



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

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

E-mail: luz.dimenstein@fertirrigar.com

Celular: (11) 97622-6190

Customizar Fórmulas de NPK para Fertirrigação e Foliar

Inovações nesse segmento que ficou estagnado por décadas

Em inglês se usa a expressão “*tailor-made formulas*” ou seja, feitas sob medida, por encomenda, customizadas.

Temos para NPK excelentes matérias primas solúveis e compatíveis para escolher como montar misturas tais quais Ureia, Nitrato de Amônio, Sulfato de Amônio, MAP purificado, MKP, PK ácido, KCl, SOP, Nitrato de Potássio, entre as mais populares e facilmente encontradas no mercado.

Cada matéria prima tem suas vantagens e desvantagens agronômicas. Têm influência no pH da solução do solo, na salinidade (CE – Condutividade Elétrica), no íon acompanhante, sinergia ou antagonismo, nos custos do fertilizante final elaborado.

A maioria das fórmulas NPK aceita enriquecimentos com micronutrientes e de preferência com os micros catiônicos (Fe, Cu, Mn e Zn) quelatizados, e aditivos diversos a escolher no grupo dos Bioestimulantes que incluem ácidos orgânicos (húmicos, fúlvicos), extratos de algas, reguladores de crescimento (auxinas, giberelinas, citocinina), aminoácidos, etc.

A mais recente novidade entre os aditivos é uma longa cadeia de aminoácidos solúvel que é precursora de um novo quelante biodegradável. Os aminoácidos aplicados via fertirrigação e após infiltrar no solo úmido será hidrolisado para formar um precursor de um novo quelante e este irá por afinidade capturar facilmente os cátions que estiverem presos nas argilas do solo e então liberá-los para as raízes. Assim que chamamos agora essa inovação pelas iniciais **RNA*** que não é o conhecido ácido ribonucleico, mas sim a sigla em inglês “**Release Nutrient Additive**” ou traduzindo para português “Aditivo de Liberação de Nutrientes”. A grande virtude desse aditivo RNA* é para uso via fertirrigação em solos de texturas médias e



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

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

E-mail: lujz.dimenstein@fertirrigar.com

Celular: (11) 97622-6190

argilosas, onde os nutrientes adsorvidos nas argilas, principalmente os cátions seriam liberados pela quelatização e este disponibilizará esses nutrientes para as raízes. Em ensaios preliminares, o aumento dos cátions na matéria seca das plantas aumentou entre 25% a 170% em relação a similar tratamento sem uso do RNA*. A curiosidade é que na matéria seca houve também aumento de cerca de 50% de Fósforo e sabemos que fosfato por ser ânion não quelatiza e o volume e comprimento das raízes tiveram estímulos de crescimento entre 25% a 35% acima da testemunha fertirrigada com fertilizantes sem RNA*. A explicação para o caso do Fósforo fica em aberto para a pesquisa no futuro justificar o mecanismo. Esse aditivo RNA* terá pouca eficiência em solos mais arenosos porque as areias não têm capacidade de retenção nem para cátions e nem para fosfatos e todos os nutrientes são facilmente lixiviados.

Outra novidade é em relação a Ureia microcristal que é um processo de ter essa excelente fonte de Nitrogênio em granulometria próxima a um grão farelado (quase pó) e 100% solúvel, mas sem o efeito higroscópico da Ureia tradicional granulada ou prill. O problema da Ureia tradicional é que forma grãos de tamanho grande e que em misturas com outras matérias primas, precisa ser moída e isso aumenta a sua higroscopicidade e mesmo com uso de anticaking ou o chamado antiempedante, mesmo assim em formulações ricas de N, formam facilmente agregados ou blocos dentro da sacaria, embora esse seja um problema mais estético porque ao dissolver no tanque para aplicações via fertirrigação se forma uma solução normalmente.

Ureia deve ser evitada em fórmulas para hidroponia porque a Ureia libera NH_2 que é chamado quimicamente de Amina e essa forma de Nitrogênio é instável e sem carga elétrica, mas as raízes só absorvem íons, seja cátions ou ânions. Apenas no solo a Amina ganha Hidrogênios e se converte para NH_3 chamada de **Amônia** que é volátil e logo depois poderá ganhar mais um H, se estiver infiltrado dentro do solo sem risco de evaporar para formar NH_4^+ chamada de **Amônio** e nesse momento passa a ser um cátion e as raízes já podem absorver. Na próxima etapa grupos de bactérias de solo (Nitrosomonas, Nitrosospiras e depois Nitrobacters) fazem a transformação do Amônio para N, NO, NO_2^- e finalmente NO_3^- no processo de nitrificação.



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

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

E-mail: lujz.dimenstein@fertirrigar.com

Celular: (11) 97622-6190

Eficiência do Fósforo nas fórmulas. É um tema polêmico. Ao contrário da agricultura de sequeiro que tradicionalmente pratica a fosfatagem em doses elevadas nas adubações de fundação, o cenário na agricultura irrigada muda radicalmente. As fontes de P nos fertilizantes convencionais de solo são de baixa solubilidade e mesmo as frações solúveis ficam imobilizadas nas argilas com baixa disponibilidade para absorção pelas raízes. Além dessa característica de forte atração dos fosfatos pelas argilas, temos o complicador pH em que o fosfato fica em intervalo muito limitado na forma de ortofosfato que é a forma que de fato as raízes assimilam e em $\text{pH} < 5,7$ aparece na solução do solo Alumínio que reage precipitando Fosfato de Alumínio insolúvel. Em pH ainda mais ácido < 5 além de Alumínio, o fosfato reage também com Manganês e Ferro, formando compostos insolúveis. No ambiente alcalino com $\text{pH} > 7,5$ a reação se dá principalmente com Cálcio formado Fosfato de Cálcio também insolúvel e nessa tendência de alcalinidade o ortofosfato H_2PO_4^- perde um H para se tornar pirofosfato HPO_4^{2-} que é bivalente e não assimilável pelas raízes. Nesse contexto, além de monitorar o intervalo de pH na solução do solo, passa a ser a chave da disponibilidade do fosfato, essa disponibilidade tem longevidade curta. Não devemos contar que a aplicação de alguma fórmula solúvel que contenha P e tenha sido aplicado via fertirrigação na semana anterior, continue disponível para as raízes na semana seguinte porque é mais provável que esse P fique imobilizado nas argilas ou fique logo indisponível por outros fatores. Então qual o manejo que deve ser adotado para P via fertirrigação? Uma das respostas é usar fórmulas solúveis com baixo teor de P em doses suaves e frequentes e quanto mais frequentemente aplicar melhor porque o P solúvel aplicado nas fertirrigações ficarão disponíveis por períodos curtos enquanto o solo estiver úmido, porém depois que o solo vai secando, as argilas prendem o fosfato e nova irrigação para hidratar o solo irá liberar pouco do P que ficar preso nas argilas.

O fator custo também pesa porque fosfatos solúveis são matérias primas bastante caras entre os fertilizantes solúveis e, portanto, fórmulas NPK com baixo P além de mais baratas são mais eficientes e minimiza desperdícios. Comparando uma fórmula tradicional balanceada 19-19-19 em que os 19 de fósforo terão certamente baixo aproveitamento e tende a encarecer as fórmulas. Sugerimos a alternativa 24-04-24, mantendo o equilíbrio entre N e K, reduzindo o P porque a baixa eficiência do P faz com que o mais importante seja a frequência de aplicações do P e não a concentração



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

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

E-mail: luz.dimenstein@fertirrigar.com

Celular: (11) 97622-6190

desse nutriente nas fórmulas. Expandindo dentro dessa fórmula 24-04-24 como exemplo, algumas variações nas matérias primas e enriquecimentos com aditivos e micronutrientes vejam abaixo:

- 24-04-24 - fórmula básica com *blend* de Ureia + MAP Purificado + KCl e pH suavemente ácido entre 5,5 e 6.
- 24-04-24 - na versão mais ácida com pH entre 3,5 e 4 com a substituição do MAP Purificado por PeKacid que é uma fonte de PK mais ácida e com poder tampão.
- 25-05-25 - Substituindo KCl por KNO₃ (Nitrato de Potássio) e opcional de escolha entre as fontes de P entre MAP Purificado e PeKacid para ajustar o nível de pH final.
- 23-03-23 - Nessa fórmula se sacrifica 1 unidade de cada item do NPK em relação a versão original 24-04-24 para que haja espaço de adicionar um coquetel de Micros com os cátions quelatizados e aditivos como RNA* ou extratos de algas, etc.

As manipulações com diferentes matérias primas devem ser ajustadas de acordo com as situações caso a caso para customizar de acordo com a qualidade da água de irrigação, sabendo do pH, salinidade, nível de dureza, sensibilidade dos cultivos a Cloretos, além de aproveitar a oportunidade de suprir micronutrientes podendo dar ênfase a micros específicos e aditivos diversos que podem “pegar carona” nas aplicações de NPK.

Algumas sugestões de fórmulas NPK solúveis são: 16-08-32; 06-06-46; 10-10-40; 25-15-15; e muitas outras podem ser elaboradas, customizadas e ajustadas por encomenda e enriquecidas. Alguns exemplos entre tantas opções de formulações NPK enriquecidas para uso via fertirrigação:

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*



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

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

E-mail: luz.dimenstein@fertirrigar.com

Celular: (11) 97622-6190

Observem que ao lado de diferentes proporções de NPK, sugere-se adição de um forte coquetel de micronutrientes expressos em ppm o somatório e a composição de cada um dos 6 micros entre parênteses e que 4 desses micros são catiônicos e quelatizados, normalmente com EDTA, mas com opcionais de usar outros quelantes de forma customizada, tais quais DTPA, IDHA, HBED. Por ser para uso via fertirrigação, inclui-se também o novo aditivo a base de aminoácidos que chamamos de **RNA*** (**Release Nutrient Additive**) que precursor solúvel de um quelante que agirá no solo com aditivo de liberação de nutrientes que estejam presos nas argilas.

As diferentes proporções para NPK são as opções para usar em diferentes fases fenológicas.

Na customização, pode-se escolher as matérias primas para NPK, o nível de pH desejado em solução, o nível de salinidade (CE), também priorizar os níveis de cada microelemento, aumentando ou diminuindo quaisquer deles, e o teor de RNA* também pode ser reforçado, e isso é desejável, para quem for fertirrigar em solos mais argilosos.

O que esperar do futuro em inovações para *blends* de NPK?

NPK com Polyfosfato + Acidificante tampão com opcionais de micronutrientes + RNA* ou outros aditivos - Foi desenvolvida uma nova matéria-prima baseada em Polyfosfato + PeKacid cujo resultado tem o pH suavemente ácido ~6. Serve perfeitamente para formar fórmulas solúveis de NPK com baixo teor de Fósforo porque será mais eficiente e mais disponível às raízes por ter menor adsorção nas argilas.

Polyfosfatos são combinações a partir de Bifosfatos, podendo ser Trifosfatos, etc. Esses compostos ricos em Fósforo podem de preferência ter como íon acompanhante o Potássio ou Amônio, se for para uso agrícola, mas é comum na indústria alimentícia, farmacêutica e de cosmética por ter os íons acompanhantes como Sódio, Cálcio ou outros. Esses polyfosfatos não se prendem nas argilas e devem ser decompostos no solo para a forma de ortofosfatos e serem aproveitados pelas raízes e isso só pode ocorrer em uma faixa estreita de pH. Originalmente os polyfosfatos são alcalinos e nas versões puras não servem para a agricultura. Suas



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

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

E-mail: lujz.dimenstein@fertirrigar.com

Celular: (11) 97622-6190

combinações com acidificantes e que de preferência tenham poder tamponante em certas proporções pode trazer o pH ajustado para próximo a 6 e essa é a chave do problema. Polyfosfatos geralmente, têm altíssima solubilidade entre 1,5 a 2 kg/Litro de água. A combinação dessas matérias primas devem ser incluídas em outros *blends* de NPK para formar sempre NPK de baixo P porque sua eficiência será muito mais alta do que qualquer outra opção de P no mercado e assim podemos manipular os outros nutrientes N e K de modo a compor formulações para todas as fases fenológicas de qualquer cultivo irrigado mantendo baixo P com alta eficiência e jogando com as proporções variáveis de N e K.

Exemplos de NPK com Polyfosfato + acidificante, cujo P estará livre nas argilas: 05-**05**-45; 15-**05**-35; 23-**10**-23

Esses fertilizantes NPK serão de grande contribuição para aumentar a eficiência de absorção dos Fosfatos. Essas fórmulas também podem ser enriquecidas com micronutrientes quelatizados e com aditivos como RNA* e outros de modo similar ao descrito anteriormente e esses enriquecimentos são formas inteligentes de otimizar aplicações via fertirrigação.

Para uso foliar, contudo, fórmulas NPK podem conter de forma opcional médios e altos teores de Fosfatos que nesse caso são bem vindos e com benefícios importantes para suprir P complementar para as plantas, além de melhorar o poder tampão da solução pulverizada e que geralmente leva misturas com outros produtos no mesmo tanque de pulverização tais quais outros nutrientes, pesticidas e bioestimulantes. Alguns exemplos de poderosas fórmulas NPK enriquecidas com fortes coquetéis de micronutrientes e cujos cátions devem ser quelatos para otimizar a compatibilidade em misturas com outros produtos e ter excelente penetração foliar.

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)



Dimenstein Consultoria

Tecnologia em fertirrigação e nutrição vegetal

CNPJ: 02.281.449/0001-09

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

E-mail: luiz.dimenstein@fertirrigar.com

Celular: (11) 97622-6190

Todos esses fertilizantes foliares, assim como os anteriores citados para uso via fertirrigação são 100% solúveis em água com elevado grão de pureza.

Nesses exemplos na tabela acima temos duas fórmulas para a fase de enchimento de frutos, de tubérculos, de grãos ou fase intermediária para cana de açúcar, que são 12-12-32 ou 06-16-36. Ambas com fortes coquetéis de micronutrientes.

A fórmula mais rica em P é também a mais poderosa com um fortíssimo coquetel de micronutrientes e se destina a todos os cultivos para aplicações foliares durante a fase fenológica vegetativa que garante um vigor fabuloso.

A fórmula chamada de BRIX03-30-30 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. Esses micronutrientes podem ser customizados e ajustados sob demanda de acordo com escolha de quelantes diferentes e concentrações desejadas para dar algum reforço nos elementos que sejam mais importantes para cada cultivo e aqui são apenas exemplos.

Muitas outras formulações para uso foliar podem ser elaboradas com reforços em alguns elementos macros e micros desejados. 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 rotineira e assim ficará com maior nível de sinergia e compatibilidade.

M.Sc.Agr. Luiz Dimenstein

Eng. Agrônomo Especialista em Fertirrigação e Nutrição Vegetal