

# MANEJO QUÍMICO DO SOLO

Nand Kumar Fageria<sup>1</sup>

## 1. Introdução

O principal sistema de cultivo de arroz no Brasil é o de sequeiro, tanto em área plantada como em produção.

A maior área de produção de arroz de sequeiro no Brasil está localizada em solos de cerrado, cuja produtividade é limitada, principalmente, por problemas de baixa fertilidade natural e excesso de elementos tóxicos. A área de cerrado do Brasil é de aproximadamente 180 milhões de hectares, concentrada, em sua maioria, na parte central do País. O cultivo do arroz de sequeiro, nestas regiões, é praticada nos mais variados tipos de solos. De modo geral, os oxissolos ou latossolos, na classificação brasileira, são os mais representativos, destacando-se o Latossolo Vermelho-Amarelo e o Latossolo Vermelho-Escuro, que abrangem aproximadamente 52% das áreas dos cerrados. Entretanto, outros solos, de consideráveis áreas, também são utilizados no cultivo do arroz, com Latossolo Roxo, Laterita Hidromórfica, Podzólico Vermelho-Amarelo (Eutrófico e Distrófico) e Terra Roxa Estruturada. Este último é encontrado principalmente nos Estados de Rondônia e Acre. A Terra Roxa Estruturada diferencia-se dos demais solos por apresentar fertilidade natural de média a alta, baixa saturação de alumínio, podendo ocorrer deficiência de fósforo. Estas unidades de solo ocorrem sob ampla variação de condições climáticas e grande variedade de vegetação natural, o que implica diferenças morfológicas e analíticas, responsáveis pela resposta diferencial da cultura de arroz à aplicação de fertilizantes. Embora estas propriedades sejam distintas, neste trabalho procura-se enfatizar o manejo químico para produção de arroz de sequeiro no cerrado.

---

<sup>1</sup> Pesquisador da Área de Fertilidade de Solos — EMBRAPA/CNPAF —  
Caixa Postal 179 — 74 000 GOIÂNIA, GO.

## 2. Manejo Químico do Solo

O manejo químico do solo refere-se à manutenção da fertilidade do solo em nível satisfatório que permita, a produção lucrativa das culturas. Com o tempo de cultivo, a capacidade de produção dos solos cai, se não forem tomadas providências para conservar ou melhorar a sua fertilidade (Figura 1). Para conservar ou melhorar a fertilidade do solo devem ser levados em consideração os seguintes aspectos:

- Manutenção de matéria orgânica
- Rotação das culturas
- Fornecimentos de nutrientes
- Calagem

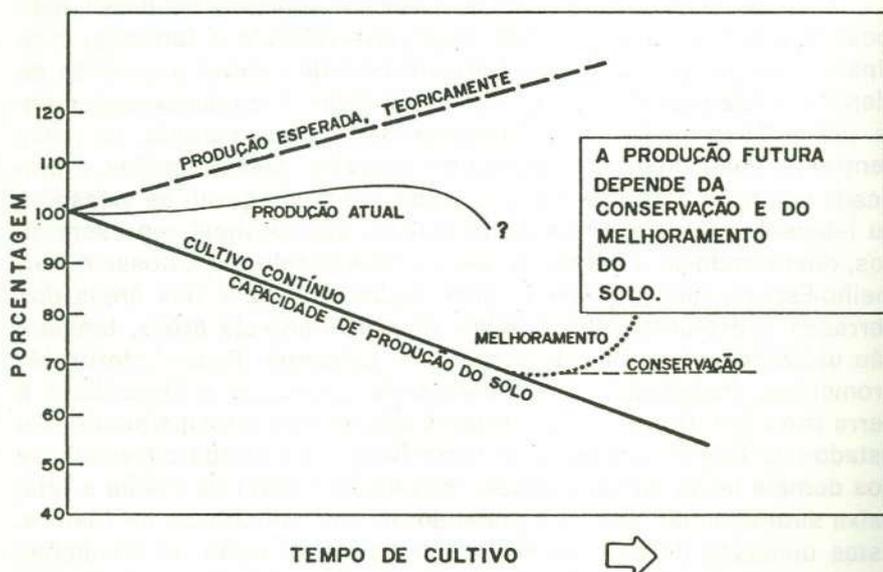


FIGURA 1 — Produtividade do solo em relação ao tempo de cultivo (modificado de Ohio State Agr. Ext. Serv. Bull. 175, 1936).

### 2.1. Manutenção de Matéria Orgânica

Antes de discutir a manutenção de matéria orgânica do solo é importante resumir a influência da matéria orgânica nas proprieda-

des do solo. As influências mais evidentes podem ser delineadas como:

- Melhorar as propriedades físicas que auxiliam a granulação e reduzem a plasticidade e a coesão;
- Aumentar a capacidade de adsorção de cátions;
- Aumentar a disponibilidade de nutrientes;
- Fornecer energia para a atividade dos microorganismos do solo;
- Reduzir a erosão.
- Estabilizar a temperatura do solo, através de matéria orgânica, melhorando as condições ambientes para as raízes das plantas;
- Aumentar a capacidade de retenção de água, o que tem acentuada importância nas regiões dos cerrados, onde existe problema de veranicos, para a cultura de arroz de sequeiro.

### 2.1.1. Fontes de Suprimento

A capacidade intrínseca de produção agrícola dos solos está íntima e diretamente relacionada com os seus teores de matéria orgânica e de nitrogênio. Por outro lado, é difícil manter um nível satisfatório destes dois componentes na maioria dos solos cultivados. Assim, os métodos de adição e de manutenção de matéria orgânica devem ser considerados com antecipação em todos os programas de manejo dos solos cultivados. A matéria orgânica pode ser adicionada aos solos cultivados de diversos modos como:

- Adubação verde e
- Restos de cultura.

#### 2.1.1.1. Adubação Verde

A adubação verde é a prática de incorporar no solo o tecido vegetal não decomposto, visando a manter ou aumentar a fertilidade do solo. Os principais benefícios decorrentes desta prática nos cerrados são o suprimento de matéria orgânica, a fixação de nitrogênio do ar, a ativação biológica e a conservação e a disponibilidade de nutrientes (PEREIRA & KAGE, 1979).

Na escolha da cultura ideal para a adubação verde devem ser levados em consideração três critérios: 1) crescimento rápido; 2) farta produção de massa verde que permita rápida decomposição; e 3) boa capacidade de crescimento em solos pobres. Não existe muito trabalho com relação a culturas para adubação verde do cerrado, mas alguns trabalhos no CNPAF (KLUTHCOUSKI, 1980; CASTRO & GUIMARÃES, 1982) e de acordo com PEREIRA & KAGE (1979), as culturas

indicadas, como as apropriadas, são: Guandu (*Cajanus cajan* L.), Leucena (*Leucaena leucocephala*), Mucuna Preta (*Stylobium atterimum*), (*Crotalaria juncea* L.), Feijão de Porco (*Canavalia ensiformis*) e Lab-lab (*Dolichos lab-lab*).

### 2.1.1.2. Incorporação de Restos de Cultura

Os cultivos anuais usados nos cerrados, normalmente, são arroz, soja, milho, feijão, algodão, sorgo e amendoim. A incorporação dos restos destas culturas, sem dúvida, traz benefício ao solo. A análise química da planta de arroz mostrou que 80% de potássio, cálcio e sílica; 50% de magnésio e 25% de nitrogênio, fósforo e enxofre absorvidos pela planta ficam na palha (CHANG, 1979).

A Tabela 1, feita com dados em diversas fontes (MALAVOLTA, 1976; FURLANI et al. 1977; BATAGLIA et al. 1977), fornece informações a respeito do conteúdo mineral de algumas culturas.

TABELA 1 — Quantidade de macro e micronutrientes contidos em uma tonelada de restos de diversas culturas.

Cultura	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
Arroz (palha+casca)	21	4,9	46	11	2,5	4	34	30	604	256	0,7	119
Milho (restos)	6	0,7	14	2,5	2,9	0,8	12	8	180	25	0,3	12
Trigo (palha)	10	1,3	16	2,5	1,0	1,8	40	3	100	600	—	16
Feijão (ramos)	32	2,5	30	25	7,0	7,0	—	—	—	—	—	—
Soja (ramos)	8	0,8	6	7	3	0,6	55	14	133	63	0,1	7
Café (casca)	18,0	1,3	37,0	4,2	1,2	1,6	34	17	153	28	0,07	70

FONTE: Malavolta, 1981.

### 2.2. Rotação de Culturas

O cultivo de uma mesma área, por muitos anos, com a mesma cultura resulta em queda da produtividade. Isto ocorre por alterar características físicas e químicas do solo e condicionar melhores ambientes para a multiplicação de pragas e doenças.

A importância de rotação de culturas e inclusão de plantas leguminosas nesta sucessão de culturas foi demonstrada por diversas razões:

- Incluir leguminosas no sistema agrícola deixa no solo resíduos e nitrogênio que podem ser aproveitados pelas culturas subsequentes.
- Melhorar as condições físicas do solo;
- Diminuir os riscos de erosão ocasionada principalmente pelas intensas precipitações pluviométricas;
- Melhor aproveitamento de nutrientes do subsolo devido a diferente sistema radicular das culturas;
- Ambiente não favorável para multiplicação de pragas e doenças.

### 2.3. Fornecimento de Nutrientes

Os solos agrícolas raramente suprem as necessidades nutricionais da cultura durante todo o ciclo. Por isso, a reposição de nutrientes é uma condição básica para manter a fertilidade do solo. A necessidade de fornecimento de nutrientes para a cultura aumenta ainda mais no sistema mais intensivo em comparação ao menos intensivo (Fig. 2). Por essa razão e em virtude do notável efeito que exercem no aumento da produtividade dos solos, os fertilizantes e corretivos são insumos indispensáveis na agricultura moderna.

Portanto, neste item serão discutidas as recomendações de adubação N, P, K, Zn e calagem, que são os principais nutrientes limitantes em regiões onde se cultiva arroz de sequeiro.

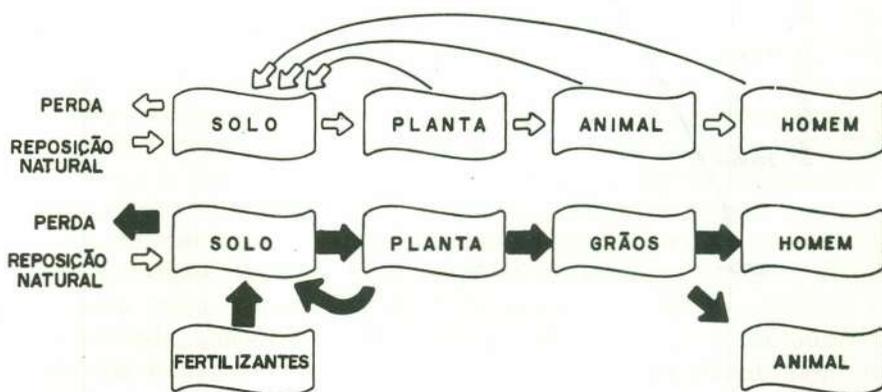


FIGURA 2 — Balanço nutricional agrícola menos intensivo (acima) e mais intensivo (abaixo).

### 2.3.1. Nitrogênio

A única alternativa para fazer recomendação de adubação de N é determinar a curva de resposta em relação a várias dosagens de N, conforme mostra a Figura 3. Esta curva foi desenvolvida com base em dados de vários ensaios de adubação de arroz de sequeiro, executados no Sul de Goiás pelo programa FAO/ANDA/ABCAR, do Ministério da Agricultura, e pela Secretaria da Agricultura, nos anos agrícolas de 1967/68 a 1972/73. Os ensaios foram executados em vários locais dentro da região. A Figura 3 indica que a dosagem máxima de N está entre 40 e 50 kg/ha. Também foi calculada a economicidade do uso de N destes ensaios e encontrados doses de 35 kg de N/ha. É importante salientar que foi plantada a cultivar IAC 1246.

Em um experimento conduzido por FAGERIA & WILCOX (1977), em casa de vegetação, no CNPAF, a melhor dose de N para o crescimento do arroz (cultivar IAC 1246) foi de 25 ppm (50 kg de N/ha), em termos de peso de matéria fresca e seca da parte aérea.

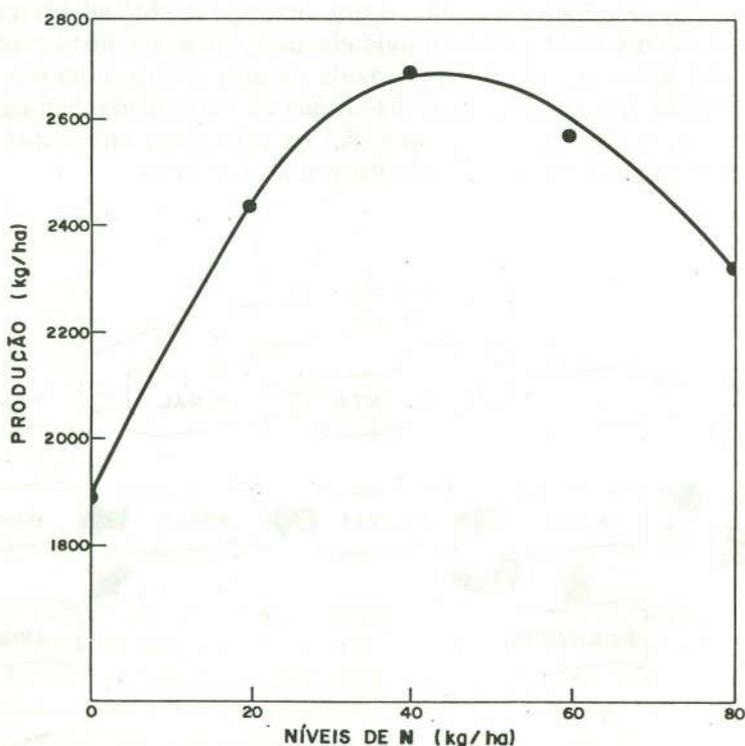


FIGURA 3 — Efeito da adubação nitrogenada na produção de arroz de sequeiro no sul de Goiás (adaptada de Kussow et al., 1976).

### 2.3.2. Fósforo

As plantas absorvem fósforo da solução do solo. Portanto, o único fósforo disponível imediatamente é o fósforo em solução. Em solos de cerrado, onde se cultiva arroz de sequeiro, o fósforo na solução é muito baixo e, por isso, é preciso fazer adubação fosfatada pesada, para aumentar o nível de P disponível. Para aumentar o P disponível na solução destes solos, vários fatores devem ser levados em consideração:

- Adubação de Correção e Manutenção
- Época de Aplicação
- Modo de Aplicação
- Cultivares
- Eficiência relativa do Fertilizante
- Ocorrência de "Veranico"

#### 2.3.2.1. Adubação de Correção e Manutenção

A adubação de correção é a quantidade de fertilizante aplicada, que visa a elevar a fertilidade do solo a um nível pré-estabelecido. A correção pode ser feita através de dois processos:

Correção imediata — consiste na aplicação de fosfato em dose elevada, numa única operação, a lanço com a posterior incorporação no solo. A adubação a lanço é a maneira ideal, quando é necessária grande quantidade de fertilizantes para correção de deficiência severa do elemento ou quando se deseja completar o nível do elemento no solo. O fósforo, salvo a parte absorvida pela planta ou perdida por erosão e lixiviação, permanece no solo na forma indisponível, pelo processo de fixação. A adubação fosfatada tem efeito residual prolongado, devendo, portanto, ser considerada como investimento. Após a correção, deve ser feita, anualmente, uma adubação no sulco de plantio, para manutenção da fertilidade. A correção imediata é mais indicada, quando há disponibilidade de capital, pois são obtidas produções elevadas a partir do primeiro ano. Geralmente, em regiões de cerrado, as adubações são realizadas na cultura de arroz por um período de dois anos, sendo que, posteriormente, a área é transformada em pastagem ou utilizada com outras culturas como a soja, milho ou algodão.

Correção gradativa — é feita anualmente, com a aplicação de

fósforo no sulco de plantio, de modo que o excesso de fósforo se acumule através dos anos, fazendo-se, assim, a correção da fertilidade natural.

É possível obter, com a adubação em sulco, um rápido crescimento das plantas. O crescimento inicial rápido é importante por que reduz à competição com ervas daninhas; promovendo, ainda, uma maior área foliar para a fotossíntese. Os resultados têm sido melhores, quando se aplica maior quantidade de fertilizante a lanço, misturado ao solo, e pequena quantidade de fósforo solúvel no sulco.

O arroz responde melhor quando o fertilizante é aplicado em sulco, nos solos com baixo teor de fósforo e alta capacidade de fixação; mas, em solos com teor médio ou alto de fósforo, a aplicação a lanço ou em sulco é igualmente efetiva. Grande quantidade de P aplicada junto com a semente, no sulco, pode prejudicar as plântulas. A quantidade de 50 kg/ha de  $P_2O_5$  pode ser aplicada 5 cm abaixo da semente, sem prejuízo para as plântulas; mas, se a quantidade for maior, o melhor modo de aplicação é 5 cm abaixo e 5 cm ao lado da semente (FAGERIA & BARBOSA FILHO, 1980).

Adubação de manutenção é a quantidade de fertilizante aplicada, visando a manter o nível de fertilidade do solo, restituindo o que a colheita extrai e tendo em conta o coeficiente de aproveitamento dos elementos. Nesta prática, recomenda-se a utilização de fertilizantes fosfatados solúveis, pois a sua pronta disponibilidade é importante para o perfilhamento e o desenvolvimento das raízes nos estádios iniciais de crescimento da planta.

#### a) Adubação de Correção

O Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAF) recomenda, para solos de cerrado, a adubação corretiva, baseada na análise do solo, como apresentada na Tabela 2. Esta adubação corretiva tem por objetivo elevar o teor de fósforo no solo à 9 ppm, acima do qual o arroz de sequeiro não apresentou resposta à adição de fertilizante fosfatado (KUSSOV et al., 1976). No entanto, para manter a fertilidade do solo, recomenda-se a aplicação de 60 kg/ha de  $P_2O_5$ , por ocasião da semeadura.

#### b) Adubação de Manutenção

Para estabelecer níveis de adubação de manutenção são necessários resultados experimentais de curvas de respostas para cada

TABELA 2 — Recomendações de adubação corretiva.

Análise do solo		Interpretação dos resultados da análise	Recomendações de adubação a lançar	
Fósforo (ppm)	Potássio (ppm)		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	K <sub>2</sub> O kg/ha
0 — 3,0	0 — 20	Baixo	250	120
3,1 — 6,0	21 — 40	Médio	150	85
6,1 — 9,0	41 — 60	Bom	120	50
> 9	> 60	Ótimo	60*	30*

FONTE: Após modificação — FAGERIA & BARBOSA FILHO, 1980; Comissão Estadual de Fertilidade do Solo, Goiás, 1977; KUSSOW et al. 1976.

(\*) : Com o objetivo de manter a fertilidade do solo; pode ser aplicado, em sulco, 5 cm abaixo e ao lado da semente, por ocasião da semeadura.

cultura. A curva de resposta define a relação entre as produtividades de uma cultura e a respectiva análise de solo. Para desenvolvimento da curva de calibração é necessário o uso de produtividades relativas e não de produtividades absolutas. Isto porque se leva em conta o fato de que cada lavoura tem características intrínsecas que lhes importam diferentes potenciais de produtividade (KUSSOW et al. 1976). Utilizando produtividades relativas, calculadas para os diferentes ensaios de arroz de sequeiro (21 ensaios em diferentes locais do Sul de Goiás), KUSSOW et al., (1976) elaboraram a curva de calibração de fósforo. Esta curva de calibração está apresentada na Figura 4. Com esta curva, pode-se verificar que, para conseguir a produtividade máxima de arroz de sequeiro, são necessários de 9,0 a 10 ppm de P no solo.

Com base nesta curva de calibração, foi definida a tabela de recomendações de fósforo para a cultura de arroz de sequeiro (Tabela 3). Os detalhes da metodologia empregada são discutidos por KUSSOW et al., (1976).

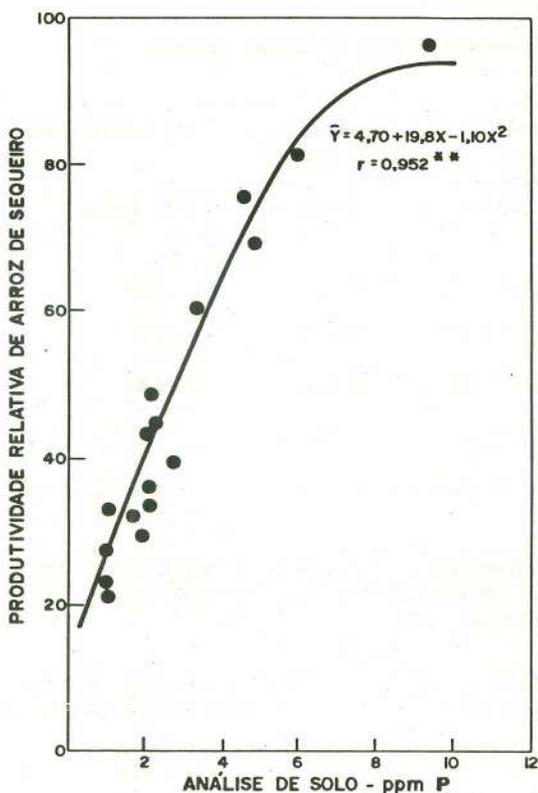


FIGURA 4 — Curva de calibração de fósforo em arroz de sequeiro, no sul de Goiás (adaptada de KUSSOW et al., 1976).

TABELA 3 — Recomendações de adubação de fósforo para arroz de sequeiro.

Análise de solo fósforo (ppm)	Interpretação	Recomendação P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , kg/ha *
0 — 3,1	Baixo	50
3,1 — 6,0	Médio	30
6,1 — 9,0	Bom	10
> 9	Ótimo	0

FONTE: KUSSOW et al., 1976.

(\*) : Valores aproximados.

### 2.3.2.2. Época de Aplicação

O fósforo, assim como o potássio, deve ser aplicado na época do plantio, enquanto que a aplicação do nitrogênio é função da sua deficiência no solo e do ciclo da cultivar. Considerado como um dos elementos mais importantes para a nutrição da planta, o fósforo, assim como o potássio, é mais exigido no estágio inicial do crescimento, visto que, quando a planta absorve cerca de 50% do fósforo necessário, ela atinge somente 20% do crescimento total. O nitrogênio, por outro lado, é essencialmente requerido no desenvolvimento vegetativo, até o aparecimento das inflorescências.

### 2.3.2.3. Modo de Aplicação

O modo de aplicação dos fertilizantes fosfatados é muito importante na eficiência de utilização pelas culturas. Os fertilizantes fosfatados devem ser aplicados de tal maneira que:

— As plantas usem o nutriente eficientemente: A eficiência de um fertilizante, isto é, sua habilidade de fornecer um nutriente à planta é controlada pela sua composição química e pelas propriedades do solo. Isso significa que o produtor pode reduzir os fatores do solo que interferem e modificam a capacidade dos fertilizantes fosfatados em fornecer nutrientes para as plantas. Ele deve usar fertilizante apropriado, de boa solubilidade e granulometria, aplicando-o na época em que a planta mais necessita. A quantidade deve ser satisfatória e em local que o sistema radicular explore eficientemente. Geralmente, a movimentação do fósforo é pequena; portanto, para sua rápida disponibilidade, os fertilizantes fosfatados devem ser aplicados onde a planta possa utilizá-los pelo alongamento da raiz.

— Não ocorram danos nas plantas, em decorrência de seu uso: A localização correta dos fertilizantes comerciais é tão importante, quanto a própria aplicação da quantidade adequada para proporcionar o máximo desenvolvimento da cultura. Pode-se caracterizar como localização correta a colocação do fertilizante no solo, de modo que não haja danos à semente e à plântula e, ainda, que a planta possa absorver os nutrientes no momento adequado, sem haver empicilho no seu desenvolvimento. A adubação em excesso pode prejudicar a semente no processo de germinação e no desenvolvimento das raízes, com reflexos em toda a planta pelo aumento da pressão osmótica, causando má absorção de água, e pelo efeito direto na concentração de sais.

— A operação seja fácil, rápida e econômica:

Neste aspecto, são considerados dois pontos importantes:

- a) Cultura de pequenas áreas: — Nesta situação, a maioria das operações é feita manualmente, embora algumas vezes seja utilizada complementação com equipamentos a tração animal. A redução do tempo operacional pode ser atingida usando distribuidoras tipo matraca, em que a semente e o fertilizante são aplicados em covas. Plantadeiras-adubadeiras de tração animal plantam e adubam em linha, controlando a uniformidade de aplicação, com redução de mão-de-obra.
- b) Culturas de grandes áreas: — A utilização de máquinas apropriadas, de tração mecânica, muitas vezes, com diversas operações combinadas, no preparo do solo, semeadura e adubação, possibilitam, ainda, maior eficiência na utilização da mão-de-obra, resultando em melhores resultados econômicos.

#### 2.3.2.4. Cultivares

Os resultados obtidos no CNPAF mostram que os cultivares de arroz diferem em respostas a condições de estresse de fósforo, e algumas têm excelente tolerância a baixo nível deste nutriente (FAGÉRIA & BARBOSA, 1981).

#### 2.3.2.5. Eficiência Relativa dos Fertilizantes Fosfatados

Tendo em vista que os nutrientes absorvidos pelas plantas são provenientes da solução do solo, a fração de fósforo que se solubiliza em água está mais prontamente disponível para as plantas do que as formas que não se solubilizam.

A terminologia usada para distinguir os tipos de fósforo nos fertilizantes são:

- a) Disponível;
- b) Solúvel em água;
- c) Solúvel em citrato;
- d) Insolúvel em citrato e
- e) Total.

A fração de fósforo que se dissolve prontamente em solução 1 N de citrato de amônio é designado como disponível ou fração solúvel em citrato. A porção de fósforo que é solúvel, tanto em citrato de amônio como em água, é denominada de fração solúvel em água. O fósforo total inclui tanto o fósforo disponível (solúvel em citrato) como a fração insolúvel em citrato.

Nos solos ácidos, que representam a maioria dos solos do Brasil, o fósforo solúvel em água transforma-se em fosfato de ferro e fosfato de alumínio, que se tornam não disponíveis para a planta. Assim sendo, o fertilizante fosfatado, que contém a maior parte de seu ingrediente ativo na forma solúvel em água, pode ser mais rapidamente convertido para formas menos solúveis no solo.

O fosfato natural não deve ser usado isoladamente para nenhuma cultura de ciclo curto, tendo em vista o pequeno suprimento de fósforo que oferece para as plantas. Tal fertilizante deve ser usado somente em grandes quantidades e onde se pretende obter efeito prolongado.

#### 2.3.2.6. Ocorrência de "Veranico"

Na região central, o risco ocasionado pela ocorrência de períodos secos não permite que os produtores usem pesadas aplicações de fertilizantes para suprir as deficiências naturais do solo.

#### 2.3.3. Potássio

A quantidade de fertilizante depende, sobretudo, do rendimento esperado, da natureza, da fertilidade do solo e do manejo adotado pelo produtor.

KUSSOW et al., (1976) elaboraram uma curva de calibração de potássio, utilizando as produtividades relativas, calculadas para diferentes ensaios no Sul de Goiás (Figura 5). Na verdade, não é uma curva, mas duas linhas retas que se cruzam na análise de potássio, associada com a produtividade máxima de arroz de sequeiro, e que, como mostra a Figura 5, está em torno de 67 ppm de K. É interessante salientar o fato de que essa análise ótima de K é quase a mesma encontrada para muitas culturas no Estado do Rio Grande do Sul.

Para formular recomendações de potássio, na curva de calibração (Figura 5) estão estabelecidos 67 ppm, como nível ótimo. Assim, é conveniente que se estabeleçam as faixas de análises de K, de 0 a 20 ppm, de 21 a 40 ppm, de 41 a 60 ppm, com valores médios de 10, 30 e 50 ppm de K, respectivamente. Mas, para formular as recomendações de potássio, é necessário apenas subtrair esses valores médios do valor ótimo e multiplicar as diferenças pela quantidade de  $K_2O$ , equivalente a 1 ppm de K no solo. Sendo esta relação 1,7 kg de  $K_2O/ha$  para 1 ppm de K no solo, as recomendações de potássio podem ser calculadas de acordo com a Tabela 4.

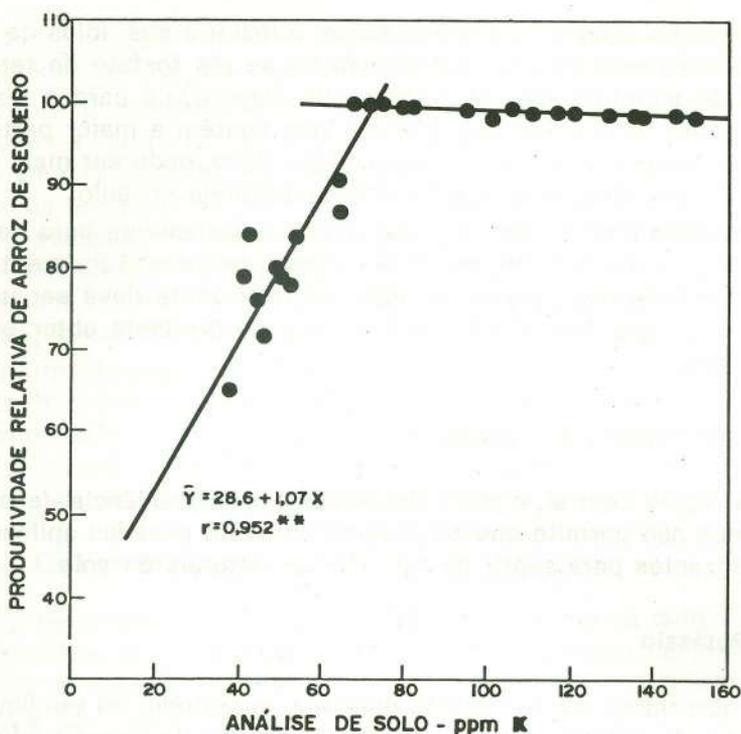


FIGURA 5 — Curva de calibração de potássio em arroz de sequeiro no Sul de Goiás (adaptada de KUSSOW et al., 1976).

TABELA 4 — Recomendações de adubação de potássio para arroz de sequeiro no Sul de Goiás.

Análise do solo ppm K	Interpretação	Recomendação kg (K <sub>2</sub> O/ha)
0 — 20	Baixo	95*
21 — 40	Médio	60*
41 — 60	Bom	30
> 60	Ótimo	0

Fonte: KUSSOW et al, (1976).

\* Aplicar de preferência à lanço e incorporar com arado (nota do autor).

O CPAC recomenda na adubação potássica corretiva, as doses de 100 e 50 kg/ha de  $K_2O$ , para solos com 0-25 ppm e 26-50 ppm de K, respectivamente (RITCHEY, 1982).

Mesmo para solos com teores acima de 60 ppm de K, o CNPAF recomenda que seja aplicado 30 kg/ha de  $K_2O$ , por ocasião da semeadura, para manter a fertilidade do solo.

#### **2.3.4. Zinco**

O baixo nível de zinco disponível nos solos de cerrado constitui um problema para o cultivo do arroz de sequeiro nas regiões do Triângulo Mineiro e do Centro-Oeste, reduzindo significativamente a produção.

A identificação e a correção de tal deficiência apresenta problemas, pois requerem um conhecimento básico dos resultados de pesquisas que, geralmente, não alcançam os técnicos da extensão.

O critério mais usado para detectar deficiência de zinco é a observação visual. Este método, entretanto, pode muitas vezes, conduzir o técnico a conclusões erradas; felizmente, as análises de plantas e de solo estão tornando-se atualmente, de uso mais comum. Porém, estes processos exigem cuidados especiais desde a amostragem até a interpretação dos resultados das análises e, finalmente, a correção da deficiência. Assim, neste item serão discutidos os fatores responsáveis pela ocorrência da deficiência de zinco e sua correção.

##### **2.3.4.1. Fatores que Afetam a Disponibilidade de Zinco**

A disponibilidade de zinco para as plantas é condicionada por vários fatores, entre os quais mencionam-se: pH do solo, adubação fosfatada, teor de matéria orgânica, quantidade e tipo de argila presente, calagem e desmatamento.

#### **a) pH do Solo**

O zinco é geralmente mais disponível para as plantas em solos ácidos do que em solos alcalinos. Entretanto, os solos ácidos, sob vegetação de cerrado, no Brasil Central, têm apresentado sérios problemas de deficiência de zinco, mais em consequência do baixo teor deste elemento no material de origem do que propriamente do pH do solo.

## **b) Adubação Fosfatada**

A deficiência de zinco pode aparecer nos solos que receberam pesadas aplicações (acima de 150 kg/ha de  $P_2O_5$ ) de adubos fosfatados.

O fenômeno interação entre zinco e fósforo é bastante conhecido. Embora o mecanismo desta interação não esteja bem definido, OLSEN (1972) explica quatro causas possíveis para o fenômeno: a) interação entre fósforo e zinco no solo; b) diminuição da taxa de translocação de zinco das raízes para a parte aérea das plantas; c) simples efeito de diluição da concentração de zinco na parte aérea, como resultado da resposta de crescimento das plantas ao fósforo; d) distúrbio metabólico nas células da planta, provocado pelo desbalanço entre fósforo e zinco ou pela interferência da concentração excessiva do fósforo na função metabólica do zinco.

## **c) Teor de Matéria Orgânica**

Deficiência de zinco tem sido observada em solos com alto teor de matéria orgânica, devido à ação quelatante que a matéria orgânica exerce sobre íons metálicos, como Fe, Cu, Mn e Zn, resultando em complexos organo-minerais, os quais "aprimonam" os íons, impedindo-os, por um período consideravelmente longo, de serem absorvidos pelas plantas. Entretanto, à medida que a decomposição da matéria orgânica evolui, os nutrientes são liberados, tornando-se assimilável pelas plantas.

## **d) Quantidade e Tipo de Argila**

Vários trabalhos têm sido feitos para estudar a fixação de fósforo, o que não tem acontecido com outros nutrientes.

Sabe-se que o zinco pode tornar-se não disponível para as plantas, pelo processo de fixação. Segundo SILVEIRA et al. (1975), a capacidade de fixação de zinco aumenta à medida que aumentam os teores de argila e que este processo não ocorre igualmente em todos os argilo-minerais.

## **e) Calagem**

É muito comum o aparecimento de deficiência de zinco, devido a aplicações de altas doses de calcário, mesmo em solos ácidos

do Brasil Central. Em trabalho realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (FAGERIA & ZIMMERMANN, 1979), verificou-se que aplicação de 4 t/ha, de calcário, diminui a produção e os componentes de produção.

A aplicação de 4 t/ha de calcário causou problemas de disponibilidade de zinco, observada pelos sintomas de deficiência; uma das razões desta deficiência pode estar relacionada com o aumento do pH do solo pela aplicação de calcário. Foi relatado por TRIERWEILER & LINDSAY (1969), que a solubilidade de zinco em água diminuiu 100 vezes quando o pH aumentou de uma unidade. Outra razão dessa deficiência pode ser a adsorção de zinco decorrente da aplicação de  $\text{CaCO}_3$  e  $\text{MgCO}_3$  solúveis, diminuindo portanto, a disponibilidade de zinco para a planta (YOSHIDA & TANAKA, 1969; KATYAL & PONNAMPERUMA, 1975). Sem aplicação de zinco, a produção e seus componentes diminuíram com a aplicação de 4 t/ha de calcário, nos solos da Fazenda Capivara e da Planaltina (FAGERIA & ZIMMERMANN, 1979).

#### f) Desmatamento

O desmatamento, prática muito comum na região de cerrado, geralmente implica na remoção da camada superficial do solo. O zinco acumula-se nas camadas superficiais do solo e, portanto, a remoção desta camada diminui a disponibilidade do elemento.

### 2.3.5. Correção da Deficiência de Zinco

A ocorrência de acentuada deficiência de zinco causa sérios distúrbios nutricionais. A correção da deficiência é relativamente fácil, podendo, para isto, aplicar o fertilizante no solo, na semente ou, no caso de lavoura já estabelecida, fazer pulverização foliar.

#### 2.3.5.1. Métodos e Níveis de Aplicação

a) **Aplicação no solo** — A aplicação de zinco no solo é o método mais comum e tem dado bons resultados. A fonte mais usada é o  $\text{ZnSO}_4$  comercial, com teor de zinco de aproximadamente 23%. Este pode ser aplicado tanto a lanço como no sulco de plantio juntamente com a formulação do adubo, na dose de 5 kg de Zn/ha. Entretanto, outras fontes podem ser usadas como ZnO e Zn-F.T.E.

(Fritas). Deve-se lembrar que o ZnO, apesar de possuir 78% de zinco, apresenta baixa solubilidade em água.

- b) **Tratamento de sementes** — Como método preventivo, podem-se tratar as sementes de arroz com uma solução de 1% de zinco. Neste caso, usa-se um sal de zinco solúvel, como  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$  — (23% Zn) ou  $ZnSO_4 \cdot H_2O$  (36%). As sementes são imersas na solução, por um período de 24 horas e, depois, colocadas para secar à sombra, por 2 — 3 dias. Porém, nos casos em que o produtor utiliza a cultura de arroz no processo de formação de pastagens, este método não é recomendável, pois o zinco é um elemento importante para a nutrição animal, devendo, ser aplicado no solo.
- c) **Aplicação foliar** — Este método possibilita o uso do elemento somente após o aparecimento dos sintomas de deficiência. São necessárias 1 ou 2 aplicações de uma solução de 0,5% de zinco, na forma de  $ZnSO_4$ , utilizando-se 400 litros de água por hectare.

#### 2.3.5.2. Efeito Residual

Há grande evidência na literatura de que a aplicação de Zn no solo pode suportar altas colheitas, por muitos anos, indicando que o zinco persiste no solo, dependendo da cultura, do solo e dos níveis aplicados (BROWN et al. 1964). Entretanto, no Brasil não existe informações neste sentido.

### 2.4. Calagem

Além de efeitos físicos, a aplicação de calcário traz várias transformações químicas no solo, que são significativas para o desenvolvimento das culturas, como: diminuição da concentração de íons  $H^+$ , solubilidade do alumínio, ferro e manganês e disponibilidade de potássio e zinco em solos de baixo teor destes nutrientes. Por outro lado, aumenta a disponibilidade do fósforo, cálcio, magnésio e molibdênio e a atividade dos microorganismos do solo.

#### 2.4.1. Considerações Sobre a Aplicação de Calcário

Os dois principais fatores a considerar na aplicação de calcário para cultura de arroz são a quantidade de calcário e o modo e época de aplicação.

#### **2.4.1.1. Quantidade de Calcário**

A quantidade de calcário a ser aplicada é função de vários fatores, como pH, textura e teor de matéria orgânica do solo, tipo e granulometria do corretivo, natureza da cultivar, além de aspectos econômicos da prática.

#### **2.4.1.2. Características do Solo**

O pH do solo dá idéia da percentagem de saturação de base do solo e das necessidades de calagem. A textura e a matéria orgânica são também importantes porque indicam a capacidade de adsorção do solo e o potencial de tamponamento. Naturalmente, quanto maior for a capacidade de tamponamento de um solo, maior será a calagem aplicada para a modificação específica do pH.

#### **2.4.1.3. Tipo e Granulometria do Calcário**

Existem três tipos de calcário que são comumente utilizados na agricultura. Eles são classificados, segundo os conteúdos de óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO) em calcítico, magnesiano e dolomítico.

Dois materiais corretivos, equivalentes quimicamente, podem reagir de forma diferente na correção de um solo ácido, em função do grau de peneira de suas partículas. Quanto mais fino o calcário, maior será a sua eficiência na neutralização da acidez.

#### **2.4.1.4. Cultivares**

Os resultados obtidos no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão, da EMBRAPA, mostram que as cultivares de arroz diferem em suas respostas a condições de estresse de alumínio, sendo que algumas têm excelente tolerância a alto nível de alumínio (FAGERIA, 1982).

#### **2.4.1.5. Aspectos Econômicos**

Para determinar a dose de calcário a ser aplicada, devem ser levados em consideração fatores econômicos, especialmente o valor do aumento da produção em relação ao custo do calcário.

### 2.4.2. Épocas e Modo de Aplicação

O calcário, devido à sua baixa solubilidade, deve ser aplicado de 2 a 3 meses antes do plantio da cultura.

A melhor maneira de aplicação é metade antes da aração e a outra metade após a aração, antes da gradagem. Após a gradagem, arar e gradear novamente. Caso não seja possível aplicar da maneira citada, recomenda-se distribuir todo o calcário antes da aração.

Devido à sua baixa solubilidade no solo, é necessário que o calcário seja aplicado finamente moído e uniformemente incorporado à camada arável para aumentar a área superficial de contato, favorecendo, desta forma, sua dissolução e ação neutralizante.

### 2.4.3. Recomendações de Calagem

Foram calculadas as doses de calcário com base no teor de Al e Ca + Mg trocáveis (OLMOS & CAMARGO, 1976; SOUZA et al. 1980; LOPEZ & COX, 1977; RAIJ, 1981). Quando o teor de  $\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}$  era menor que 2 meq/100 g, empregou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Dose de calcário (t/ha)} = (2 \times \text{Al}) + 2 - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$$

Para os solos com teor de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  igual ou maior que 2 meq/100 g, as doses de calcário foram calculadas como igual ao teor de Al multiplicando pelo fator 2.

## 3. Resumo

Arroz de sequeiro refere-se à cultura de arroz que, plantada em área não sistematizada, depende totalmente da precipitação natural para o suprimento de sua necessidade de água. O Brasil é o maior produtor de arroz de sequeiro do mundo. Aproximadamente 22% da área total do País é coberta por uma vegetação tropical, chamada cerrado. Aproximadamente 70% do arroz de sequeiro produzido no Brasil são provenientes das regiões centrais, predominantemente de cerrado.

O arroz de sequeiro, na região de cerrado, está exposto a uma série de fatores que não condizem com as condições de irrigado, como deficiência hídrica, condições climáticas secas e quentes, deficiência de N, P, K, Ca, Mg, Zn e toxidez de alumínio.

Portanto, neste trabalho, estão discutidos o manejo químico do solo para a cultura do arroz de sequeiro através de práticas de adubação verde, incorporação de restos culturais, rotação das culturas e fornecimento de nutrientes e prática de calagem.

#### 4. Literatura Citada

- ALCARDE, J.C. & PONCHI, C.O. A ação solubilizante das soluções de citrato de amônio e de ácido cítrico sobre fertilizantes fosfatados. *R. Bras. Cien. Solo*, 3:173-8, 1979.
- BARBOSA FILHO, M.P. & FAGERIA, N.K. *A ocorrência diagnose e correção da deficiência de zinco na cultura de arroz de sequeiro*. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1980. 18 p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular técnica, 4).
- BROWN, A.L.; KRANTZ, B.A. & MARTIN, P.E. The residual effect of zinc applied to soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.*, 28:236-8, 1964.
- CASTRO, T.A.P. & GUIMARÃES, C.M. *Guandu anão, uma nova opção para as regiões tropicais brasileiras*. Goiânia, EMBRAPA/CNPAP, 1982, 3 p. (EMBRAPA-CNPAP. Comunicado técnico, 11).
- CHANG, S.C. *The utilization and maintenance of the natural fertility of Paddy soils*. Taipai, Taiwan, Food and Fertilizer Tecnology Center, 1975. 25 p. (Food and Fertilizer Tecnology Center, Extension Bulletin, 61).
- FAGERIA, N.K. Tolerância diferencial de cultivares de arroz e alumínio em solução nutritiva. *Pesq. Agropec. Bras.*, 17(1):1-9, 1982.
- & BARBOSA FILHO, M.P. Avaliação de cultivares de arroz para maior eficiência na absorção de fósforo. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, 16(6):777-82, 1981.
- & WILCOX, G.E. Influência de nitrogênio e fósforo do arroz. *Lavoura Arrozeira*, 30(301):24-8, 1977.
- & ZIMMERMANN, F.J.P. Interação entre fósforo, zinco e cálcio em arroz de sequeiro. *Rev. Bras. Cienc. Solo.*, 3:88-92, 1979.
- KATYAL, J.C. & PONNAMPERUMA, F.N. Zinc deficiency a widespread nutritional disorder of rice in angusan del Norte. *Philip Agric. J.* 58:79-89, 1975.
- KLUTHCOUSKI, J. *Leucena: alternativa para a pequena e média agricultura*. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1980. 12 p. (EMBRAPA-CNPAP. Circular técnica, 6).
- KUSSOW, W.R.; CORUM, K. R. & DALL'ACQUA, F.M. *Interpretação agro-econômica de ensaio de adubação*. Goiânia, EMBRAPA-CNPAP, 1976. 49 p. (EMBRAPA-CNPAP. Boletim técnico, 4).
- MALAVOLTA, E. *Manual de química agrícola: adubos e adubação*. 3. ed. São Paulo, Ed. Agronômica Ceres, 1981. 596 p.
- OLSEN, S.R. Micronutrientes interactions. In: MORTVEDT, J.J.; CRIORDONO, P.M. & LINDSAY, W.L. etd. *Micronutrient in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, 1972. p. 243-64.
- PEREIRA, J. & KAGE, H. Manejo da matéria orgânica em solos de cerrado. Simpósio sobre o cerrado: uso e manejo. 5. Brasília, 1979. p. 579-591.

- RITCHEY, K.D., 1982. O potássio nos oxissolos e ultissolos dos trópicos úmidos. Boletim Técnico 7. Instituto da Potassa (EUA — Suíça), Piracicaba — SP, p. 36.
- SILVEIRA, R.I.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; MELLO, F.A.F.; ARZOLLA, S. & SARRUGE, J.R. Influência das frações granulométricas sobre a fixação de Zn pelo solo. In: An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz, Piracicaba, 32:277-84, 1975.
- SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; LOBATO, E. & KLIEMAN, H.J. Avaliação de métodos para determinar as necessidades de calcário em solos de cerrado de Goiás e do Distrito Federal. *R. Bras. Cienc. Solo.*, 4(3):144-8, 1980.
- TRIERWEILER, J.F. & LINDSAY, W.L. EDTA — Aluminum carbonate soil test for zinc. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 33:49-55, 1969.
- VAN RAIJ, B. Acidez e calagem. YAMADA, T., ed. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa e Fosfato (EUA) e Instituto Internacional da Potassa (Suíça), 1981. p. 75-93.
- YOSHIDA, S. & TANAKA, A. Zinc deficiency of the rice plant in calcareous soil. *Soil Sci. Plant. Nutr.*, 15:75-80, 1968.

**Palestras:** Fatores de Solo Afetando a Produtividade da Cultura do Arroz de Sequeiro: I — Fatores Físicos.

Dr. Paulo Cesar Corsini — FCAVJ/UNESP

Fatores de Solo Afetando a Produtividade da Cultura do Arroz de Sequeiro: II — Fatores Biológicos.

Dr. Wanderley José de Melo — FCAVJ/UNESP

Manejo Físico do Solo.

Dr. Paulo Afonso Claudino Pedroso — FCAVJ/UNESP

Manejo Químico do Solo.

Dr. Nand Kumar Fagéria — CNPAF/EMBRAPA

**Debatedores:** Dr. Eurípedes Malavolta — ESALQ/USP

Dr. Luiz M. M. de Freitas — Fazenda Marina  
Morro Agudo

Dra. Clementina L. F. Della Libera — FCAVJ/UNESP

## DEBATE

### Dr. Eurípedes Malavolta

O colega Corsini deu um enfoque bastante interessante quanto a relação água-planta na cultura do arroz de sequeiro. Assim, em lugar de se procurar fazer uma irrigação, se procuraria manter, armazenar o máximo de água natural no solo, água da chuva. A compactação superficial ou compactação sub-superficial que ocorre no solo teria um efeito exclusivo na economia da água ou poderia prejudicar a planta através de outros efeitos?

### Dr. Paulo Cesar Corsini

Eu acho que os efeitos são também na planta, principalmente no desenvolvimento radicular, mas o efeito mais pronunciado talvez

seja no problema da infiltração da água no solo. Em termos de armazenamento, em época de veranico, há diferença significativa em função de compactação ou não. Na verdade não é só o processo de infiltração que conta, a camada compactada deve impedir a infiltração e ao mesmo tempo favorecer a evaporação. O resultado desse balanço, que nós estamos medindo através do armazenamento, sem considerar a água percolada e considerando a água de superfície, é que vai nos dizer se estaria resolvendo ou não o problema da cultura em termos de disponibilidade de água. Em anos chuvosos, com excesso de chuva, realmente não determina modificações de armazenamento em qualquer tido de cultivo.

### **Dr. Eurípedes Malavolta**

Um outro comentário que eu faria a respeito do trabalho do colega Corsini é que ele deixou uma mensagem, acho muito importante, para a pesquisa. De um lado, para os melhoristas que deveriam se preocupar muito mais com a obtenção de cultivares com raízes mais profundas e de outro, uma linha que diz respeito à técnicas de manejo do solo que tendam a conservar mais essa água natural. Uma outra linha de pesquisa, ainda: provocar com as variedades disponíveis um aprofundamento maior de raízes. Isso pode ser feito, no meu entender, através de, principalmente, adubação fosfatada que, reconhecidamente, se colocada mais profunda estimula um desenvolvimento maior do sistema radicular. Ainda, a aplicação de gesso é capaz de estimular desenvolvimento mais profundo das raízes. Agora, com respeito à palestra do colega Wanderley, eu diria que considero válido o fato dele ter usado para arroz de sequeiro dados obtidos com outras culturas sob esses aspectos biológicos, uma vez que não há dados disponíveis com ela. E só para meu uso eu fiz aqui uma tabelinha enquanto o colega Wanderley estava falando, comparando o que se deve esperar, com respeito a macro e micronutrientes num solo inundado e num solo de sequeiro. Então com respeito a nitrogênio, isso foi a ênfase da palestra dele, num solo inundado tem-se predominantemente nitrogênio amoniacal, para ser absorvido, enquanto que num solo de sequeiro, aeróbico, tem-se  $\text{NO}_3$ . Com respeito à fósforo, isso é mais do que sabido que a condição de inundação aumenta a disponibilidade, então é de se esperar que num solo inundado haja maior disponibilidade de fósforo do que num solo de sequeiro. Com relação ao enxofre, que seria o macronutriente aniônico, aí, então, há uma diferença profunda, porque em solos anaeróbicos as condições favo-

recem as produções de sulfetos,  $S_2$ , enquanto que nos solos aeróbicos de sequeiro as condições favorecem a formação de sulfatos, aliás, demonstrou um dado interessante naquele experimento com sulfato de potássio, marcado com enxofre 35, em que havia um efeito detrimetal do tratamento com sulfato nas condições de irrigação, se não me engano e mais palha. Isso significa simplesmente uma produção exagerada de sulfeto. Provavelmente aquele solo não tinha ferro suficiente para se combinar com esse sulfeto produzido e formar sulfeto ferroso, que é insolúvel, o que elimina em grande parte ou totalmente a toxidez. Com respeito aos 3 macronutrientes catiônicos: potássio, cálcio e magnésio, num solo inundado, não deve haver, no meu entender, variação muito grande, na disponibilidade. O que deve ocorrer na verdade é um favorecimento da absorção de potássio, cálcio e magnésio, devido a existência de mais água o que favorece o fluxo de massa para as raízes. Com relação ao boro deve aparecer praticamente na mesma forma, em solo aeróbico e solo anaeróbico e, nos solos anaeróbicos, provavelmente haja mais perda devido a lavagem do ácido bórico. Cobre deverá ser problema mais freqüente em solo inundado do que em solo de sequeiro, porque num solo inundado fica favorecido a formação de cobre monovalente. Com ferro, o que vai acontecer com o ferro? Aparentemente deveria haver maior disponibilidade de ferro num solo inundado porque isso favorece a formação de  $Fe^{+2}$ , enquanto que num solo aeróbico fica favorecida a formação de  $Fe^{+3}$  e o  $Fe^{+3}$  do solo é menos solúvel, mas acontece que aí há o efeito do pH, que deve ser considerado também. Então, esse efeito do pH num solo que é mais baixo, num solo de arroz de sequeiro, deve neutralizar, deve ajudar a solubilizar o  $Fe^{+3}$ , e coisa parecida vai acontecer com o manganês. Com o molibdato não sei o que dizer. E com relação a zinco então, aí, eu acredito que a diferença principal não seja devido a condições de aerobiose ou anaerobiose, é simplesmente, como foi discutido ontem com o colega Fagéria, uma questão de teor de zinco total. Agora, considerando que o adubo nitrogenado que vai predominar no mercado brasileiro é a uréia, o que o colega Wanderley sugeriria para se aumentar a eficiência do aproveitamento da uréia no arroz de sequeiro, seja a aplicada na semeadura e/ou a aplicada em cobertura?

**Dr. Wanderley José de Melo**

Os dados de pesquisa com uréia são poucos. Evidentemente que ela depende de uma fase de hidrólise para liberação da amônia

e, depois, posteriormente, então da nitrificação para a liberação do nitrato. Eu acho que o parcelamento é fundamental e, a época de aplicação está correlacionada com outros parâmetros, principalmente com o teor de umidade.

#### **Dr. Eurípedes Malavolta**

Em um dos poucos trabalhos feitos no Brasil em que se estudou, em condições de campo, as perdas de nitrogênio ao se aplicar uréia em cobertura, se constatou uma perda da ordem de 25%. Então, no meu entender há uma necessidade muito grande de se fazer pesquisa usando-se inibidores de urease ou procurar uma prática de adubar com uréia e um cultivo, talvez revolvendo o solo de forma a cobrir a uréia e protegê-la, pelo menos em parte, da volatilização. Isso é importante porque, na verdade, as perdas de uréia podem chegar a 60% e nenhum agricultor vai desejar que isso ocorra.

#### **Dr. Wanderley José de Melo**

Ou talvez usar uréia só na fase inicial e depois em cobertura usar outra forma de nitrogênio.

#### **Dr. Eurípedes Malavolta**

Eu não sei. Claro, se se usar sulfato de amônio ou nitrato de amônio não haverá problema nenhum mas, na situação do País, com as dificuldades de importação e o volume de uréia que está sendo produzida, eu não sei, é bom estar prevenido para que quando chegar a hora o agricultor saiba o que fazer. Quanto ao trabalho do colega Pedroso, sobre manejo físico do solo, ele complementou muito bem a palestra do colega Corsini porque, através dos dados que ele apresentou foi possível verificar que há maneiras que permitem essa economia de água. Eu não tenho perguntas a fazer mas gostaria de destacar a parte final da palestra em que o colega Pedroso disse que "o que é bom para o solo pode não ser bom para o arroz e vice-versa". Isso é uma constatação muito importante e que mostra o interesse de pesquisas interdisciplinares no sentido de se procurar uma solução de compromisso, de modo que, aquilo que se oferece para o arroz não seja tão ruim assim para o solo e que aquilo que se faz para o solo não seja tão ruim assim para o arroz.

Quanto a palestra do colega Fagéria, quando ele falou sobre as maneiras pelas quais se deve procurar aumentar o teor de matéria orgânica, pelo menos conservar esse teor de matéria orgânica, ele falou sobre várias possibilidades mas me parece que ele lançou uma idéia que de certo modo não detalhou. Talvez o modo mais fácil, mais barato para se aumentar o teor de matéria orgânica do solo seja através da própria adubação mineral, porque os restos de cultura, além de serem fontes de nutrientes, são também de matéria orgânica. Eu acho que esse seria um aspecto também a considerar, o colega Fagéria tem algum comentário a fazer? Ainda ao se fazer a adubação corretiva com potássio a que porcentagem de saturação se deve procurar conseguir?

**Dr. Nand Kumar Fagéria**

Sinceramente até agora nós não temos dados concretos sobre qual saturação, mas estamos com um projeto de pesquisa só com potássio em arroz e esperamos proximamente ter algum resultado.

**Dra. Clementina L. F. Della Libera**

Eu perguntaria ao colega Paulo Pedroso porque é que ele julga ser o método convencional ainda o mais indicado para preparo do solo?

**Dr. Paulo Afonso Claudino Pedroso**

Eu disse que o método de preparo do solo convencional parece ser o melhor para a cultura do arroz, tendo em vista as exigências da própria cultura. Na fase de emergência e inicial de desenvolvimento esta cultura sofre muito a concorrência das ervas daninhas. É lógico que o plantio direto com a utilização de herbicidas poderia resolver em parte o problema. Realmente acredito que seria necessário alguma pesquisa para se poder entender melhor o assunto.

**Dr. Luiz M. M. de Freitas**

Eu gostaria de saber do Dr. Wanderley se está sendo feito em Jaboticabal algum trabalho na área de micorrizas visando uma melhor utilização de fosfatos naturais em comparação com o emprego de calagem e fosfatos industrializados?

**Dr. Wanderley José de Melo**

Eu particularmente não trabalho com micorrizas e tão pouco com fósforo. Nós temos alguns colegas do Departamento de Microbiologia que têm trabalhado com micorriza visando solubilização de fosfato natural, mas não tenho, de pronto dados para apresentar.

**Dr. Luiz M.M. de Freitas**

Eu perguntaria ao Dr. Fagéria a que ele atribui uma maior eficiência de algumas variedades de arroz, seria porque elas usam melhor o fósforo, portanto elas conseguem ter maior produção com níveis de fósforo mais baixo, com teores de fósforo mais baixos na planta ou elas têm maior capacidade de extração do fósforo do solo? Ainda, no caso do arroz usar melhor o fósforo, isso não poderia trazer um problema para quem come este arroz, com níveis mais baixos de fósforo, se não for suplementado de outra forma?

**Dr. Nand Kumar Fagéria**

As razões para que algumas cultivares sejam mais eficientes são: ou elas têm um sistema radicular mais rigoroso; ou talvez liberam no ambiente alguma substância que provoca abaixamento do pH e com isso aumenta a solubilidade de fosfatos; ou a planta utiliza melhor o fósforo, isto é, é mais eficiente para produção. Se as plantas têm mais eficiência na absorção, a longo prazo talvez traga algum problema de esgotamento do solo.

**Pergunta do Eng.º Agr.º Cláudio Consoni**

Calagem para plantio de arroz de sequeiro é uma prática economicamente viável se se considerarmos a relação benefício-custo?

**Dr. Nand Kumar Fagéria**

Eu acho que sim. Os nossos solos de cerrado têm 1,1 a 1,5 e.mg de cálcio mais magnésio, o que é muito baixo. Ainda esses solos têm alta saturação em alumínio. Embora o arroz seja mais resistente, mais tolerante a alumínio, ainda justifica aplicação de calcário, não podemos esquecer da importância da calagem para a fertilidade do solo.

### Pergunta do Dr. Godofredo Cesar Vitti

Ao se fazer adubação potássica, além do teor de potássio revelado pela análise do solo também não deveria ser levado em consideração os teores de cálcio e magnésio adicionados ao solo pela prática da calagem?

### Dr. Nand Kumar Fagéria

Como existe antagonismo entre cálcio, magnésio e potássio, ao se aumentar a disponibilidade de um nutriente diminuir-se-á a de outro. Então, por isso sempre que se aumentar a dose de potássio deve-se aumentar cálcio e magnésio (adição de calcário). Nós temos que levar em conta o balanço nutricional.