ou da epiderme (Romheld & Marschner, 1983).

A relativa capacidade de redução de Fe³⁺ é para Fe²⁺ varia de espécie para espécie. Marschner et al. (1986) relataram a capacidade de redução de Fe³⁺ para Fe²⁺ de várias espécies de cereais em ordem de cevada > milho >

sorgo > arroz. Isto significa que o arroz é uma espécie mais sensível à deficiência de Fe, em comparação a outras espécies de cereais. A deficiência de ferro pode ocorrer nas seguintes condições:

1. Solo arenoso
2. Deficiência hídrica
3. Solo compacto
4. Alto pH (maior que 6)
5. Alto teor de fósforo, com baixo teor de Fe
6. Alto teor de Zn, Cu e Mn com baixo teor de Fe
7. Raízes infectadas por nematóides
8. Alto teor de matéria orgânica
9. Alto nível de NO₃ no solo. →

Correção de Deficiência

As aplicações de fontes inorgânicas de Fe no solo são geralmente ineficientes no fornecimento de ferro para as plantas; a menos que altas doses sejam aplicadas. Por exemplo: são necessários 200 kg/ha de FeSO_4 para corrigir a deficiência de Fe em culturas anuais (Mortvedt, 1991). O nível tão alto é anti-econômico. Esta forma de Fe quando aplicado no solo é rapidamente convertido na forma não disponível para a planta, principalmente, em pH alto. Alguns quelados, como NaFeEDTA, NaFeHEDTA, NaFeDTPA e NaFeEDDHA, foram usados com sucesso em culturas anuais para corrigir este problema nutricional, mas, devido ao alto custo, seu uso na agricultura torna-se proibitivo.

No momento, a melhor opção para corrigir a deficiência de Fe é a aplicação deste elemento, via foliar. A aplicação de FeSO_4 (solução 1 a 2%) via foliar, pode ser uma solução. Às vezes, quando a deficiência é severa, são necessárias duas ou três aplicações com intervalo de 10 a 12 dias. A aplicação foliar deve ser feita na parte da manhã, devido à maior abertura estomática que permite maior eficiência na absorção de Fe aplicado. Geralmente, os estômatos fecham durante o período mais quente do dia para evitar a perda de água via transpiração, um mecanismo comum em todas as plantas. Outra maneira mais econômica é o uso de espécies mais eficientes no uso de ferro. A Tabela 2 mostra a eficiência relativa de diferentes espécies de plantas na utilização de Fe. Existe

diferença entre cultivares de arroz na absorção e utilização de ferro (Tabela 3).

A aplicação adequada de adubações, às vezes, corrige a deficiência de ferro, devido ao baixo pH (< 3) de todos os adubos formulados, que diminui o pH do solo e aumenta a disponibilidade de ferro. Os adubos como super simples, super triplo, apresentam pH < 3.

Conclusões

O problema da deficiência de ferro em arroz de sequeiro, discutido neste artigo, foi observado recentemente com o avanço da tecnologia agrícola na região do cerrado. A aplicação de calcário é essencial para elevar o pH do solo em torno de 6 para as culturas com feijão e soja. Se o arroz de sequeiro for plantado após as culturas de feijão e soja em solos calcariados adequadamente, a deficiência de ferro na cultura do arroz é certamente esperada. Portanto, a cultura do arroz deve ser plantada antes da soja e do feijão no sistema de rotação e o pH do solo deve situar-se em torno de 5,5. Se a cultura de arroz for plantada após o feijão e a soja, recomenda-se a aplicação de ferro através de sulfato ferroso, via foliar e/ou uso de cultivares mais eficientes na absorção e uso do ferro. Os sintomas visuais constituem o melhor parâmetro para identificar a deficiência de ferro em culturas anuais como arroz de sequeiro.

Referências Bibliográficas

- ABADIA, J. Leaf responses to Fe Deficiency: A review. *Journal of Plant Nutrition*, 15:1699-1712, 1992.
- CHANEY, R. L.; BROWN, J. C.; TIFFIN, L. O. Obligatory reduction of ferric chelates in iron uptake by soybeans. *Plant Physiology*, 50:208-213, 1972.
- CLARK, R. B. Iron: unlocking agronomic potential. *Solutions*, 35(3):24-29, 1991.
- FAGERIA, N. K. **Adubação e nutrição mineral da cultura de arroz**. Rio de Janeiro: EMBRAPA/Campus, 1984. 341p.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; WRIGHT, R. J. Nutrição de ferro das plantas: Química e fisiologia da sua deficiência e toxidez. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 25(4):553-570, 1990.
- LINDSAY, W. L. **Chemical equilibria in soils**. New York: John Wiley, 1979. 449p.
- LOEPPERT, R. H.; HALLMARK, C. T. Indigenous soil properties influencing the availability of iron in calcareous soils. *Soil Science Society of America Journal*, 49:597-603, 1985.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MARSCHNER, H.; ROMHELD, V.; KISSEL, M. Different strategies in higher plants in mobilization and uptake of iron. *Journal of Plant Nutrition*, 9:695-713, 1986.
- MARTENS, D. C.; LINDSAY, W. L. Testing soils for copper, iron, manganese and zinc. In: WESTERMAN, R. L. (Ed.). *Soil testing and plant analysis*. 3. ed. Madison: Soil Science Society American, 1990. p. 229-264.
- MORTVEDT, J. J. Correcting iron deficiencies in annual and perennial plants: Present technologies and future prospects. *Journal of Plant Nutrition*, 13:273-279, 1991.
- NAKATANI, H. S.; PAVAN, M. A.; MIYASAWA, M. Manutenção de Fe (II) em amostras de solução sobrenadante de solo inundado para determinação espectrofotométrica com 1,10-Fenantrolina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 17(1):47-51, 1993.
- ROMHELD, V.; MARSCHNER, H. Mechanism of iron uptake by peanut. I. Fe^{3+} reduction, chelate splitting, and release of phenolics. *Plant Physiology*, 71:949-954, 1983.
- SECKBACK, J. 1982. Ferretting out the secrets of plant ferritin: A review. *Journal of Plant Nutrition*, 5:369-394, 1982.
- STEVENSON, F. J. **Cycles of soil: carbon, nitrogen, phosphorus, sulfur, micronutrients**. New York: John Wiley, 1986. 380p.

1a



Para colher toneladas, cada detalhe conta.

- Conte com a mais completa linha de produtos.
- Conte com a experiência e orientação técnica.
- Conte com a Zeneca.



PROTEÇÃO PLANEJADA DO ARROZ



ZENECA

O arroz de A a Z.

Zeneca Agrícola anteriormente denominada ICI Agrícola.

ZENECA Agrícola

AJUDANDO O AGRICULTOR A ALIMENTAR O MUNDO