

# Doses e modos de aplicação de adubos fosfatado e potássico na cultura da soja

Eloi Erhard Scherer

A soja é a cultura anual de maior expressão econômica nas áreas de topografia menos acidentada da região Oeste Catarinense, onde predominam os latossolos. Estes solos, na sua grande maioria, apresentam acidez elevada e baixos teores de fósforo, dois fatores altamente limitantes da produção agrícola, principalmente em se tratando do cultivo de leguminosas.

Os fosfatos adicionados ao solo na forma de adubos solúveis passam rapidamente para a solução do solo e, devido à sua alta reatividade e forte tendência de adsorção no solo, a maior parte do elemento passa para a fase sólida. Com o passar do tempo forma compostos de baixa solubilidade, tornando-se menos solúvel, ou menos lábil (1 e 2). Isso tem importantes conseqüências práticas, pois resulta em diminuição gradativa da eficiência do fósforo aplicado ao solo em adubações, restringindo o crescimento das plantas.

Uma das maneiras de reduzir a fixação do fósforo no solo e aumentar a sua disponibilidade para as plantas é localizar o adubo fosfatado em um menor volume de solo (1 e 3). Nesta situação, o menor contato do adubo com o solo diminui a adsorção e aumenta a concentração de fósforo na solução do solo, favorecendo a absorção pelas raízes das plantas (3).

Por outro lado, para que ocorra maior absorção de fósforo, este deve estar em contato com maior volume de raízes (4), o que não ocorre quando da adição localizada do adubo em que apenas parte do sistema radicular entra em contato com o solo adubado.

O adubo potássico quando adicionado ao solo dissolve-se, passando rapi-

damente para a solução e daí para a forma trocável, que está em equilíbrio com o potássio da solução. Ao contrário do fósforo, o potássio não forma compostos estáveis no solo e a adsorção depende da capacidade de troca de cátions (CTC) do solo. Quanto maior a CTC, maior será a quantidade de potássio adsorvida, resultando em menores riscos de perda de potássio por lixiviação.

Dependendo do material de origem e do grau de intemperização do solo, parte do potássio adicionado na adubação pode ser adsorvido especificamente, principalmente nas argilas expansivas do tipo 2:1. Porém, como quase todos os latossolos normalmente não apresentam argilas desse tipo, a maior parte do potássio adicionado vai para a forma trocável, que, por sua vez, constitui a principal fonte para o atendimento das necessidades das plantas (2).

Por causa da menor reatividade e maior mobilidade do potássio no solo, o modo de aplicação do adubo assume uma importância menor do que no caso do fósforo. A aplicação de maiores quantidades de cloreto de potássio no sulco, devido a alta concentração salina e efeito do cloro, pode ser fitotóxica (5).

O presente trabalho engloba estudos com modos de utilização e localização dos adubos fosfatados e potássicos na cultura da soja.

## Metodologia utilizada

Os dados utilizados neste trabalho são provenientes de dois experimentos de longa duração, conduzidos por um período de doze anos em áreas adjacen-

tes, em Latossolo Húmico distrófico com as seguintes características: argila 70%, silte 28%, areia 2%, matéria orgânica 8,1%, necessidade de calcário 8,9t/ha, fósforo 1,6cmol/litro e potássio 125cmol/litro.

Os experimentos, um com adubação fosfatada e outro com adubação potássica, foram conduzidos com a cultura da soja, cultivar Bragg, em rotação com culturas de inverno para proteção do solo (aveia, azevém, xinxo) ou produção de grãos (trigo).

No experimento com fósforo foram aplicadas a lanço, no primeiro ano, cinco doses de  $P_2O_5$ : 0, 80, 160, 320 e 640kg/ha. No segundo ano, cada uma das cinco parcelas foi dividida em cinco subparcelas, que passaram a receber doses anuais de 0, 40, 80 e 120kg/ha de  $P_2O_5$ , a lanço, e 80kg/ha de  $P_2O_5$ , no sulco. O experimento com potássio recebeu, no primeiro ano, quatro doses de  $K_2O$ : 0, 80, 160 e 320kg/ha, constituindo as parcelas. No quinto ano, estas foram subdivididas em quatro subparcelas, recebendo, anualmente, a partir de então, as seguintes doses de  $K_2O$ : 0, 40 e 80kg/ha a lanço e 40kg/ha no sulco.

Como fontes de fósforo e de potássio foram utilizados o superfosfato triplo e o cloreto de potássio, ambos na forma granulada. Os adubos aplicados a lanço foram incorporados com enxada rotativa ou grade de discos antes da semeadura da soja, e aqueles aplicados no sulco foram incorporados manualmente.

Para o presente estudo foram utilizados os dados de produção de soja dos tratamentos que permitem uma avaliação comparativa dos modos de utilização e localização dos adubos: dose

## Adubação

única ou anual por cultivo, aplicação no sulco ou a lança.

### Resultados alcançados

A cultura da soja respondeu significativamente à adubação fosfatada, desde o primeiro ano de cultivo, e à adubação potássica a partir do quinto cultivo (Figuras 1, 2 e 3).

A produtividade máxima dos experimentos foi, em todos os cultivos, superior a 2.000kg/ha de grãos de soja, evidenciando que em nenhum dos doze cultivos os problemas climáticos chegaram a causar limitação severa na produção de grãos.

### Aplicação do adubo em dose única ou anualmente?

Na Figura 1 encontram-se representadas as produções médias totais de doze safras de soja, obtidas nos diferentes tratamentos com doses e modos de aplicação do adubo fosfatado. Verifica-se que nos primeiros anos há uma superioridade do tratamento com a maior dose inicial de fósforo (640kg/ha), porém, a partir do oitavo ano, os tratamentos com aplicação anual de 80kg de  $P_2O_5$ /ha passaram a acumular maiores rendimentos de soja.

Analisando-se os resultados alcançados até o oitavo ano, verifica-se que com a aplicação da mesma quantidade de fósforo (640kg de  $P_2O_5$ /ha), em dose única (somente no primeiro ano) ou parcelada (adição anual de 80kg de  $P_2O_5$ /ha por oito anos), obtiveram-se rendimentos semelhantes, 21,4 e 20,9t/ha de grãos, respectivamente. Da mesma forma, comparando-se o tratamento que recebeu uma aplicação inicial menor, 160kg/ha de  $P_2O_5$  no primeiro ano, e uma adubação de plantio maior, 80kg/ha/ano de  $P_2O_5$ , com aquele que recebeu uma adubação inicial maior, 320kg/ha de  $P_2O_5$  no primeiro ano, e uma adubação de plantio menor, 40kg/ha/ano de  $P_2O_5$ , num total de 480kg/ha de  $P_2O_5$  em cinco anos, verifica-se que as produções acumuladas também foram equivalentes. Isso mostra que a eficiência e o efeito residual simples e acumulativo da adubação fosfatada, aplicada nesse período,

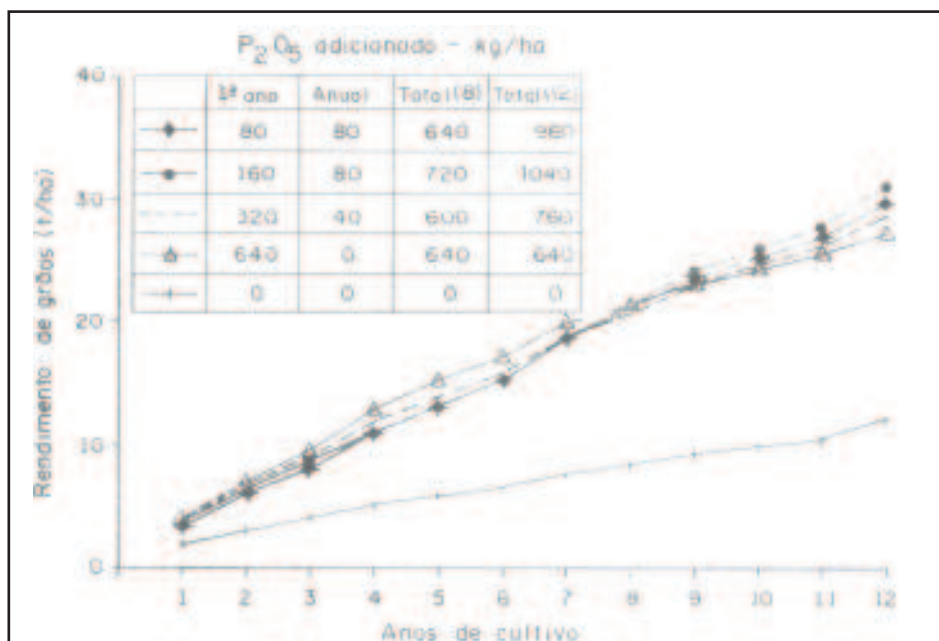


Figura 1 - Rendimento acumulado de grãos de soja em função de diferentes doses de adubo fosfatado aplicadas no primeiro ano e anualmente, durante oito ou doze anos. Epagri / CPPP, 1997

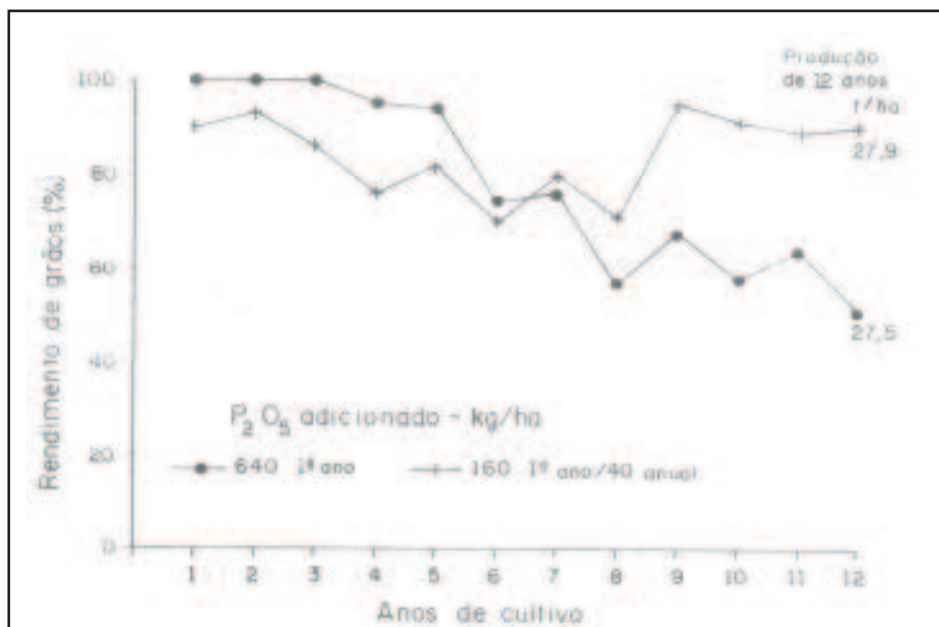
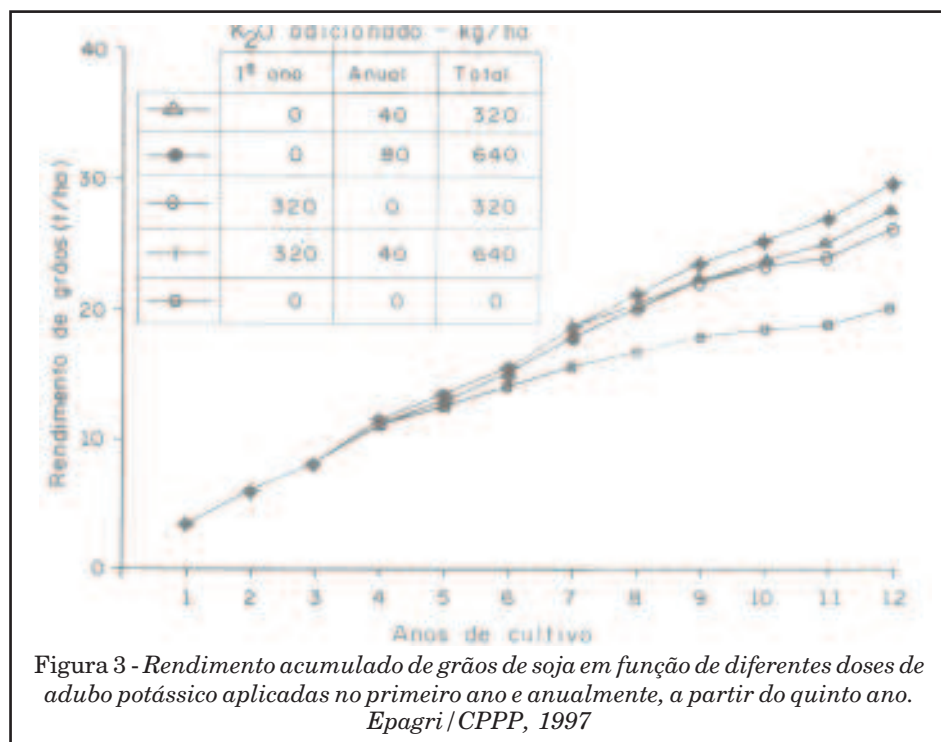


Figura 2 - Rendimento de grãos de soja em função da aplicação de 640kg/ha de  $P_2O_5$  no primeiro ano ou 160kg/ha de  $P_2O_5$  no primeiro ano e mais 40kg/ha de  $P_2O_5$  anualmente. Epagri / CPPP, 1997

independe do modo de aplicação do adubo - dose única ou doses anuais no plantio da soja.

A Figura 2 registra o rendimento de grãos de doze safras de soja, obtidos com a aplicação de 160kg/ha de  $P_2O_5$  no

## Adubação



primeiro ano, seguido de 40kg/ha de  $P_2O_5$  de manutenção em cada cultivo de soja em comparação à aplicação única de 640kg/ha de  $P_2O_5$  no primeiro cultivo. Verifica-se que nos cinco primeiros cultivos há uma superioridade na produção de grãos do tratamento com aplicação de 640kg/ha de  $P_2O_5$ ; a partir do sétimo ano, porém, a situação se inverte a favor do tratamento com aplicações anuais de 40kg/ha de  $P_2O_5$ . Pela tendência de produção observada nos últimos anos, pode-se prever que o efeito residual da adubação fosfatada deste tratamento deve ser superior ao do tratamento com aplicação única de 640kg/ha de  $P_2O_5$  no primeiro ano, efeito que certamente se estenderá por muito mais tempo.

Em função dos resultados obtidos e considerando-se as limitações de ordem econômica que os produtores normalmente enfrentam, a adoção da adubação anual por cultura parece ser a melhor alternativa, já que representa um menor desembolso inicial.

O que mais chamou a atenção foi o fato de a aplicação única de 640kg/ha de  $P_2O_5$  no primeiro ano proporcionar produções da mesma magnitude que o

tratamento com aplicação da mesma quantidade de adubo aplicada em oito parcelas anuais de 80kg/ha de  $P_2O_5$ . Além disso, houve a persistência do efeito residual até doze anos após a incorporação do adubo, chegando a produzir, mesmo após doze cultivos, ainda 51% da produção máxima e 118% (896kg de grãos) a mais do que a testemunha.

Para cada quilograma de  $P_2O_5$  aplicado no primeiro ano, foram obtidos, na soma de doze safras, 25kg de soja a mais. Um retorno altamente compensador quando se sabe que 3kg de soja normalmente são suficientes para pagar uma unidade de adubo. Disto conclui-se que a soja é uma planta bastante responsiva e eficiente no aproveitamento do fósforo adicionado pela adubação.

Na Figura 3 estão representadas as produções de grãos, de forma acumulativa, de doze safras de soja, obtidas nos diferentes tratamentos com doses e modos de aplicação do adubo potássico. Nota-se que nos primeiros quatro cultivos a soja não respondeu à aplicação de potássio, fato que se explica pela boa disponibilidade de potássio

(125cmol/litro) que o solo tinha no início da pesquisa, concordando com outros resultados obtidos em solos recém-cultivados (6 e 7). Porém, a partir do quinto ano e com maior intensidade nos anos subsequentes, a soja passou a produzir cada vez menos nas parcelas sem adubo potássico em relação às parcelas que receberam esse nutriente.

Analisando-se os resultados alcançados com a aplicação de 320kg de  $K_2O$ /ha em dose única, somente no primeiro ano, ou em oito parcelas de 40kg de  $K_2O$ /ha, aplicadas a partir do quinto ano e por oito anos consecutivos, verifica-se que, a aplicação do adubo potássico em dose única proporcionou, na soma de doze safras, uma produção de grãos menor (26,0t/ha) em relação à aplicação parcelada (27,6t/ha). Uma diferença de aproximadamente 1,5t/ha de grãos de soja a favor da aplicação parcelada do adubo.

Comparando-se os tratamentos que receberam ao longo de doze anos um total de 640kg/ha de  $K_2O$  - tratamento com aplicação de 320kg/ha de  $K_2O$  no primeiro ano e uma adubação anual de 40kg/ha/ano de  $K_2O$  a partir do quinto ano (29,6t/ha de grãos) - com aquele que não recebeu adubação potássica no primeiro ano, mas recebeu a partir do quinto ano 80kg/ha de  $K_2O$  uma adubação anual maior (29,4t/ha de grãos), verifica-se que as produções acumuladas em doze safras foram equivalentes.

É provável que com a aplicação de quantidades mais elevadas, em dose única, haja uma maior absorção de potássio pelas plantas, conhecida como consumo de luxo, acarretando uma maior exportação de potássio do sistema. A aplicação anual de potássio na semeadura da soja, ao contrário, é uma garantia de suprimento necessário para o bom desenvolvimento das plantas, de modo que a médio e longo prazo há um melhor aproveitamento do potássio adicionado, atingindo-se menores perdas e maiores produtividades nesse sistema de adubação, situação que reforça uma provável vantagem econômica de aplicações anuais de adubo na semeadura da soja, tanto do fosfatado como do potássico.



## Adução

### Modo de aplicaão do adubo - sulco ou lanço?

O modo de aplicaão do superfosfato triplo granulado, no sulco ou a lanço, não influenciou significativamente o rendimento de grãos de soja em nenhum dos cultivos (Figura 4).

Pelo menor contato do adubo fosfatado com o solo, era esperado um maior benefício do fósforo aplicado no sulco, como foi observado em outras pesquisas (1 e 3), já que com a localização do adubo solúvel há uma menor fixação do nutriente no solo. Porém, também quando da utilização da forma granulada verifica-se uma aplicaão localizada do fósforo no solo. A utilização da forma granulada, além de reduzir o contato do fosfato com o solo, forma sítios com maior concentração de fósforo no solo, principalmente ao redor dos grânulos. Além disso, a sua aplicaão a lanço com incorporação uniforme na camada arável permite atingir um maior volume do sistema radicular, outro fator relevante na absorção deste nutriente pelas plantas (4). Dados de literatura (3) mostram a necessidade de misturar o adubo com, no mínimo, metade do volume de solo para crescimento máximo da soja. A literatura cita ainda que a adubaão localizada no sulco é mais vantajosa quando se utilizam baixas doses de fósforo em solos deficientes (1 e 2).

O modo de aplicaão do cloreto de potássio no solo não influenciou significativamente a produão de grãos de soja em nenhum dos cultivos (Figura 5).

Quando da utilização de maiores quantidades de cloreto de potássio, a aplicaão localizada pode aumentar a concentração salina no sulco, nas proximidades da linha de semeadura, e causar fitotoxicidade às plantas (5). Nesse caso, a mistura do adubo em maior volume de solo é benéfica, pois dilui o efeito salino. No presente estudo, porém, não foram constatados sintomas visuais de fitotoxicidade pela aplicaão localizada do cloreto de potássio em nenhum dos anos de cultivo.

### Conclusões

Não se encontrou diferenças sig-

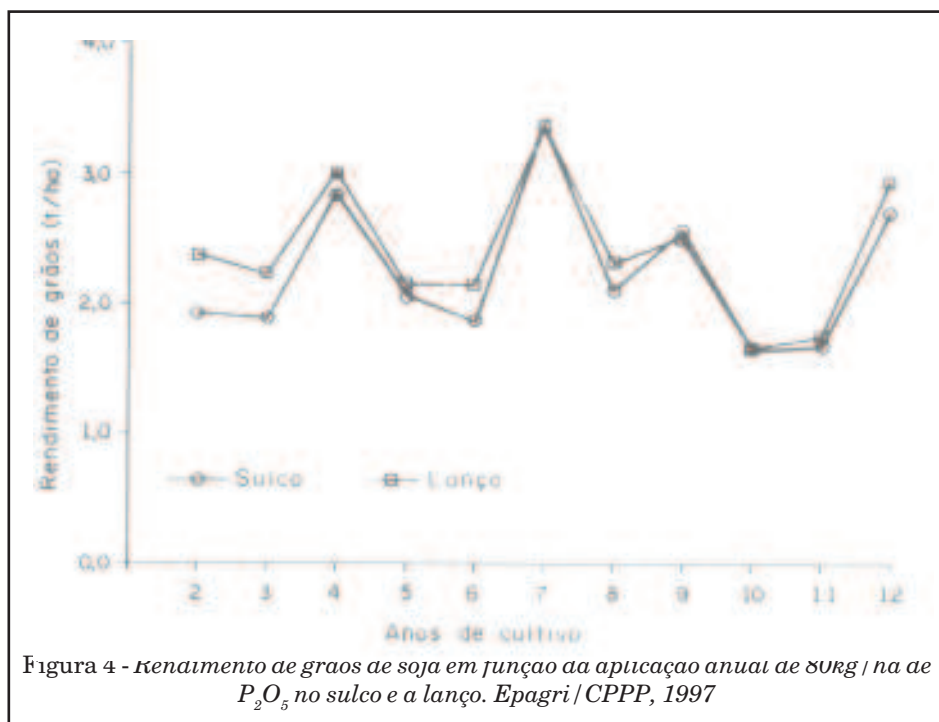


Figura 4 - Rendimento de grãos de soja em função da aplicação anual de 80kg/ha de  $P_2O_5$  no sulco e a lanço. Epagri / CPPP, 1997

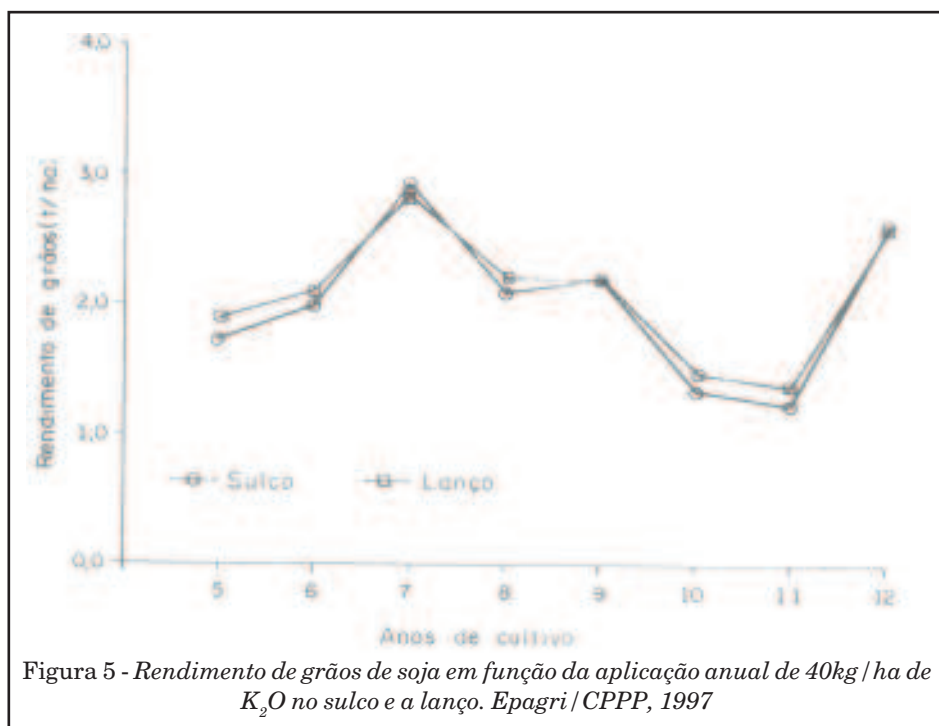


Figura 5 - Rendimento de grãos de soja em função da aplicação anual de 40kg/ha de  $K_2O$  no sulco e a lanço. Epagri / CPPP, 1997

nificativas na produão de grãos de soja entre a aplicaão do adubo fosfatado e potássio em dose única ou parcelada por cultivo.

O modo de aplicaão dos adubos

fosfatado e potássio, sulco e lanço, não influenciou significativamente o rendimento de grãos de soja.

Não houve a constataão de sintomas visuais de fitotoxicidade nas plan-

## Adubação

tas de soja por excesso de sais na aplicação localizada de cloreto de potássio.

Tanto a adubação fosfatada quanto a potássica apresentaram um grande efeito residual no solo; com uma única aplicação de 640kg/ha de  $P_2O_5$  e 320kg/ha de  $K_2O$ , foram encontrados aumentos na produção de grãos ao adubo remanescente por um período de doze anos e um retorno de 25 e 18kg/ha de grãos respectivamente para cada quilograma de  $P_2O_5$  e de  $K_2O$  aplicado.

Considerando-se as limitações de ordem econômica que o produtor normalmente enfrenta, a adoção do sistema com adubações anuais por cultura ou sistema de cultivo, independente do modo de aplicação do adubo, sulco ou lançamento, parece ser a melhor alternativa.

## Literatura citada

1. HANSON, R.G. Effect upon soybean cultivar Bragg when P is band-concentrated upon soil-available P. *Agronomy Journal*, Madison, v.71, p.267-271, 1978.
2. RAIJ, B. van. *Fertilidade do solo e adubação*. Piracicaba, SP. Potafós/São Paulo: Ceres, 1991. 343p.
3. BORKERT, C.M.; BARBER, S.A. Predicted the most efficient phosphorus placement for soybeans. *Soil Science Society of American Journal*, Madison, v.49, p.901-904, 1985.
4. JUNGK, A.; BARBER, S. A. Phosphorus uptake rate of corn roots as related to the portion of the roots exposed to phosphate. *Agronomy Journal*, Madison, v.66, p.554-557, 1974.
5. MASCARENHAS, H.A.A.; MIRANDA, M.A.C. de; LELIS, L.G.L.; BULISANI, E.A.; BRAGA, N.R.; PEREIRA, J.C.V.N.A. *Haste verdena retenção foliar em soja por deficiência de potássio*. Campinas, SP: IAC, 1987. 15p. (IAC. Boletim Técnico, 119).
6. BEN, J.R. Resultados de pesquisa com potássio em soja no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 9., 1981, Passo Fundo, RS, *Resumos*. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPQ, 1981. P.174.
7. VOLL, E.; BAYS, S.A. Correção e adubação do solo para a cultura da soja em Latosol Roxo distrófico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.11, p.93-99, 1976.

**Eloi Erhard Scherer**, eng. agr., Ph.D., Cart. Prof. 9.622-D, Crea-SC, Epagri/Centro de Pesquisa para Pequenas Propriedades - CPPP, C.P. 791, Fone (049) 723-4877, Fax (049) 723-0600, 89801-970 Chapecó, SC. □

**Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: Cebola.** Boletim Técnico nº 96. 115p.



O trabalho tem por objetivo construir uma visão integrada da produção até o consumidor final e identificar as oportunidades e ameaças do mercado, bem como os principais pontos de estrangulamento da cadeia produtiva da cultura da cebola. Foi elaborado pelos engenheiros agrônomos João Favorito Debarba, Lucio Francisco Thomazelli, Carlos Luiz Gandin e Edson Silva, da Epagri.

**Cadeias produtivas do Estado de Santa Catarina: Aqüicultura e pesca.** Boletim Técnico nº 97. 62p.

Os autores deste trabalho, Sérgio Winckler da Costa, Astor Grumann, Francisco Manoel de Oliveira Neto e Mauro Roczanski, apresentam a cadeia produtiva de aqüicultura e pesca composta por três subcadeias ou subsistemas, que são: maricultura, piscicultura de águas interiores e pesca marítima.

**Normas técnicas para a cultura do gengibre - Litoral Catarinense e Litoral Paranaense.** Sistemas de Produção nº 30. 26p.

Técnicos da Epagri, da Emater/PR e do Instituto Agrônomo do Paraná - Iapar elaboraram esta publicação que reúne as tecnologias adotadas e recomendadas para o cultivo de gengibre no Litoral Paranaense e Catarinense.

**Normas técnicas do cultivo do vime.** Sistemas de Produção nº 31. 20p.



A cultura do vime representa atualmente uma das principais fontes de renda para as pequenas propriedades do Planalto Sul, em Santa Catarina. Esta publicação reúne as principais práticas agrícolas utilizadas na cultura do vime nesta região e foi elaborada por

técnicos da Epagri, da Prefeitura Municipal de Rio Rufino e de produtores.

**Recomendação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 1998/99.** Boletim Técnico nº 98. 158p.



Mais uma edição anual deste boletim, cuja finalidade é manter técnicos e agricultores permanentemente orientados e atualizados quanto à escolha das cultivares mais adaptadas e produtivas nas diversas regiões agroclimáticas de Santa Catarina.