



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

28-junho-2020

Luiz Dimenstein

luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fósforo – Manejo via Fertirrigação

Saindo dos tradicionais conceitos de adubação de sequeiro e utilizando a facilidade de suprir nutrientes em cultivos irrigados, a melhor estratégia para minimizar a imobilização do Fósforo tem uma mudança radical do conceito da adubação tradicional. Primeiro haveria migração total da adubação de base ou fundação para uso via fertirrigação com doses pequenas e frequentes. A partir daí, o manejo do Fósforo em cultivos irrigados passa por um novo e revolucionário formato, com quantidades muito pequenas, sempre com fertilizantes totalmente solúveis e altas frequências de aplicações via fertirrigações corretivas e de manutenções para obter concentrações fisiológicas para as plantas com fácil disponibilidade para absorção pelas raízes.

As altas adubações fosfatadas, típicas da agricultura tradicional de sequeiro com fertilizantes de baixa solubilidade como Super Fosfatos Simples ou Triplo, MAP Granulado, etc., podem liberar com otimismo entre 10% a 20% do total aplicado, se o pH na solução do solo estiver acima de 5,7 com o ótimo entre 6 a 6,5 e fica bastante insolúvel se o pH ficar acima de 7,5. Além disso em meio ácido o Fosfato é muito reativo com Alumínio, Manganês e Ferro, precipitando como insolúveis. Em meio alcalino isso ocorre principalmente em reação dominante com Cálcio e com Magnésio. Assim que o monitoramento do intervalo de pH $> 5,7$ e $< 7,5$ é a chave da disponibilidade química na forma assimilável pelas raízes do Ortofosfato – $H_2PO_4^-$. Há, portanto, muitos fatores que inibem e dificultam a disponibilidade dos fosfatos na química do solo e interações com outros elementos para tornar o Fósforo insolúvel, além do fator de adsorção e imobilização pelas argilas.

A classificação do Fósforo como Macronutriente primário é, talvez, exagerada comparada com N e K que geralmente são absorvidos cerca de 10x mais do



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

que P. Certamente pelo alto nível de adubação com as fontes tradicionais de P, a partir de um manejo convencional e que deveria ser repensado na agricultura irrigada para fontes totalmente solúveis e em doses suaves e frequentes.

Converter P_2O_5 para $2 \times H_2PO_4^-$, multiplica pelo fator 0,73

- A expressão P_2O_5 é utilizada pelas indústrias de fertilizantes para expressar as garantias de Fósforo, embora dos pontos de vista químicos e biológicos, as plantas absorvem o ânion $H_2PO_4^-$.
- Baseado no peso molecular, em valores aproximados 44% do P_2O_5 é P puro.
- Para manter apenas do ponto de vista do elemento P, dentro do peso molecular do $H_2PO_4^-$, vamos usar $2 \times H_2PO_4^-$ para seguir com 2P e usar o princípio de Lavoisier, na manutenção apenas ao elemento P. Os demais elementos H e O, estão disponíveis abundantemente na atmosfera e entrarão na conta livremente, ou seja, no insumo com P, fazemos a conversão mantendo apenas o teor de P elementar puro na estequiometria e assim para 2P no P_2O_5 teremos $2 \times H_2PO_4^-$. Nesse caso teremos como extras no P_2O_5 , os 5 Oxigênios, assim como extras no $2 \times H_2PO_4^-$ teremos 4 Hidrogênios e 8 Oxigênios. Vamos considerar que fora o P, os demais elementos são livres e abundantes na atmosfera.
- O peso molecular do P_2O_5 é $(2 \times 31) + (5 \times 16) = 142$ e a fração P dentro do seu peso total é de cerca de 44%.
- O peso molecular do $2 \times H_2PO_4^-$ é $(2 \times 31) + (8 \times 16) + (4 \times 1) = 194$ e a fração P dentro do seu peso total é de cerca de 32%.
- Assim, considerando apenas o elemento P em ambas as fórmulas de P_2O_5 e de $2 \times H_2PO_4^-$ podemos afirmar que $(32/44) \times 100 = 73\%$ que é a relação de conversão entre o que se comercializa como P_2O_5 e a



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

forma de Fósforo que de fato as plantas absorvem conhecida como o ânion Ortofosfato $2 \times \text{H}_2\text{PO}_4^-$.

- Exemplo com o fertilizante solúvel MAP Purificado (12-61-00) em que os 61% de P_2O_5 declarado na sacaria pelo fabricante, vamos multiplicar pelo fator 0,73 (73%) que é para manter o mesmo nível de P e converter na forma em que as raízes absorvem que é $2 \times \text{H}_2\text{PO}_4^-$. Portanto, $61 \times 0,73 = 44,5$.
- Exemplo com o fertilizante MKP (00-52-34) em que 52 de P_2O_5 multiplicado pelo fator de conversão 0,73 para obter o teor de Ortofosfato em $2 \times \text{H}_2\text{PO}_4^-$ e, portanto, $52 \times 0,73 = 38$.
- Podemos concluir que para todos os fertilizantes comerciais com P expressos em P_2O_5 a conversão para Ortofosfato que é a forma assimilável pelas raízes vale 73% do valor declarado e assim teremos $2 \times \text{H}_2\text{PO}_4^-$.

Níveis desejados de Ortofosfatos H_2PO_4^- na solução do solo depende da textura do solo

O ideal é manter o nível de Ortofosfato H_2PO_4^- entre 25 a 50 ppm na solução do solo, considerando o nível menor para solos argilosos e o maior para solos arenosos. Considerar em caso de hidroponia e substratos valores entre 80 a 100 ppm.

Passar % para ppm

A **Regra de Ouro da Fertirrigação** diz que aplicar **100g/m³** de qualquer fertilizante solúvel comercial que tem as garantias de nutrientes em %, essa garantia passa a ppm.

Para o MAP Purificado, ao aplicar via fertirrigação 100g para cada m³ de água irrigada estaríamos aplicando 61 ppm de P_2O_5 e multiplicando pelo fator 0,73 para converter em H_2PO_4^- teríamos 44,5 ppm.



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Usando um exemplo de uma lâmina de rega de $4\text{mm} = 40\text{m}^3/\text{há}$, e mantendo $100\text{g}/\text{m}^3$, seria uma fertirrigação com 4kg de MAP Purificado naquela rega e o fornecimento de $44,5\text{ ppm}$ de H_2PO_4^- . Essa dose é ajustável de acordo com a textura do solo. Se o solo for por exemplo franco arenoso em que entre 40 a 50 ppm seja o desejado, estaríamos com as doses de Fósforo já em excelente nível de concentração na solução do solo. Por outro lado, para solos argilosos haveria excesso em quase 50% a mais do que o desejado e bastaria usar metade da dose e usando a **Regra de Ouro da Fertirrigação** iríamos reduzir a dose e mantendo a mesma lâmina do exemplo acima para apenas $50\text{g}/\text{m}^3$ e assim $50\text{g} \times 40\text{m}^3 = 2\text{ kg}$ de MAP Purificado por hectare para aquela rega e fornecermos cerca de 22 ppm de H_2PO_4^- porque $61 \times 0,73 = 44,5$ e metade da Regra de Ouro é cerca de 22 ppm de H_2PO_4^- . Essa regra de ouro é na prática uma regra de 3 simples em que **$100\text{g}/\text{m}^3$** de quaisquer fertilizantes comerciais solúveis que apresentam suas garantias de nutrientes em **%** e nessa concentração essas garantias passam a **ppm** (parte por milhão). O dobro da regra de ouro seria $200\text{g}/\text{m}^3$ e assim também dobram as garantias dos nutrientes fornecidos em proporcionalidade simples para fácil decisão das doses a aplicar via fertirrigação e sempre proporcional ao volume de rega em m^3 . As irrigações normalmente são manuseadas em tempo e sabendo a vazão dos emissores ou do projeto de irrigação, chegaremos ao volume em m^3 da área irrigada.

Justificativa matemática para a **Regra de Ouro da Fertirrigação** é que a ordem de grandeza de 1g dividido por $1.000 = \text{mg}$. No sentido contrário $1\text{g} \times 1.000 = 1\text{kg}$. A diferença entre 1 mg para 1 kg é de $1\text{ milhão } 1.000.000$. Então, $1\text{mg}/\text{kg} = 1\text{ ppm}$. Multiplicando ambos, o numerador e o denominador por 1.000 , teremos a unidade em kg/ton , que também vale o mesmo ppm. Como trabalhamos com solução para uso via irrigação vamos manter a mesma ordem de grandeza dos fertilizantes sólidos-solúveis de tons para a versão em volume em m^3 . Assim $1\text{g}/\text{m}^3 = 1\text{ ppm}$. Como os fertilizantes comerciais apresentam suas garantias de nutrientes em **%** vamos cortar 2 zeros do milhão no denominador ou adicionar 2 zeros ao numerador. Portanto, $100\text{g}/\text{m}^3$ passou a ser a Regra de Ouro da proporção que converte **%** em ppm.

Lembrando que na mesma fertirrigação usando MAP Purificado há fornecimento de N, cuja concentração original nesse fertilizante é de 12% .



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Se usarmos a Regra de Ouro da Fertirrigação original estaríamos fornecendo junto com o Fósforo, 12 ppm de N ou na dose reduzida pela metade de 50g/m³, apenas 6 ppm de N.

Esse Fósforo aplicado, poderá facilmente ser imobilizado em solos de textura média e argilosa, na medida que o solo seca e com novas irrigações reidratando, apenas uma fração desse Fósforo retorna à solução do solo, pedindo novas aplicações, porém em doses suaves. Já em solos arenosos o Fósforo poderá ser lixiviado e para minimizar essas perdas as lâminas de rega devem ser fracionadas, mas essas lixiviações serão generalizadas para todos os nutrientes e não apenas Fósforo, evidentemente. Pequenas e frequentes doses via fertirrigação é a forma de manejo mais adequada para manter o Fósforo disponível às raízes das plantas.

O monitoramento da solução do solo com coletas através do uso de Extratores de Solução do Solo (ESS) com kit rápido, como o da ilustração abaixo de fita colorimétrica que identifica em apenas 3 minutos em ppm (mg/L) o nível de Fosfato disponível e direciona os ajustes das doses para as fertirrigações seguintes. Coletas podem ser efetuadas 1x a 2x por semana e teremos facilidade em otimizar o fornecimento de fontes solúveis de P via fertirrigações, evitando erros para mais ou para menos, tão comuns com as "receitas de bolo" para aplicar doses pré-estabelecidas em programas de adubações adotadas por muitos agricultores.



Fosfato

Dimenstein



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

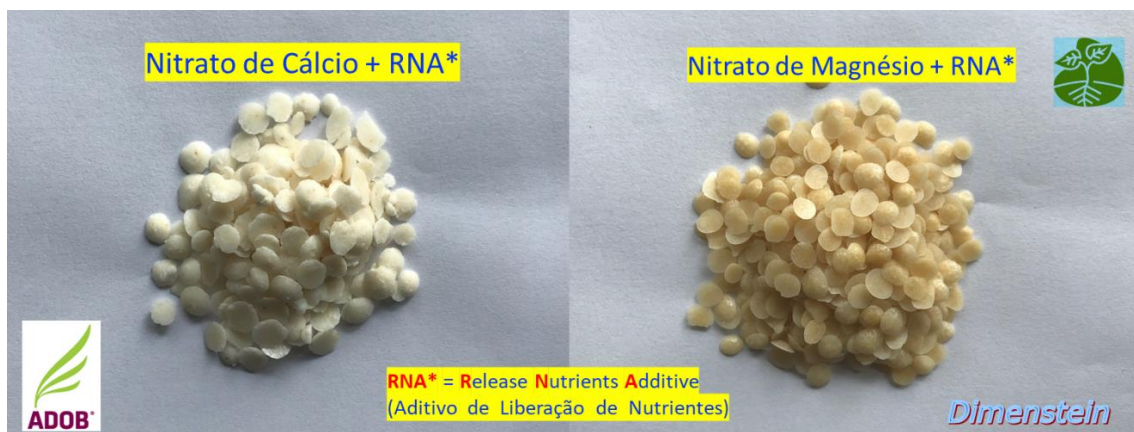
E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Inovação com **RNA*** "**Release Nutrients Additive**" (não é ácido ribonucleico).

A influência do novo aditivo RNA* "**Release Nutrients Additive**", na liberação de nutrientes presos nas argilas e incluindo o Fosfato.

A grande novidade em tecnologia agrônômica para fertirrigação é uma cadeia longa de aminoácidos solúveis que ao ser aplicado via fertirrigação e infiltrando no solo passa a formar um agente quelante biodegradável que tem a capacidade de quelatizar os nutrientes que estejam presos nas argilas e liberá-los para as raízes absorverem. Os aminoácidos são então precursores de um quelante de alta eficiência e sua ação é impetuosa na liberação de cátions bivalentes, mas curiosamente tem ação também em Potássio que é cátion monovalente e mais surpreendentemente na liberação de Fosfatos que é ânion e nesse caso temos perguntas ainda sem respostas claras sobre o mecanismo de ação. Jogando com palavras e criando siglas, essa cadeia longa de aminoácidos recebeu a sigla **RNA*** que não é nesse caso ácido ribonucleico, mas sim as iniciais em inglês de "**Release Nutrients Additive**", ou seja, Aditivo de Liberação de Nutrientes. Assim esse RNA* passou a ser um aditivo para enriquecer fertilizantes solúveis usados para fertirrigação. A empresa polonesa ADOB é detentora da patente e desenvolveu alguns fertilizantes exclusivos dentro da família de NPK + Micros + RNA* e também incorporando dentro dos grãos de Nitratos de Magnésio e de Nitrato de Cálcio esse RNA*. A eficiência desse aditivo é surpreendente promovendo a liberação de nutrientes imobilizados nas argilas.





Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

Exemplos com algumas poucas fórmulas de **NPK + Micros + RNA*** que sugerimos para uso via fertirrigação e muitas outras podem ser elaboradas nesse estilo, variando nas composições e proporções de NPK e do coquetel de Micros.

NPK05-05-45	+7100ppmMicros(B1000;Fe1000;Mn2000;Zn1800;Cu1000;Mo300)+3%RNA*
NPK23-03-23	+7000ppmMicros(B1000;Fe1000;Mn2000;Zn1800;Cu1000;Mo200)+3%RNA*
NPK18-18-18	+7000ppmMicros(B1000;Fe1000;Mn2000;Zn1800;Cu1000;Mo200)+3%RNA*
NPK16-06-36	+4200ppmMicros(B500;Fe1000;Mn1000;Zn1000;Cu500;Mo200)+2%RNA*

A nova geração de fertilizantes solúveis enriquecidos de alta eficiência agrônômica, se destina ao uso via fertirrigação manuseada por pessoal treinado para ajustar doses e efetuar as escolhas dos fertilizantes adequados baseados em monitoramento da solução do solo. As aplicações sem monitoramento podem causar desperdícios entre outras dificuldades de ajustes úteis como de pH e CE para otimizar a eficiência nutricional.

Fosfatos solúveis como complementos foliares tampão para pH ideal

Fosfatos solúveis são excelentes opções via foliar por sua alta mobilidade no floema servindo de alternativa complementar ao suprimento via solo pelas raízes por sua também alta mobilidade no xilema.

Os Ortofosfatos em solução possuem alto poder tamponante e fertilizantes solúveis clássicos ricos em Fósforo são os conhecidos MKP (00-52-34) e MAP Purificado (12-61-00), ambos possuem pH entre 4,5 a 5,0. Esses fertilizantes são também as matérias primas mais usadas para elaborar formulações solúveis de NPK e garantindo um pH estável em solução e compatível com a grande maioria dos fertilizantes e pesticidas que irão usufruir desse excelente nível de pH das caldas de pulverizações.

Outras versões de Fosfatos ainda mais ácidos são PeKacid (00-60-20) e Ureia Fosfato (17-44-00) com ação mais agressiva para redução de pH e cujas doses devem ser usadas com cautela para evitar extremos no manuseio do



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

pH desejado, e pode ser bom em águas duras e alcalinas, desde que monitorada.

As doses para atingir o pH desejado e ao mesmo tempo suprir um complemento de Fosfatos via foliar são aplicadas em concentrações entre 0,5% a 1% do volume de calda em pulverizadores de altos volumes.

Para pulverizadores de baixo volume ou por avião, as concentrações aumentam entre 3% a 6% do volume de calda, ou de acordo com testes.

Exemplos de fertilizantes solúveis **NPK + Micros** para uso via foliar em que duas das fórmulas são muito ricas em Fósforo:

Foliar12-12-32	+15250ppmMicros(B1000;Fe1000;Mn7000;Zn4000;Cu2000;Mo250)
Foliar06-16-36	+20000ppmMicros(B2000;Fe1000;Mn10000;Zn5000;Cu1500;Mo500)
Foliar04-40-10	+40000ppmMicros(B3500;Fe1000;Mn20000;Zn10000;Cu5000;Mo500)
FoliarNPK-BRIX03-30-30	+23000ppmMicros(B2000;Fe2000;Mn10000;Zn5000;Cu3500;Mo500)

A fórmula mais rica em P é também a mais poderosa com um fortíssimo coquetel de micronutrientes **04-40-10 + 40000 ppm de Micros**, se destina a todos os cultivos para aplicações foliares durante a fase fenológica vegetativa que garante um vigor fabuloso.

A fórmula chamada de **NPK-BRIX03-30-30 + 23000 ppm Micros** foi cuidadosamente elaborada para a fase final de 1 a 2 meses antes da colheita com os nutrientes limitantes no metabolismo da formação dos açúcares nas plantas durante a maturação. Fornece P para formação de ATP para ter energia na quebra dos açúcares polissacarídeos de cadeia longa para formar sacarose, glicose e frutose; também rica em K que é ativador de muitas enzimas durante a maturação; e o forte coquetel de micronutrientes que muitas vezes são negligenciados nessa última fase dos cultivos e também atuam na ativação enzimática e pigmentação e podem ser limitantes.

O importante é ter o pH em solução em níveis desejados e tamponantes para permitir uso conjunto principalmente com defensivos pesticidas em geral que é uma prática



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

Rua Dr. Adriano de Oliveira 287, Apt.113, Vila Helena – Jundiaí – SP, CEP: 13206-703

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Fone/Celular: (11) 97622-6190

rotineira e assim ficará com maior nível de sinergia e compatibilidade. O maior cuidado em misturas é evitar Cálcio com Fósforo que são reativos e precipitam.

Ação Fitossanitária

MKP é um fertilizante que também tem ação fitossanitária contra Oídio via foliar e é comum utilizar de forma preventiva ou curativa em hortaliças em geral e em fruticultura.

PeKacid é um fertilizante rico em PK e com pH entre 2,0 a 2,5 tampão e que age com o efeito de "**choque de pH**" como um dos fertilizantes foliares para controle fitossanitário de muitas pragas e doenças, e publicada a patente Dimenstein (2013), link:

<http://appft.uspto.gov/netacgi/nph-Parser?Sect1=PTO1&Sect2=HITOFF&d=PG01&p=1&u=%2Fnetacgi%2FPTO%2Fsrchnum.html&r=1&f=G&I=50&s1=%2220130130896%22.PGNR.&OS=DN/20130130896&RS=DN/20130130896>

A viabilidade de uso foliar de fertilizantes PK para ação fitossanitária pela ação de pH extremos, seja muito ácido ou muito alcalino, somente tem eficiência em sequências de aplicações em altos volumes porque necessita molhar bem o patógeno ou praga por ação de contato por um período de 30 a 60 minutos. Baixos volumes não serão efetivos para esse método de choque de pH. Obrigatoriamente deve ser baseado em produtos PK porque ambos os nutrientes têm alta mobilidade no floema, evitando queimas em aplicações sucessivas e sem risco de toxidez que outros produtos de pH extremos certamente causariam.