

FLA 2018, SÃO PAULO, SP, JAN 22-24

# COMO OTIMIZAR O USO DO FÓSFORO NA AGRICULTURA

Dr. Luís Ignácio Prochnow  
Diretor do Programa IPNI Brasil



APATITA



RESPOSTA AO P



# IPNI: INFORMAÇÕES GERAIS E MISSÃO

- ✓ O “International Plant Nutrition Institute” (IPNI) é uma organização sem fins lucrativos dedicada a desenvolver e promover informações científicas sobre o manejo responsável dos nutrientes das plantas – N, P, K, nutrientes secundários, e micronutrientes – para o benefício da família humana.

# IPNI

# MEMBROS

# MEMBROS:

- ✓ Produtores
- ✓ Associados
- ✓ Afiliados

**bhpbilliton**  
BHP Billiton

**CF**  
CF Industries Holdings, Inc.

**IRM**  
International Raw Materials LTD

**Kingenta**  
金正大国际  
Kingenta Ecological Engineering Group Co., Ltd.

**K+S**  
K+S KALI GmbH

**Mosaic**  
The Mosaic Company

**Nutrien**  
Nutrien

**OCP**  
OCP S.A.

**PHOSAGRO**  
PhosAgro

**Shell Sulphur Solutions**

**Simplot**  
Simplot

**Sinofert Holdings Limited**

**YARA**  
Yara International ASA

# AFILIADOS

**afa**  
Arab Fertilizer Association  
Arab Fertilizer Association (AFA)

**ANDA**  
Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA)

**FAI**  
Fertiliser Association of India (FAI)

**FERTILIZER CANADA**  
Fertilizer Canada

**PHOSAGRO**  
PhosAgro

**Shell Sulphur Solutions**

**Simplot**  
Simplot

**Sinofert Holdings Limited**

**YARA**  
Yara International ASA

**TFI**  
The Fertilizer Institute (TFI)

**fertilizers europe**  
Fertilizers Europe

**ifa**  
INTERNATIONAL FERTILIZER ASSOCIATION  
International Fertilizer Association (IFA)

**IPI**  
International Potash Institute (IPI)

**TSI**  
THE SULPHUR INSTITUTE  
The Sulphur Institute (TSI)

## Brasil

- ▶ [Regional Home](#)
- ▶ [About IPNI](#)
- ▶ [Publications](#)
- ▶ [Tools](#)
- ▶ [Information and Educational Materials](#)
- ▶ [Events](#)
- ▶ [Awards](#)
- ▶ [4R Nutrient Stewardship Portal](#)
- ▶ [Research database](#)
- ▶ [Statistics](#)

### Upcoming Events

30 May 2017 - 01 Jun 2017  
XV Simpósio da Cultura do Milho  
Piracicaba, SP, Brasil  
<http://fealq.org.br/infor...>

07 Jun 2017 - 09 Jun 2017  
IV SAMPÁ - Simpósio de Adubação e  
Manejo de Pastagens e IV  
SAMPAPASTO - Simpósio de  
Produção Animal a Pasto  
Dracena, SP, Brasil  
<http://www.dracena.unesp...>

## Simpósio IPNI Brasil



AGRICULTURA DE PRECISÃO  
COMO FERRAMENTA  
PARA BOAS PRÁTICAS  
PARA USO EFICIENTE  
DE FERTILIZANTES

4 a 6/OUTUBRO/2017

Goiânia - GO

05 May 2017

## Simpósio IPNI Brasil sobre Agricultura de Precisão como Ferramenta para Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes

O evento acontecerá em Goiânia, GO, no período de 4 a 6 de Outubro, e reunirá especialistas do Brasil e dos EUA.

[Read More](#)



### Regional Profile

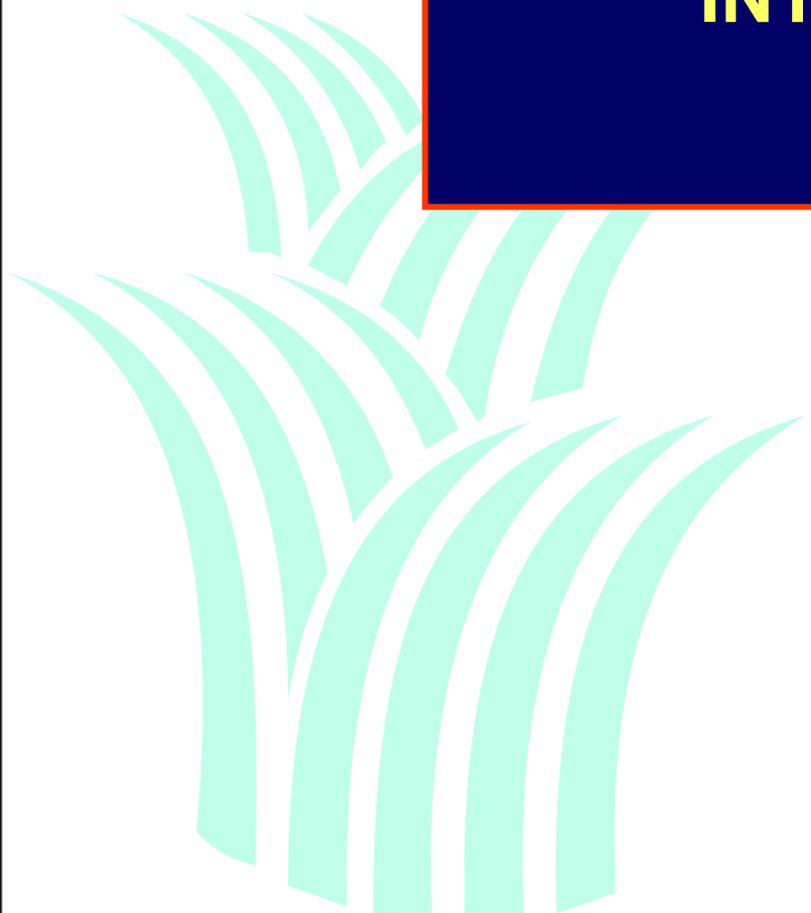
O Brasil é o 5º país do mundo em população, com mais de 206 milhões de habitantes. A área total do país é de 8.514.876 km<sup>2</sup>. Uso da terra: O Brasil é o 3º maior produtor agrícola e 9º maior detentor de florestas plantadas do mundo. Possui 72,2 milhões de hectares plantados com culturas anuais e perenes e 180 milhões de hectares com pastagem. Na safra 2014/15, a produção de grãos foi de 209,5 milhões de toneladas, em área de 58,04 milhões de hectares.

[Read More](#)

[Contact Us](#)



# INTRODUÇÃO GERAL



# Brasil: Potencial para Agribusiness

## SOLO

- ✓ 100 M ha de novas áreas
- ✓ 170 M ha para pastagem



## CLIMA

- ✓ Geralm. > 1.000 mm chuva/ano.
- ✓ Excelente radiação solar.



## ÁGUA

- ✓ Aproximadamente 25% da água disponível no mundo



## MÃO DE OBRA

- ✓ Técnica e operacional



## PESQUISA

- ✓ Prática



- A FAO estima que o Brasil poderá ser responsável em média por até 40% no aumento na comercialização de produtos agrícolas em anos futuros.



# Agribusiness (O Futuro) ...

## Os maiores desafios na minha opinião

- ✓ Consciência política da nossa vocação.
- ✓ Logística.
- ✓ Risco na inadequação da tecnologia e dos insumos de produção.
- ✓ Problemas de rastreamento e proteção dos mercados.

**ASPECTOS GERAIS DA SITUAÇÃO**  
**GEPOLÍTICA E TÉCNICA DO FÓSFORO**  
**NO MUNDO E INTERFERÊNCIA DISTO**  
**NO USO DE FÓSFORO NO BRASIL**



# MENSAGENS SOBRE GEOPOLÍTICA RELACIONADO A P

- ✓ Recursos fosfatados não estão terminando.
- ✓ Novo centro de comando de P no mundo será o Noroeste da Africa.
- ✓ Haverá cada vez mais pressão no sentido de se utilizar P de forma eficiente.
  - ✓ Reuso será importante.
- ✓ É fundamental antever problemas e se preparar no sentido de utilizar P de forma eficiente, não dando motivos para problemas e possíveis barreiras agrícolas.



# UTILIZAÇÃO EFICIENTE DE FÓSFORO EM SOLOS TROPICAIS



# FÓSFORO NA AGRICULTURA = APATITA

- ✓ Apatita = recurso limitado.
- ✓ Apatita = deceiving = que engana.
- ✓ Utilizar apatita de forma adequada é fundamental.



# Como otimizar o uso dos recursos fosfatados nas atividades agro-floresta-pecuária ?

## Dois aspectos fundamentais:

- ✓ Como produzimos ?
- ✓ Como utilizamos ?

## RECENT DEVELOPMENTS OF FERTILIZER PRODUCTION AND USE TO IMPROVE NUTRIENT EFFICIENCY AND MINIMIZE ENVIRONMENTAL IMPACTS

S. H. Chien,<sup>\*†</sup> L. I. Prochnow,<sup>†</sup> and H. Cantarella<sup>‡</sup>

### Contents

1. Introduction	268
2. Improving the Efficiency of Nitrogen Fertilizers	269
2.1. Controlled-release coated urea products	270
2.2. Slow-release urea-aldehyde polymer products	272
2.3. Urea supergranules for deep placement	273
2.4. Reducing nitrate leaching/denitrification by nitrification inhibitors	275
2.5. Reducing ammonia volatilization by urease inhibitors	275
2.6. Reducing ammonia volatilization and nitrate leaching/denitrification by combining urease and nitrification inhibitors	283
2.7. Use of ammonium sulfate to enhance N efficiency of urea	286
3. Improving the Efficiency of Conventional Phosphorus Fertilizers	288
3.1. Coated water-soluble phosphorus fertilizers	288
3.2. Urea supergranules containing phosphorus and potassium nutrients	290
3.3. Fluid versus granular water-soluble phosphorus fertilizers	291
4. Use of Nonconventional Phosphorus Fertilizers	293
4.1. Phosphate rock for direct application	293
4.2. Mixture of phosphate rock and water-soluble P	296
4.3. Calcined nonapatite phosphate rock for direct application	297
4.4. Agronomic effectiveness of nonconventional acidulated phosphate fertilizers	300
5. New Granular Nitrogen and Phosphorus Fertilizers Containing Sulfur Nutrient	306

\* Formerly with International Fertilizer Development Center (IFDC), Muscle Shoals, Alabama, USA

† International Plant Nutrition Institute (IPNI), Piracicaba, SP, Brazil

‡ Instituto Agronômico, Campinas, SP, Brazil

Corresponding author: 1905 Beechwood Circle, Florence, Alabama, USA; email: nchien@comcast.net

*Advances in Agronomy*, Volume 102

© 2009 Elsevier Inc.

ISSN 0065-2113, DOI: 10.1016/S0065-2113(09)01008-6

All rights reserved.

RECE	3. Improving the Efficiency of Conventional Phosphorus Fertilizers	288
PRO	3.1. Coated water-soluble phosphorus fertilizers	288
NUT	3.2. Urea supergranules containing P and K nutrients	290
ENVI	3.3. Fluid versus granular water-soluble phosphorus fertilizers	291
S. H. C	4. Use of Nonconventional Phosphorus Fertilizers	293

### Contents

1. Intro	268
2. Impro	269
2.1.	270
2.2.	272
2.3.	273
2.4.	275
2.5.	275
2.6.	283
2.7.	286
3. Impro	288
3.1. Coated water-soluble phosphorus fertilizers	288
3.2. Urea supergranules containing phosphorus and potassium nutrients	290
3.3. Fluid versus granular water-soluble phosphorus fertilizers	291
4. Use of Nonconventional Phosphorus Fertilizers	293
4.1. Phosphate rock for direct application	293
4.2. Mixture of phosphate rock and water-soluble P	296
4.3. Calcined nonapatite phosphate rock for direct application	297
4.4. Agronomic effectiveness of nonconventional acidulated phosphate fertilizers	300
5. New Granular Nitrogen and Phosphorus Fertilizers Containing Sulfur Nutrient	306

\* Formerly with International Fertilizer Development Center (IFDC), Muscle Shoals, Alabama, USA

† International Plant Nutrition Institute (IPNI), Piracicaba, SP, Brazil

‡ Instituto Agronômico, Campinas, SP, Brazil

Corresponding author: 1905 Beechwood Circle, Florence, Alabama, USA; email: nchien@comcast.net

*Advances in Agronomy*, Volume 102

© 2009 Elsevier Inc.

ISSN 0065-2113, DOI: 10.1016/S0065-2113(09)01008-6

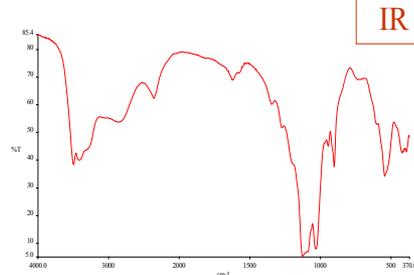
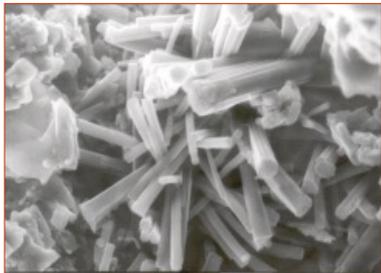
All rights reserved.



# STUDY 3

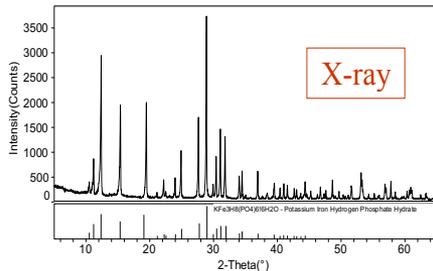
## Synthesis, characterization and agronomic evaluation of iron phosphate impurities in superphosphates

SEM



IR

X-ray

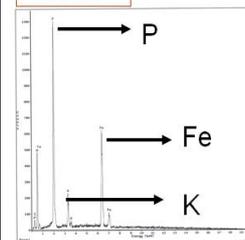


Chemical Analysis for total P, Fe, K, S and water of hydration

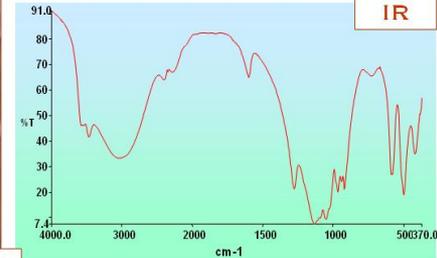
Calculated Formula:



EDX

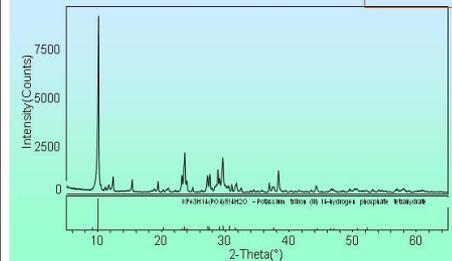


SEM



IR

RAIO X



Análise química para P total, Fe, K, S e água de hidratação

Fórmula calculada:



Source: PROCHNOW, L.I.; CHIEN, S.H.; et al. *Soil Science Society of America Journal*. 67:1551-1563, 2003.



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

## **DOESN'T IT SOUND FUNNY ?**

**The fertilizer industry spends energy and money to transform phosphate rock, which has very low water solubility, in highly soluble P sources, like SSP, TSP, MAP, DAP, and then, because it is too soluble, many try to somehow protect it for lower water solubility ?**

**Isn't there another possibility in some cases ?  
Isn't there a more logical possibility in certain circumstances?**

# Como otimizar o uso dos recursos fosfatados nas atividades agro-floresta-pecurária ?

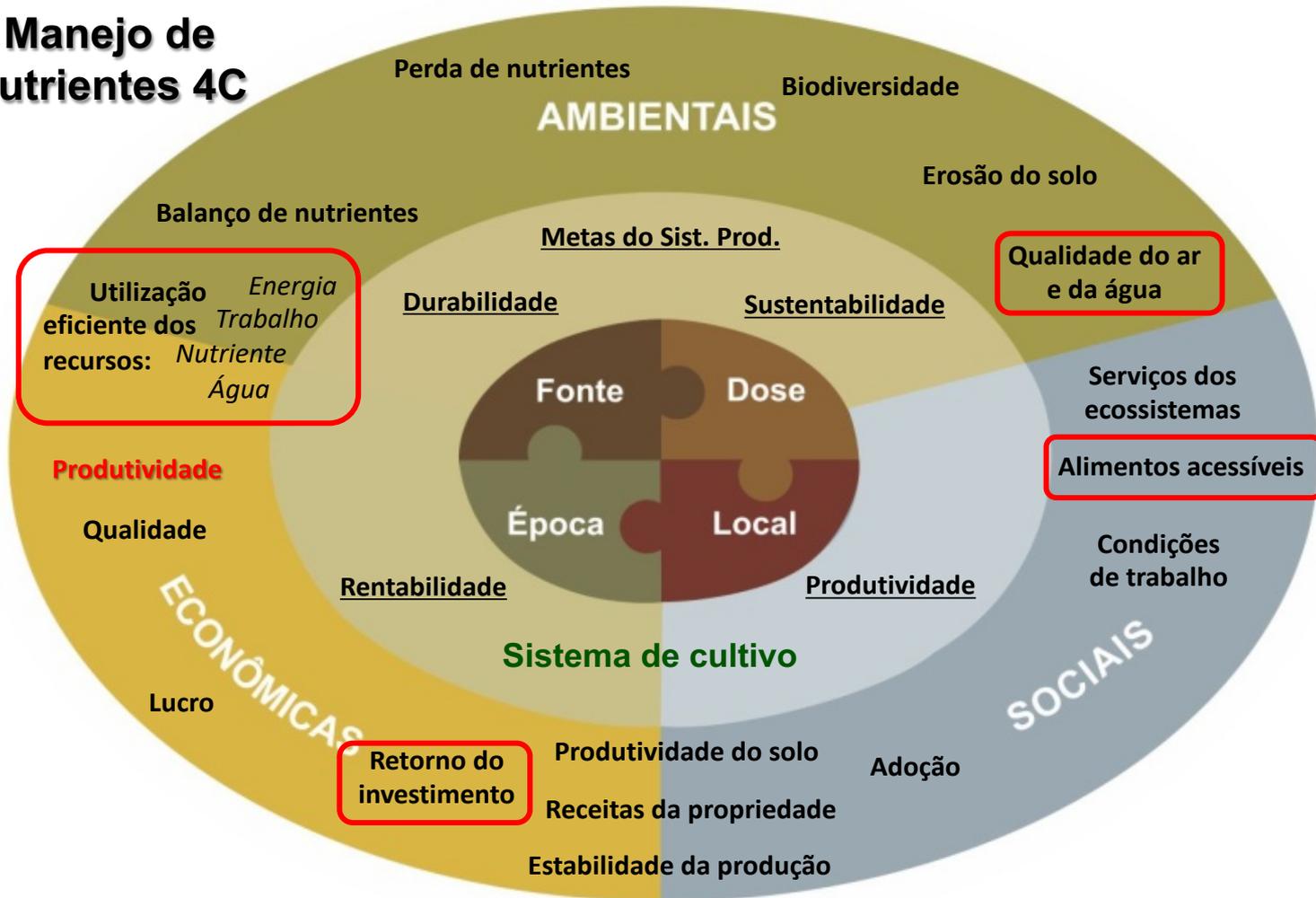
## Dois aspectos fundamentais:

- ✓ Como produzimos ?
- ✓ Como utilizamos ?



# Boas Práticas para Uso Eficiente de Fertilizantes

## Manejo de nutrientes 4C



Aplicação das **fontes** corretas de nutrientes nas doses, época e local corretos

# UTILIZAÇÃO EFICIENTE DE FÓSFORO EM SOLOS TROPICAIS

## Principais fatores que afetam a eficiência de utilização do P

### CARACTERÍSTICAS DOS FERTILIZANTES

- ✓ Tipo (gas, sólido ou líquido; 1, 3, 4)
- ✓ Tamanho dos grânulos (1, 3, 4)
- ✓ Dureza dos grânulos (1, 4)
- ✓ Fluidez (1)
- ✓ Densidade (1)
- ✓ Mistura com outras fontes (1,4)
- ✓ Composição química (1, 2, 3, 4)
- ✓ Concentração de P (1, 2)
- ✓ Outros compostos presentes (1)
- ✓ Reação em termos de pH do solo
- ✓ Solubilidade (1, 2, 3, 4)
- ✓ Higroscopicidade (1, 3)
- ✓ Compactação do grânulo (1)
- ✓ Índice salino (1, 3)

### CARACTERÍSTICAS DO SOLO

- ✓ pH do solo (1)
- ✓ Capacidade de fixação de P (2,3)
- ✓ M.O.

### MANEJO DO FERTILIZANTE

- ✓ Localização (1,2,4)
- ✓ Armazenamento
- ✓ Estudos de correlação, calibração de curva de resposta (2,3,4)

### CULTURA OU SISTEMA DE CULTIVO (1,2,3,4)

## Como utilizar P de forma eficiente

- ✓ Defina a fonte em função dos itens 1, sendo os mais importantes os 1.
- ✓ Defina a dose, localização e época de acordo com os itens 2, 3 e 4, respectivamente.

# UTILIZAÇÃO EFICIENTE DE FÓSFORO EM SOLOS TROPICAIS

## ✓ pH do solo versus fonte de P:

Fontes solúveis, tais como SSP, TSP, MAP, DAP, devem ser aplicadas preferencialmente em solos de pH na faixa de 6.0 to 6.8, enquanto fosfatos de rocha (FR) devem ser aplicados, muito normalmente, em solos com pH < 5.4.



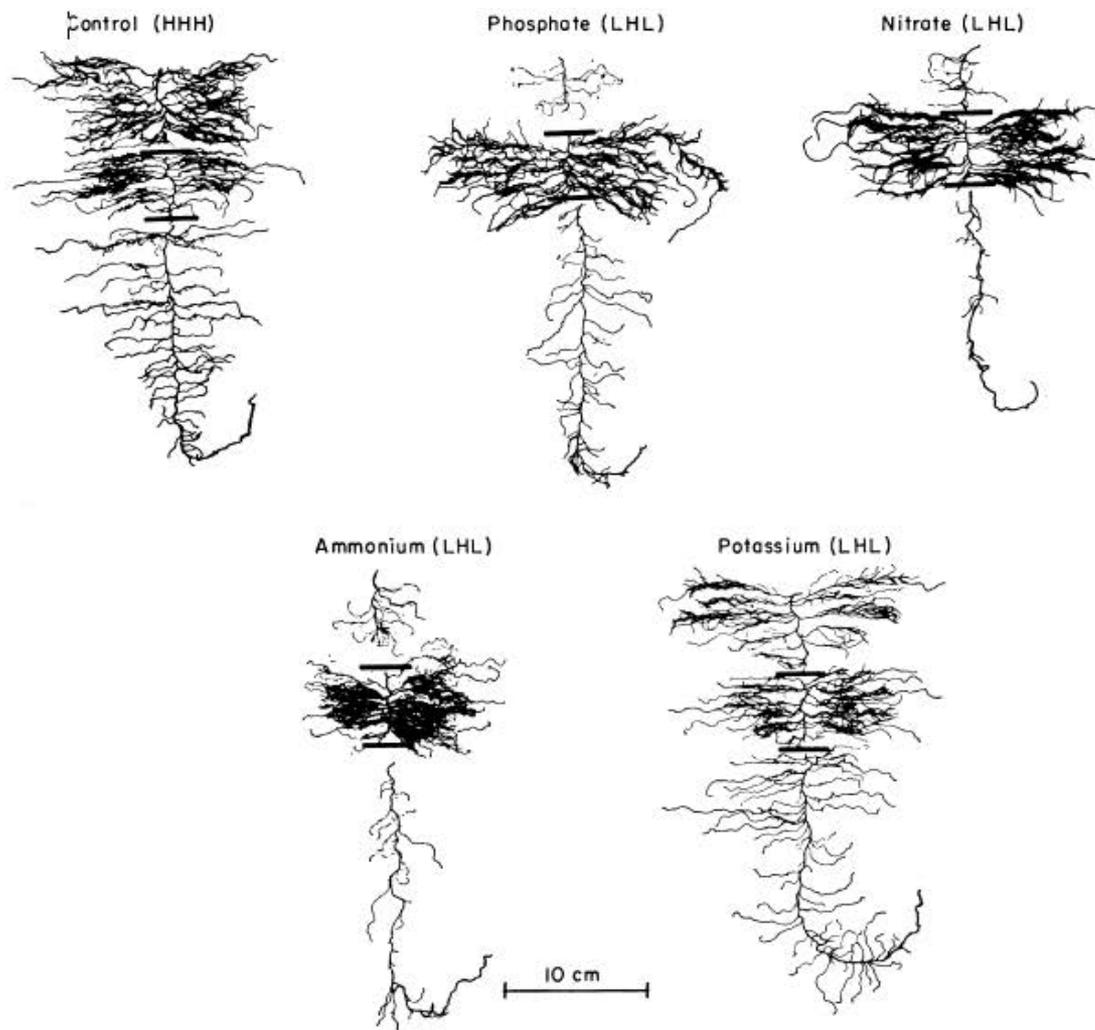


**QUESTIONAMENTOS FREQUENTES  
SOBRE USO RACIONAL DE  
FÓSFORO EM SISTEMAS DE  
PRODUÇÃO**

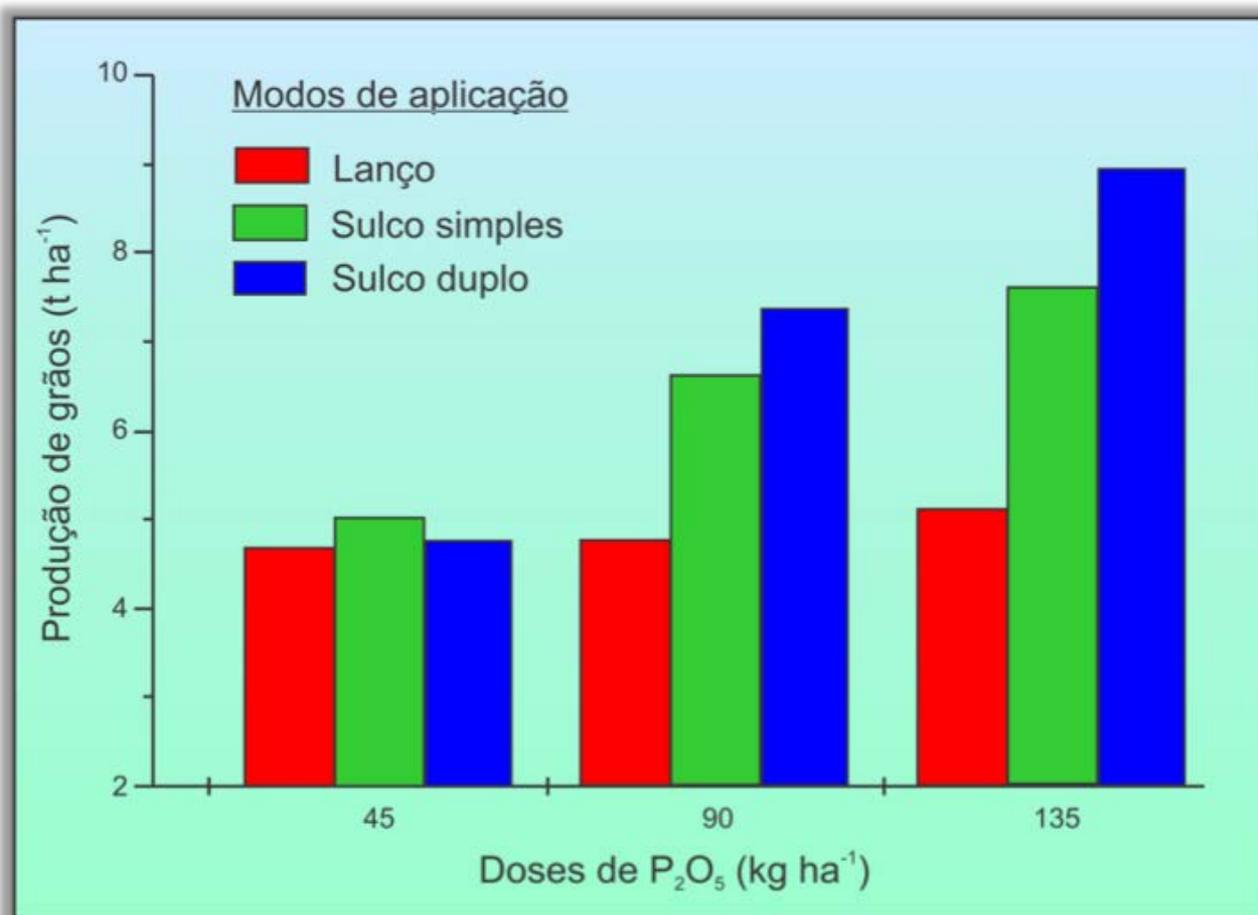


**EXISTE ATUALMENTE TENDÊNCIA CLARA DE SE APLICAR FÓSFORO A LANÇO EM EXTENSAS ÁREAS DE PRODUÇÃO. ISTO ESTÁ CORRETO? DEVE SER FEITO?**

# CRESCIMENTO DO SISTEMA RADICULAR EM FUNÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DE NUTRIENTES EM REGIÕES ESPECÍFICAS DO SOLO (ESTUDO EM RIZOTRONS)



## Efeito dos modos de aplicação do fertilizante fosfatado na produção de grãos de milho, em Uberaba-MG

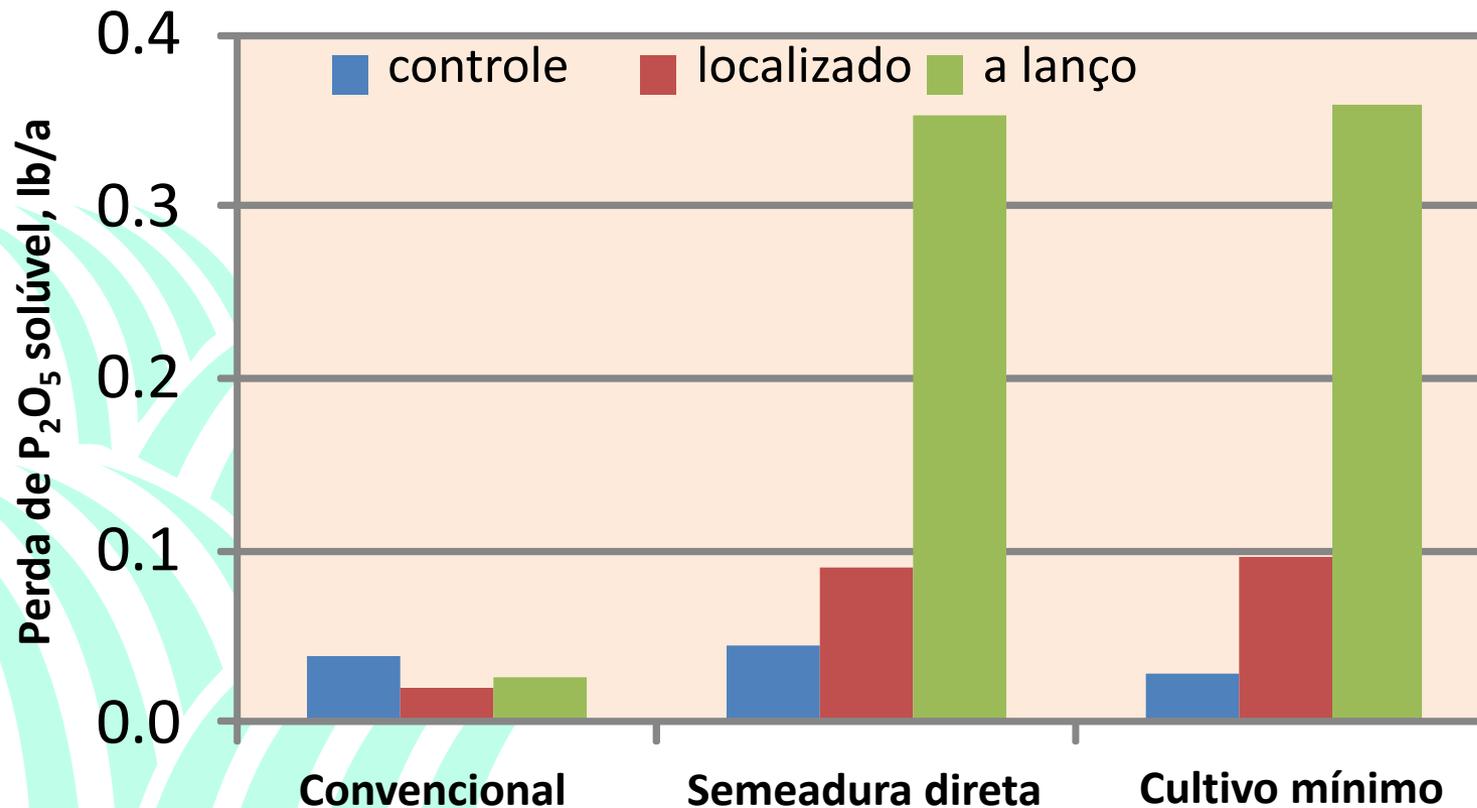


Fonte: Modificada de Prado et al. (2001).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

## P na forma líquida – localizado versus a lanço



Perdas de P por “runoff” em função da localização e sistema de cultivo em rotação sorgo-soja. Kansas. Média de 2 cultivos.  
Fertilizante líquido na dose de 50 lb P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/A.

## Considerações Importantes

1. A aplicação da adubação fosfatada na superfície do solo apresenta grande vantagem operacional de semeadura de grandes áreas agrícolas.
2. A aplicação indiscriminada da adubação fosfatada na superfície pode acarretar baixa eficiência de uso desse nutriente.
3. A aplicação de P em superfície deve levar em consideração aspectos agronômicos, climáticos, ambientais (risco de erosão e contaminação de mananciais de água) e econômicos (uso eficiente do nutriente).



## LOCALIZAÇÃO DO FÓSFORO EM CULTURAS ANUAIS NA AGRICULTURA NACIONAL: SITUAÇÃO IMPORTANTE, COMPLEXA E POLÊMICA

Luis Ignacio Prochnow  
Álvaro Vilela de Resende<sup>1</sup>  
Adilson de Oliveira Junior<sup>2</sup>

Eros Artur Bohac Francisco<sup>3</sup>  
Valter Casarin<sup>4</sup>  
Paulo Sérgio Pavinato<sup>5</sup>

Este artigo foi escrito em linguagem simples, sem referências à literatura científica, com a intenção de facilitar a transmissão da mensagem aos profissionais que atuam no campo e também aqueles que tomam decisões sobre os rumos da política agrícola brasileira. Pretende-se, nessa discussão, alinhar algumas perspectivas acerca das formas de otimizar a localização do fósforo (P) na adubação das culturas anuais no propósito de buscar maior eficiência na agricultura sob os pontos de vista agrônomo, econômico, ambiental e social. São oferecidas, ainda, sugestões sobre o melhor manejo do P na tentativa de conciliar as necessidades a curto, médio e longo prazos.

É preciso esclarecer que a presente discussão não tem o intuito de desmerecer qualquer posição sobre o assunto. Entende-se que a localização do P deve ser feita com base no conhecimento adquirido por meio da pesquisa e nas novas tendências impostas no campo advindas de novos desafios agrícolas e ambientais.

### FÓSFORO: NUTRIENTE DE USO COMPLEXO

É amplamente conhecido que o P é um nutriente para as plantas, sem o qual o sucesso da atividade agropecuária torna-se limitado, principalmente na região tropical. Em solos de baixa fertilidade, a aplicação de fertilizantes fosfatados se faz fundamental na viabilização da atividade rural.

No solo, o P tem atuação complexa, pois sofre interações com os microrganismos e as partículas de solo, em especial aque-

las com propriedades coloidais (orgânicas ou minerais de argila). Quando na solução do solo, o P pode ser precipitado por cátions (principalmente nas formas de P-Ca, P-Fe, P-Al), absorvido pelas plantas e microrganismos e adsorvido às partículas coloidais do solo. Inúmeros livros e artigos científicos abordam esse assunto de forma detalhada, porém, consideram diferentes aspectos, os quais podem ser divididos em dois grandes grupos: os fatos e as consequências.

As plantas absorvem o P da solução do solo como ions  $H_2PO_4^-$  e/ou  $HPO_4^{2-}$ . O fato principal a ser destacado é que o P é um elemento químico com grande probabilidade de ser modificado na solução do solo, passando da forma iônica para formas menos disponíveis às plantas, dificultando, assim, a absorção pelas raízes. A preferência seria para que a planta prevalecesse como dreno principal do nutriente e não os componentes do solo, mas não é assim que ocorre, por razões químicas e biológicas.

Ao longo do tempo ficou claro que o P, embora seja exigido pelas plantas em quantidades menores que outros macronutrientes (N, K, S, Ca e Mg), precisa normalmente ser aplicado em quantidades maiores do que os demais. Complicado para os leigos entender que, sendo menos exigido, ele deve ser aplicado em maior quantidade. No entanto, é isto mesmo que ocorre! O fósforo tem desvios importantes que o retiram do dreno planta e o levam para outros drenos do solo que diminuem a eficiência agrônoma da adubação fosfatada.

Em função dessa realidade, a pesquisa agrônoma foi estabelecendo mecanismos para aumentar a eficiência da aplicação

## Phosphorus Placement for Annual Crops in the Tropics

By Luis Prochnow, Álvaro Resende, Adilson Junior, Eros Francisco, Valtter Casarin, and Paulo Pavinato

Phosphorus interactions are complex in tropical soils. Many intense reactions take place that can prevent plant available phosphate ions ( $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ) from reaching the crop. For example, ionic P can precipitate with Ca, Fe, and Al, be absorbed by microorganisms, or be adsorbed by soil colloids. Although generally taken up in lower amounts than other macronutrients (particularly N and K), more P needs to be added to soils of the tropics than any other nutrient. Agriculture in tropical soils of low fertility have very limited chance of success without adequate use of P inputs.

Agronomic research has established recommendations for improving P fertilization in the tropics. For example, highly soluble P fertilizers such as SSP, TSP, MAP, and DAP perform better when applied in-furrow as granules to soils with pH values ranging between 6.0 to 6.5. Reactive phosphate rock works best in a more powdered form, well mixed with soils having pH values less than 5.4.

Recently, while looking for better operational efficiency, Brazilian farmers with large areas have been challenging the above recommendation for highly water soluble P sources and they are increasingly broadcasting these fertilizers on the soil surface before seeding. Equipment has been replaced, employees trained, and other operations adjusted with this goal in mind. Now a common question from farmers in Brazil is "May I broadcast P?" or "May I continue to broadcast P?" Often this question is asked with the hope for a positive reply. In reality, the answers to the questions farmers ask on this issue are more complicated than a simple "yes" or "no".

In fact, this matter can often bring intense debate between those in favor of against broadcasting P as both sides

This article discusses principles for optimizing the placement of P in soils of the tropics—looking towards better agronomic, economic, environmental, and social outcomes. General guidelines are offered for short and long-term sustainability.

### KEYWORDS:

broadcast; no-til; P placement; soluble P; runoff

### ABBREVIATIONS AND NOTES:

N = nitrogen; P = phosphorus; K = potassium; Ca = calcium; Fe = iron; Al = aluminum; SSP = single superphosphate; TSP = triple superphosphate; MAP = monoammonium phosphate; DAP = diammonium phosphate.

doi:10.24047/BC1021x

present data proving their points. In the short-term point of view of many, noticeably farmers, applying broadcast P may be more favorable. However, a more ample and long-term view may indicate that the widespread use of this practice can lead to environmental problems. Such a broad view is not often the focus of those making field-level decisions, but it should most likely be in the mind of those responsible for planning agriculture at country level, guiding environmental stewardship, and even maintaining open channels to international markets.

### Agronomic Aspects About the Placement of Phosphorus

Recommendations for the placement of soluble sources of P in tropical soils have always tried to minimize the contact of the fertilizer granule with the surface of soil particles as a means to improve efficiency. The low solubility of P compounds in the soil favors the recommendation to apply this P in close proximity to plant roots.

Two main strategies have been developed for P fertilization. The first, named corrective fertilization, has the goal to increase the soil P concentrations to near or above the critical value. This strategy can be very expensive for soils having high P fixation capacity because high rates of P fertilizer are required. The second more common approach is maintenance fertilization, which has the goal of nourishing each annual crop cycle. This approach uses lower rates applied in-furrow, is less expensive, but needs to be repeated each crop season. A third possibility involves a combination of both strategies by applying larger rates than required for maintenance fertilization, which increases the soil P concentration over time. In Brazil, there has never been a strategy recommending the surface broadcasting of soluble P at rates similar to a maintenance strategy. This ad-hoc approach has been created in the field specifically to optimize P application and facilitate more rapid planting of crops.

There is no general rule on how to place soluble sources of P in the soil. It is possible to obtain identical responses to either broadcast or in-furrow P. For farmers, or decision-makers at the field-level, the first essential step is to understand the available P status throughout the whole soil profile. Gains due to more efficient farm field operations are always welcome, but they should not come at the expense of failing to consider a best practice for high yields and environmental protection. A good distribution of available P within the soil profile is important for such stability. As an example, Table 1 summarizes data for available soil P concentrations at different soil depths within three soil management scenarios (A = natural ecosystem, B = surface broad-

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Diretor do IPNI, Programa Brasil, Piracicaba, SP, email: lprochnow@ipni.net

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Empresa Mito e Borgo, São João del-Rei, MG.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Empresa Soja, Londrina, PR.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Diretor Adjunto do IPNI, Programa Brasil, Marilândia do Sul, MT.

<sup>5</sup> Engenheiro Agrônomo, Engenheiro Florestal, Diretor Adjunto do IPNI, Programa Brasil, Piracicaba, SP.

<sup>6</sup> Engenheiro Agrônomo, Professor Doutor da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE - BRASIL

Avenida Independência, nº 350, Estádio Pinheiro de Moraes, s/nº 141 e 142 - Fone/Fax: (19) 3433-3254 - CEP:13119-160 - Piracicaba, SP, Brasil  
Website: <http://brasil.ipni.net> - E-mail: [prochnow@ipni.net](mailto:prochnow@ipni.net) - Twitter: @IPNIBrasil - Facebook: <https://www.facebook.com/IPNIBrasil>

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS N° 158 - JUNHO/2017

1



**O pH REALMENTE INTERFERE NA EFICIÊNCIA DO FÓSFORO DO SOLO OU NA ADUBAÇÃO FOSFATADA ?**



# EFEITO DO PH DO SOLO NA CONCENTRAÇÃO DE P EM FOLHAS

Cultura e local	pH CaCl <sub>2</sub>	P Foliar (g Kg <sup>-1</sup> )	P - Solo(mg dm <sup>-3</sup> )			
			Mehlich 1	Bray 1	Olsen	Resina
Feijão Pariqüera-Açu Organic Soil	3.8 d *	2.44 b	17 a	20 a	41 a	33 b
	4.2 c	3.21 a	18 a	21 a	33 b	36 ab
	4.7 b	3.25 a	18 a	20 a	26 c	38 ab
	5.1 a	3.26 a	19 a	18 a	19 d	43 a
	5.2 a	3.25 a	20 a	19 a	21 d	43 a
Girasol Mococa\ Ultisol	4.3 c	2.79 c	12 b	24 a	17 a	22 b
	4.6 c	3.27 b	12 b	22 a	17 a	26 ab
	5.3 b	3.81 a	16 a	25 a	16 a	33 ab
	5.5 ab	3.87 a	15 a	20 a	12 a	35 a
	5.7 a	3.80 a	16 a	20 a	12 a	37 a
Soja Mococa Ultisol	4.3 a	1.85 c	6 a	15 a	10 a	13 c
	4.8 d	2.06 bc	7 a	16 a	11 a	16 c
	5.5 c	2.44 ab	5 a	13 a	7 a	17 bc
	6.1 b	2.26 a	7 a	17 a	8 a	22 ab
	6.4 a	2.55 a	7 a	15 a	8 a	27 a
Soja Ribeirão Preto Oxisol	4.5 d	2.35 b	9 a	20 a	18 a	16 c
	4.9 c	2.69 ab	8 a	22 a	15 ab	19 bc
	6.1 b	2.88 a	8 a	20 a	13 ab	23 b
	6.6 a	2.85 a	10 a	24 a	12 b	34 a

Fonte: RAIJ e QUAGGIO (1990).



IPNI INTERNATIONAL PLANT NUTRITION INSTITUTE

**A ANÁLISE DE SOLO É REALMENTE FUNDAMENTAL PARA O  
MANEJO ADEQUADO DO FÓSFORO ?**

# AJUSTES NECESSÁRIOS PARA A AVALIAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E RECOMENDAÇÕES ATRAVÉS DE MÉTODOS ANALÍTICOS

- ✓ Estudos de correlação (Qual metodologia ?)
- ✓ Estudos de calibração (Como interpretar ?)
- ✓ Curvas de resposta (Quanto adicionar ?)

A dose recomendada de nutriente em Kg/ha é definida por estudos de curvas de resposta para uma determinada classe de teor, a qual é definida por estudos de calibração, para determinada metodologia analítica, a qual é definida em estudos de correlação, tudo isto baseado em uma amostra de solo retirada a determinada profundidade que deve representar adequadamente a situação da área em termos do nutriente em questão.

## Exemplo:

Dose para milho de 80 Kg/ha de  $P_2O_5$  para solo de teor médio de P utilizando-se o método de análise Mehlich. Amostra retirada de 20 cm de profundidade.



# DEFINIÇÃO DAS DOSES DE $P_2O_5$ A APLICAR

- Teor de P
- Cultura
- Produtividade almejada
- Tabela de Adubação ou estudos regionais

Dose  $P_2O_5$

Dose  $P_2O_5$   
%  $P_2O_5$  no fertilizante

$Q^{de}$  Adubo

A recomendação de calagem e adubação deve:

- respeitar as informações de pesquisa da região  
(variação de cond. edafoclimáticas)
- ser definida por um técnico da região



# O GESSO AGRÍCOLA PODE AUXILIAR EM MAIOR EFICIÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA ?



# Absorção de nutrientes pela parte aérea da planta de cevada em função da calagem e da aplicação de doses de gesso

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	g.kg <sup>-1</sup>					
<b>Calagem</b>						
Sem calcário	107,4	6,9	185,4 b	23,2	15,6	12,9
Calcário na superfície	128,8	8,2	207,7 ab	32,7	13,3	15,6
Calcário incorporado	138,9	7,2	237,6 a	32,3	16,1	17,2
Valor F	6,03ns	4,23ns	7,59*	3,82ns	4,48ns	1,87ns
CV (%)	18,1	18,2	14,5	35,0	16,0	36,1
<b>Gesso, t.ha<sup>-1</sup></b>						
0	109,3	5,4	192,3	26,6	14,4	5,7
3	115,5	7,8	178,1	25,0	15,2	11,7
6	141,6	7,9	227,9	30,6	15,6	20,6
9	133,8	8,6	242,7	35,3	14,9	22,8
Efeito	L**	L**	L**	L**	ns	L**
CV (%)	18,9	29,2	17,1	24,2	23,9	27,6

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%. L: efeito linear por regressão. ns: Não significativo a 5%, \*\*: Significativo a 1%.

Extraído de E.F. Caires et al.

Fonte: Bragantia, Campinas, 60(3), 213-223, 2001.

# QUAL O PRINCIPAL FATOR PARA O USO EFICIENTE DE FERTILIZANTES FOSFATADOS ?



## Exemplos de novas técnicas disponibilizadas pela pesquisa – Integração Lavoura Pecuária



SISTEMA SANTA FÉ: milho com braquiária para pastejo ou cobertura



## Recuperação de P LA muito argiloso, 22 anos

S.simples aplicado	Fósforo recuperado	
	anuais <sup>1</sup>	anuais e capim <sup>2</sup>
kg/ha de P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	----- % -----	
100	44	85
200	40	82
400	35	70
800	40	62

<sup>1</sup> A área foi cultivada por dez anos com soja, seguida de um plantio com milho e quatro ciclos da seqüência milho-soja, dois cultivos de milho e um de soja.

<sup>2</sup> A área foi cultivada por dois anos com soja, seguida de nove anos com braquiária mais dois anos com soja e dois ciclos da seqüência milho-soja, e cinco anos com braquiária.

Extraído de Djalma Martinhão.

# CONSIDERAÇÕES FINAIS



# PUBLICAÇÕES

## LOCALIZAÇÃO DO FÓSFORO EM CULTURAS ANUAIS NA AGRICULTURA NACIONAL: SITUAÇÃO IMPORTANTE, COMPLEXA E POLÊMICA

Luiz Ignácio Probst\*  
Alvaro Melo de Sousa\*  
Adilson de Oliveira Junior\*

Eros Arthur Bacher Francisco\*  
Valter Casassi\*  
Paulo Sérgio Paetzold\*

**E**ste artigo foi escrito em linguagem simples, com referência à literatura científica, com o objetivo de facilitar a transmissão de informações aos profissionais que atuam no campo e também aqueles que atuam no ensino de pós-graduação em agronomia, com o intuito de ajudar alguns profissionais a tomar decisões mais assertivas de manejo de P na agricultura brasileira em função de fatores de produção de culturas anuais no contexto de manejo sustentável e econômico. Este trabalho apresenta uma revisão sobre o melhor manejo de P no contexto de eficiência de uso de nutrientes e custos, visando a longo prazo.

As plantas absorvem o P do solo de uma maneira seletiva e não passiva. O P disponível no solo é composto por espécies químicas com diferentes graus de solubilidade e, portanto, com diferentes graus de disponibilidade para as plantas. A eficiência de uso de P pelas plantas varia muito entre espécies e culturas, dependendo das condições de manejo e do tipo de solo.

As plantas absorvem o P do solo de uma maneira seletiva e não passiva. O P disponível no solo é composto por espécies químicas com diferentes graus de solubilidade e, portanto, com diferentes graus de disponibilidade para as plantas. A eficiência de uso de P pelas plantas varia muito entre espécies e culturas, dependendo das condições de manejo e do tipo de solo.

**FÓSFORO NO**

É um nutriente essencial para as plantas, sendo o segundo, em termos de importância, após o nitrogênio. É um nutriente móvel e sua deficiência é caracterizada por sintomas de crescimento reduzido e plantas com raízes curtas e pouco desenvolvidas.

### Phosphorus Placement for Annual Crops in the Tropics

By Luiz Probst, Álvaro Melo, Adilson Junior, Eros Francisco, Valter Casassi, and Paulo Paetzold

Phosphorus interactions are complex in tropical soils. Many anionic reactions take place that can prevent plant available phosphate (HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>) from reaching the crop. For example, anionic P can precipitate with Ca, Fe, and Al, or be absorbed by microorganisms, or be adsorbed by soil colloids. Although generally taken up in lower amounts than other macronutrients (particularly N and K), more P needs to be added to soils of the tropics than any other region. Agriculture in tropical soils of low fertility have very limited chance of success without adequate use of P inputs.

present data proving their points. In the short-term point of view of many, notably farmers, applying broadcast P may be more favorable. However, a more single and long-term view may indicate that the widespread use of this practice can lead to environmental problems. Such a broad view is not often the focus of those making field-level decisions, but it should most likely be in the mind of those responsible for planning agriculture at country level, guiding international assemblies, and even maintaining open channels to international markets.

**Agronomic Aspects About the Placement of Phosphorus**  
Recommendations for the placement of soluble sources of P in tropical soils have always tried to minimize the contact of the fertilizer granule with the surface of soil particles as a means to improve efficiency. The low solubility of P compounds in the soil favors the recommendations to apply this P in close proximity to plant roots.

Two main strategies have been developed for P fertilization. The first, named corrective fertilization, has the goal to increase the soil P concentrations to near or above the critical value. This strategy can be very expensive for soils having high P fixation capacity because high rates of P fertilizer are required. The second more common approach is maintenance fertilization, which has the goal of nourishing each annual crop cycle. This approach uses lower rates applied in-furrows, is less expensive, but needs to be repeated each crop season. A third possibility involves a combination of both strategies by applying larger rates than required for maintenance fertilization, which increases the soil P concentration over time. In Brazil, there has never been a strategy recommending the surface broadcasting of soluble P at rates similar to a maintenance strategy. This ad hoc approach has been created in the field specifically to optimize P application and facilitate more rapid planting of crops.

There is no general rule on how to place soluble sources of P in the soil. It is possible to obtain identical responses to either broadcast or in-furrow P. For farmers, or decision-makers at the field-level, the first essential step is to understand the available P status throughout the whole soil profile. Gains due to more efficient farm field operations are always welcome, but they should not come at the expense of failing to consider a best practice for high yields and environmental protection. A good distribution of available P within the soil profile is important for such stability. As an example, Table 1 summarizes data for available soil P concentrations at different soil depths within three soil management scenarios (A = natural ecosystem, B = surface broadcast

- \*Engenheiro Agrônomo

INFORMAÇÕES

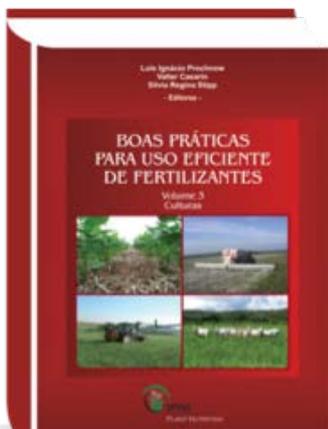
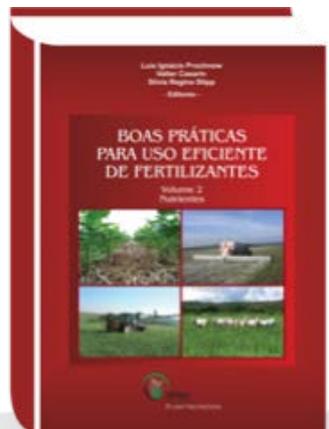
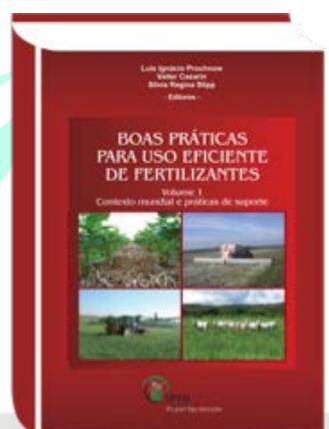
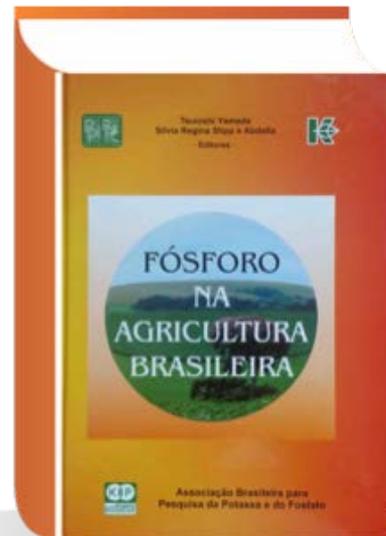
This article discusses principles for optimizing the placement of P in soils of the tropics—looking towards better agronomic, economic, environmental, and social outcomes. General guidelines are offered for short and long-term sustainability.

**KEYWORDS:** broadcast, no-till, P placement, soluble P, runoff

**ABBREVIATIONS AND NOTES:**  
H = hydrogen, P = phosphorus, K = potassium, Ca = calcium, Fe = iron, Al = aluminum, SSP = single superphosphate, TSP = triple superphosphate, MAP = monoammonium phosphate, DAP = diammonium phosphate

doi:10.2305/2017.158.1217

17



## **PROPOSTAS DE MUDANÇAS NA FORMA COMO PENSAMOS SOBRE P NAS ATIVIDADES AGRO-FLORESTA-PECUÁRIA**

- ✓ **As reservas de P não são renováveis mas o nutriente P é renovável (reuso, reciclagem).**
- ✓ **P: De um conceito de nutriente ineficiente no sistema solo-planta para um conceito de, se utilizado corretamente, um nutriente bastante eficiente (Sousa, D.; Com. Pessoal).**
- ✓ **Considerar eficiência de uso do P como um todo e não apenas no aspecto agrônômico. Precisamos considerar também, e muito especialmente, os aspectos ambientais.**

## ALGUMAS NECESSIDADES EM TERMOS DE NOVAS PESQUISAS EM P

- ✓ Necessidade de definir adequadamente P sulco x P lanço (revisão de literatura).
- ✓ Adequação de sistemas de produção em diferentes regiões agroclimáticas (não só P mas relacionado).
- ✓ Necessidade de aproveitar plantas na rotação com melhorias de adaptação morfológicas versus fisiológicas para solos com baixos teores de P.
- ✓ Pesquisa de base e prática sobre novas tecnologias e novos produtos.
  - ✓ Reciclagem de P.



# MENSAGENS SOBRE PRÁTICA DO USO DO P

- ✓ Vários são os fatores a serem considerados no sentido de se utilizar P de forma adequada.
- ✓ Tais fatores podem ser agrupados em: (1) características dos fertilizantes, (2) características do solo, (3) manejo do fertilizante, e (4) cultura ou sistema de produção.
- ✓ Deve-se integrar conhecimento sobre tais fatores no sentido de se utilizar P de forma adequada.
- ✓ A forma ideal de localização de P no solo irá depender de decisão local, a qual deve levar em consideração aspectos agronômicos, econômicos e ambientais.
- ✓ Um fator essencial para uso adequado de P relaciona-se ao sistema de produção.



# Desafio

FRASE DE 1920

Frase da filósofa russo-americana Ayn Rand (judia, fugitiva da revolução russa, que chegou aos Estados Unidos na meta de 1920), mostrando uma visão com

conhecimento de causa:

**Se eu pudesse mostrar**

**apenas um slide .....**

“Quando você perceber que, para produzir, precisa obter a autorização de quem não produz nada. Quando comprovar que o dinheiro flui para quem negocia não com bens, mas com favores. Quando perceber que muitos ficam ricos pelo suborno e por influência, mais que pelo trabalho, e que as leis não nos protegem deles, mas, pelo contrário, são eles que estão protegidos de você. Quando perceber que a corrupção é recompensada, e a honestidade se converte em auto sacrifício, então poderá afirmar, sem temor de errar, que sua sociedade está condenada”.





**GRATO PELA ATENÇÃO!**



**IPNI**

INTERNATIONAL  
**PLANT NUTRITION**  
INSTITUTE



**@IPNIBrasil**



**IPNIBrasil**



**<http://brasil.ipni.net/news.rss>**

**Website: <http://brasil.ipni.net>**

**Telephone/fax: 55 (19) 3433-3254**

