



IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO EM FRUTEIRAS

Luiz Dimenstein

João Tomé de Farias Neto



Copyright © FRUTAL 2008

Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Instituto de Desenvolvimento da Fruticultura e Agroindústria – Frutal

Av. Barão de Studart, 2360 / salas 1304 e 1305 – Dionísio Torres

Fortaleza – CE

CEP: 60.120-002

E-mail: geral@frutal.org.br

Site: www.frutal.org.br

Tiragem: 100 exemplares

EDITOR

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO DA FRUTICULTURA E AGROINDÚSTRIA – FRUTAL

DIAGRAMAÇÃO E MONTAGEM

ANGELO RONCALLI SANTOS PALÁCIO

RUA QUATROCENTOS E DEZ Nº 94 – 2ª ETAPA – CONJUNTO CEARÁ – FORTALEZA/CE

FONE: (85) 3294-9806 / 8803-4676

Os conteúdos dos artigos científicos publicados nestes anais são de autorização e responsabilidade dos respectivos autores.

Ficha Catalográfica

Dimenstein, Luiz.
Irrigação e fertirrigação em fruteiras. / Luiz Dimenstein, João Tomé de Farias Neto. – Fortaleza: Instituto Frutal, 2008.
134 p.

1. Fruta – Irrigação. 2. Fertirrigação. I. Farias Neto, João Tomé de. II. Título.

CDD 631.587



APRESENTAÇÃO

A terceira edição da **Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria - FRUTAL AMAZÔNIA** realizado em conjunto com a **VIII FLOR PARÁ**, disponibiliza nove cursos técnicos que representa o interesse dos participantes da edição de 2007, demonstrado nas avaliações. Esta seleção também contou com a colaboração dos membros das Comissões Técnico – Científicas, formados por representantes das diversas instituições Estaduais e Federais relacionadas com os setores contemplados nos eventos. Fica aqui registrado em nome dos promotores da FRUTAL AMAZÔNIA/VIII FLOR PARÁ o nosso reconhecimento e agradecimento a cada membro das Comissões que não mediram esforços para contribuir com a qualidade técnica do conteúdo dos temas aqui abordados.

São oito cursos técnicos com carga horária de 12 horas/aula e um curso especial com 16 horas/aula com temas voltados para fruticultura, floricultura e agroindústria, que potencialmente são explorados na Região Amazônia. Para ministrá-los foram selecionados profissionais de destaque no cenário nacional.

Esta Apostila objetiva ser um instrumento de orientação durante o curso, como também, uma futura fonte de pesquisa do tema abordado. Orientamos os instrutores a destacarem os assuntos mais recentes relacionados com cada tema, dando uma conotação mais prática e uma linguagem voltada para o pequeno agricultor.

A **FRUTAL AMAZÔNIA/VIII FLOR PARÁ** é fruto de uma parceria vitoriosa do INSTITUTO FRUTAL com Governo do Estado do Pará, somado ao patrocínio/apoio dos diversos órgãos/ instituições Federais e Estaduais que tenham relação com o setor rural. Portanto, é uma parceria que visa o desenvolvimento do setor e este ano em particular, tivemos o cuidado de desenvolver uma programação técnica orientando e recomendando a todos os convidados a importância de sintonizarem cada tema abordado com o tema central dos eventos: **“CIDADANIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL”**.

Esperamos portanto, que esta Apostila transforme-se em um instrumento de pesquisa e aperfeiçoamento para cada participante do curso que nos honrou com sua presença durante a FRUTAL AMAZÔNIA/VIII FLOR PARÁ.

Cordialmente,

Antonio Erildo Lemos Pontes
Coordenador Técnico da FRUTAL



COMISSÃO EXECUTIVA

SAGRI

Cássio Alves Pereira – *Secretário de Estado*
Oswaldo Moraes de Matos – *Diretor Técnico*
Dulcimar de Melo e Silva – *Gerente Executiva de Floricultura, Olericultura, Plantas Medicinais e Agricultura Orgânica*
Luis Roberto Cordeiro Sodré – *Gerente Executivo de Fruticultura*
Genoír Pilonetto – *Coordenador do Seminário de Agricultura Familiar*
José Sinval Vilhena Paiva – *Coordenador das Caravanas de Produtores da Agricultura Familiar*

INSTITUTO FRUTAL

Euvaldo Bringel Olinda – *Presidente*
Fernando Antonio Mendes Martins – *Diretor Geral*
Antonio Erildo Lemos Pontes – *Diretor Técnico e Coordenador Técnico da FRUTAL AMAZÔNIA*
Janio Bringel Olinda – *Diretor Administrativo*

COMISSÃO TÉCNICA – FRUTAS E AGROINDÚSTRIA

Adalberto Ribeiro Menezes CITROPAR	Ivan Saiki CAMTA	Otávio César Durans de Oliveira SFA-PA/MAPA
Adna Cardoso SEMA	Ivete Teixeira da Silva IESAM	Paulo Augusto Lobato da Silva EMATER-PARÁ
Ailton Pires de Lima <i>Organização Social Escola Trabalho e Produção do Pará</i>	Jorge Antônio Bittencourt AMAT	Péricles Diniz F. de Carvalho SEBRAE-PA
Alessandra dos Santos Lopes UFPA	José Augusto Mesquita Viégas SESCOOP-PA/OCB	Raimundo Nonato Coelho Souza FETRAF
Ana Gabriela Polaro Serra ADEPARÁ	José Edmar Urano de Carvalho <i>Embrapa Amazônia Oriental</i>	Ronilson Souza Santos <i>Assoc. Técnicos Agrícolas do Pará</i>
Antônio Fernando Palheta CEASA	José Hermínio Feio COOPFRUT	Rosana Cardoso Rodrigues <i>Escola Agrotéc. Federal Castanhal</i>
Augusto Rodrigues ITAM	José Paulo Chaves da Costa CREA/PA	Solange Maria Alves Mota Santos FIEPA/SINDFRUTAS
Célia Nascimento dos Anjos SEDECT	José Pereira dos Santos BANPARÁ	Valter Vellasco UFRA
Célio José P. da Costa SEMA	José Sinval Vilhena Paiva EMATER-PARÁ	Vera Burlamaqui Bastos <i>Museu Emilio Goeldi</i>
Edelvira Sinimbú SUDAM	Karina Vilar de Melo CONAB	Wagner Emanuel da Silva Mota <i>Banco da Amazônia S.A.</i>
Elias da Silva Lima AEAPA	Luis Augusto Lima Nogueira <i>Banco do Brasil S.A.</i>	Walnice Nascimento <i>Embrapa Amazônia Oriental</i>
Eutíquio Araújo Dantas SEDECT	Luis Roberto Cordeiro Sodré SAGRI	William Malheiros Morais FETAGRI
Fernando Antônio Teixeira Mendes CEPLAC	Márcia Sueli Castelo Branco Bastos PARATUR	Williams Went Faraco FAEPA
Francília da Silva Campos <i>Organização Social Escola Trabalho e Produção do Pará</i>	Maria de Nazaré Chaves <i>Associação Comercial do Pará</i>	
Henriqueta da Conceição Brito Nunes UEPA	Nelson de Oliveira Leite ADEPARÁ	

Semana da Fruticultura, Floricultura e Agroindústria – FRUTAL AMAZÔNIA / VIII Flor Pará

26 a 29 de junho de 2008 – HANGAR - Centro de Convenções e Feiras da Amazônia
Belém – Pará – Brasil



COMISSÃO TÉCNICA – FLORES

Adna Cardoso SEMA	Eufúquio Araújo Dantas SEDECT	Luis Augusto Lima Nogueira Banco do Brasil S.A.
André Cardoso ADEPARÁ	Guairacá Sobral FAEPA	Luiza Hitomi Igarashi Nakayama CEPLAC
Arlena Maria Moraes APP	Heliana Brasil UFRA	Márcia Sueli Castelo Branco Bastos PARATUR
Armando Soares Furtado COOPSANT	Henriqueta da Conceição Brito Nunes UEPA	Marcilene Matos da Silva Escola Trabalho e Produção
Armínio do Vale APO	Ivete Teixeira da Silva IESAM	Maria de Nazaré Chaves Associação Comercial do Pará
Carlos Oliveira AFLORBEN	Jader Carvalho PARAFLORE	Marli Costa Poltronieri Embrapa Amazônia Oriental
Cassandra Saíra Loureiro Lobato FIEPA	Jorge Antônio Bittencourt AMAT	Martha Parry de Castro M. Nogueira SFA/PA
Célia Nascimento dos Anjos SEDECT	José Augusto Mesquita Viégas SESCOOP-PA/OCB	Natalina Machado Vale TROPISAN
Célio José P. da Costa SEMA	José Paulo Chaves da Costa CREA/PA	Paulo Elison Maia Banco da Amazônia S.A.
Domingos Sávio Moraes Tavares Escola Agrotéc. Federal Castanhal	José Pereira dos Santos BANPARÁ	Ronilson Souza Santos Assoc. Técnicos Agrícolas do Pará
Dulcimar de Melo e Silva SAGRI	José Sinval Vilhena Paiva EMATER-PARÁ	Vera Burlamaqui Bastos Museu Emilio Goeldi
Edelvira Sinimbú SUDAM	Julianne Moutinho Marta SEMMA	William Malheiros Moraes FETAGRI
Elias da Silva Lima AEAPA	Katia Souza Khayat ALÇAFLORE	Yossef Khayat Unidade Produtor
Érika Bezerra SEBRAE-PA	Kleber Farias Perotes EMATER-PARÁ	
Erivaldo Oliveira APHAURI	Lucival Solin de Carvalho Chaves EMATER-PARÁ	

SUMÁRIO

FERTIRRIGAÇÃO E NUTRIÇÃO VEGETAL

1. INTRODUÇÃO	8
2. NUTRIGAÇÃO – É MAIS DO QUE FERTIRRIGAÇÃO	9
3. DEFINIÇÃO PARA FERTIRRIGAÇÃO, HIDROPONIA E NUTRIÇÃO FOLIAR	9
4. CARACTERÍSTICAS DO CULTIVO COM FERTIRRIGAÇÃO	10
5. TÉCNICAS DE CULTIVO SEM SOLO OU HIDROPONIA	12
5.1. O CULTIVO EM SUBSTRATOS	12
6. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	13
6.1. IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO	13
6.2. IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO	19
6.3. IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO COM AUTOMAÇÃO	20
7. A QUALIDADE DA ÁGUA PARA AGRICULTURA	21
7.1. MEDIÇÕES DO pH	23
8. MÉTODO DE MONITORAMENTO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO SOLO COM KITS RÁPIDOS PARA MANEJO DE FERTIRRIGAÇÃO	25
8.1. INSTRUÇÕES DE USO PASSO A PASSO DOS PRINCIPAIS KITS RÁPIDOS DISPONÍVEIS	26
8.2. A COLETA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO SOLO	31
8.3. FREQUÊNCIA DE COLETA DE DADOS	31
8.4. IMPORTÂNCIA SECUNDÁRIA DA EXATIDÃO DOS TESTES RÁPIDOS DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO SOLO	33
9. ANÁLISE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO SOLO	37
10. A SOLUÇÃO NUTRITIVA	50
11. CRITÉRIO DE DOSAGEM: kg/HECTARE – g/PLANTA – g/m ³	53
12. O PROBLEMA DO CÁLCIO E O “FUNDO PRETO”	55
13. FERTILIZANTES ESPECÍFICOS PARA FERTIRRIGAÇÃO	56
14. DETALHES DE ALGUNS FERTILIZANTES SOLÚVEIS PARA FERTIRRIGAÇÃO	58
15. COMPATIBILIDADE EM MISTURAS DE FERTILIZANTES	60
16. NUTRIÇÃO FOLIAR	60
17. OS PRINCIPAIS QUELANTES EDTA, DTPA E EDDHA	70
18. SLIDES	71



**DADOS PRELIMINARES PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS EM AÇAIZEIRO SOB IRRIGAÇÃO EM
TERRA FIRME NO ESTADO DO PARÁ**

1. INTRODUÇÃO	123
2. PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DO AÇAIZEIRO EM TERRA FIRME	124
3. CARACTERIZAÇÃO, LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO	125
4. CARACTERIZAÇÃO DAS FAMÍLIAS USADAS NO TESTE	126
5. ESTIMATIVAS DO CONSUMO DE ÁGUA POR TOUCEIRA EM AÇAIZEIRO – TOMÉ-AÇU (PA)	127
6. CARACTERÍSTICAS MORFO-AGRONÔMICAS OBSERVADAS NO EXPERIMENTO	127
6.1. AÇAIZEIRO IRRIGADO – AOS 5 ANOS	127
6.2. AÇAIZEIRO NÃO IRRIGADO – AOS 5 ANOS	127
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	130
CURRÍCULO DOS INSTRUTORES	133

FERTIRRIGAÇÃO E NUTRIÇÃO VEGETAL

1. INTRODUÇÃO

O manejo nutricional em agricultura irrigada necessita ser repensado. Não há no histórico da agricultura de sequeiro uma evolução tão intensa como as que ocorreram a partir dos anos 60 com o surgimento da irrigação localizada. A **fertirrigação** causou uma verdadeira revolução na química agrícola e os nossos conhecimentos em nutrição vegetal têm aumentado com grande rapidez. A evolução e as novidades na agricultura irrigada têm permitido o cultivo em condições adversas de solo, topografia e clima que transforma regiões secas ou desérticas, em altamente produtivas em diferentes latitudes pelo planeta.

Há assim, duas agriculturas distintas: a agricultura de **sequeiro** e a agricultura **irrigada**. Na irrigada, há também dois tipos: a **localizada** e a **convencional**. Essa última se refere à irrigação por inundação, aspersão, pivô central, ou seja, métodos de irrigação de baixa eficiência onde há certo desperdício de água e que a prática da **fertirrigação** não tem grande eficiência. É na irrigação localizada com **gotejamento** e **microaspersão** que vamos aprofundar o debate e dedicar nossa atenção em técnicas de manejo, onde a nutrição via **fertirrigação** é mais viável, eficiente, eficaz, fácil, dinâmica e deveria ser também "**anti-receita de bolo**" porque as receitas são recomendações típicas da agricultura de sequeiro, quando as aplicações de fertilizantes são limitadas em frequências de aplicações com fundação e uma ou duas coberturas se houverem chances de efetuar-las.

Os equipamentos de irrigação localizada, porém estão fornecendo água em alta frequência ao sistema radicular das plantas, tornando-se um poderoso transportador dos nutrientes que desejamos fornecer, desde que solúveis, e em pequenas doses, sem risco de salinização do solo, respeitando a demanda nutricional por fase fenológica do cultivo e nos permitindo efetuar correções sempre que necessário, como manipular valores de pH com fertilizantes solúveis de tendência ácida, neutra ou alcalina, aumentar ou diminuir teores de N, P, K, Ca, Mg, etc., suprir com mais intensidade alguns nutrientes em fases críticas como P durante a floração, K no enchimento de frutos, N nas fases vegetativas e de frutificação.

A nutrição vegetal evoluiu drasticamente nos últimos anos e as tecnologias disponíveis são um desafio para todos os que são do ramo agrícola para melhor entendimento e manuseio de forma eficiente e econômica. Não importa se no passado, a nossa tradição agrícola conservadora e atrasada foram entraves ao nosso desenvolvimento. Hoje temos alguns pólos agrícolas com tecnologia de primeiro mundo. As mesmas irrigações por gotejamento ou microaspersão encontradas em outros países

desenvolvidos, nós já temos disponíveis no Brasil. Qualquer maquinário ou implemento já está ao nosso alcance. Agora vamos investir de forma intensiva na preparação e capacitação de nossos agrônomos e técnicos para o manuseio e até mesmo o aperfeiçoamento e adaptação às condições locais de tudo o que dispomos.

De nada adianta ter uma maravilhosa semente híbrida com um potencial genético enorme e por fatores limitantes diversos alcançar apenas produtividades abaixo de 50% desse potencial. Quando o fator limitante é água, se investe em sistemas de irrigação; se for nutricional, os fertilizantes adequados podem ser aplicados, e nesse caso não há uma regra básica que seja a mais correta, pois existem diferentes modos de se nutrir uma planta. O bom senso e os testes de campo estão acabando com as tradicionais "receitas de bolo", isso tem que mudar! A agricultura depende de um acesso rápido e eficiente a informações de todos os setores como meteorologia, análises de solo, folha, solução do solo, estatísticas, mercados interno e externo, crédito, etc.

Essa apresentação visa não apenas fornecer informações, mas sim gerar dúvidas. Só quem tem dúvidas corre atrás de encontrar soluções.

2. NUTRIGAÇÃO - É MAIS DO QUE FERTIRRIGAÇÃO

Nova expressão no vocabulário técnico da agronomia. Significa fertirrigação com fertilizantes 100% nutrientes, ou seja, isentos de elementos nocivos como Cloretos, Percloratos, Sódio, Alumínio, metais pesados, etc. Essa nova concepção visa diferir a qualidade dos fertilizantes que estão sendo utilizados pelos agricultores, discriminando a sua composição, sem omitir as origens.

3. DEFINIÇÃO PARA FERTIRRIGAÇÃO, HIDROPONIA E NUTRIÇÃO FOLIAR

Fertirrigação é a aplicação de solução fertilizante através do sistema de irrigação. A **fertirrigação** pode ser aplicada em solo ou na ausência dele. O cultivo sem solo é chamado de **hidroponia**. Os cultivos em substratos também podem ser considerados como **hidroponia**. **Nutrição Foliar** é quando são pulverizados fertilizantes macros e/ou microelementos sobre a parte aérea das plantas. Essas aplicações podem ser feitas individualmente, ou em conjunto com outros fertilizantes, ou até com defensivos químicos compatíveis.

4. CARACTERÍSTICAS DO CULTIVO COM FERTIRRIGAÇÃO

* Quando a **fertirrigação** é equilibrada não há competição entre as plantas vizinhas por água e nutrientes, ou seja, as raízes encontram o suficiente para se nutrir sem limitantes, e as plantas usufruem e desenvolvem o seu potencial máximo. É claro que outros fatores não nutricionais podem prejudicar o desempenho e desenvolvimento das plantas como fatores climáticos ou fitopatológicos, porém a nutrição e a água como limitantes já são bastante conhecidos de todos na agricultura tradicional de sequeiro (não irrigada). O espaçamento passa a ser um critério físico para que permita o acesso do agricultor às plantas para executar os tratos culturais como podas, pulverizações, colheita, etc.

* É possível cultivar em ambientes desfavoráveis de clima e solo.

* Um certo grau de automação é desejável (opcional).

* Exige profissionalismo e conhecimentos básicos de química, biologia e fisiologia da planta. O agricultor leigo pode ter frustrações por desinformação e má utilização de sistemas de irrigação ou manejo inadequado por falta de assistência agrônômica. Altos investimentos em sistemas de irrigação e o uso de bons fertilizantes não garantem sucesso de um projeto.

* Exige cuidados intensivos em relação à solução nutritiva, no preparo, na concentração e no pH desejados.

* Permite a aplicação de quantidades de fertilizantes com maior precisão e distribuição mais uniforme.

* Permite variar a proporção dos nutrientes da fórmula e suas concentrações de acordo com o estágio fenológico da planta, que terá exigências diferenciadas ao longo do ciclo de cultivo.

* Consegue-se obter uniformidade pela maximização da produtividade, explorando todo o potencial genético da planta ao fornecer os nutrientes dentro dos níveis que ela necessita, e a sua resposta será com o máximo vigor, qualidade e quantidade possíveis.

* A aplicação do total de fertilizantes ao longo do ciclo da cultura em doses pequenas e adequadas em cada turno de rega, evitando perdas por lixiviação e por evaporação, sem risco de salinização, mantendo os nutrientes disponíveis ao alcance das raízes por mais tempo. Alguns nutrientes como P e K, por exemplo, são facilmente imobilizados quando o solo seca, mas estão muito

mais disponíveis na solução do solo quando fornecidos via **fertirrigação** antes de o solo secar. Ao se irrigar novamente esse solo, muitos elementos retornam à solução nutritiva do solo apenas de forma parcial. Isso é função do tipo e teor de argila, da presença de matéria orgânica, do pH da solução do solo e das relações de antagonismo e de sinergismo entre os vários íons presentes nesse solo.

* Os fertilizantes devem ser solúveis e compatíveis com misturas.

* Devem-se conhecer as características e propriedades dos solos ou dos substratos como textura, capacidades de retenção de água, aeração e drenagem.

* Acompanhar os fatores climáticos que podem influir na freqüência de rega e na quantidade de água aplicada.

* Nutrientes proporcionais à fase fenológica.

* Uniformidade de distribuição junto às raízes.

* Melhor disponibilidade de nutrientes.

* Aumenta a absorção de nutrientes.

* Reduz as perdas por lixiviação.

* Evita danos às raízes por salinização.

* Economiza mão de obra.

* Evita compactação do solo.

* Reduz a infestação de ervas daninhas.

* Flexibilidade de aplicação.

* A **fertirrigação** é também a forma mais fácil e econômica de se aplicar macros e micronutrientes. Podem ser também fornecidos através de aplicações foliares "pegando carona" na aplicação de defensivos sempre que houver oportunidade de pulverizar contra algum problema fitossanitário, em misturas compatíveis. Em cultivos que são pulverizados com inseticidas ou fungicidas com freqüência como as principais hortaliças (tomate, batata, melão, melancia, pimentão, etc.) ou em fruticultura (uvas, mamão, graviola, goiaba, etc.) ou cultivos de campo como algodão, soja e feijão, um programa nutricional complementar via foliar deve ser implantado, sempre aproveitando a chance de fornecer macros e micronutrientes nas várias aplicações de defensivos. Nunca devemos desperdiçar uma oportunidade de nutrir nossas plantas quando o custo da aplicação é baixo e o benefício é alto, como em foliares junto com defensivos.

Deve-se ter o cuidado de corrigir o pH da calda de pulverização para intervalos entre 4,5 a 6,5 que é benéfico para melhor absorção dos próprios nutrientes além de evitar a decomposição do princípio ativo da maioria dos defensivos, sensíveis à hidrólise alcalina.

5. TÉCNICAS DE CULTIVO SEM SOLO OU HIDROPONIA

Há diversos tipos de **hidroponia** além do tradicional onde as raízes se desenvolvem diretamente mergulhadas na solução nutritiva. Há também a aeroponia, onde as raízes são *pulverizadas* com a solução nutritiva; e o cultivo em **substratos** que facilita o controle e a manipulação de água e nutrientes aplicados.

5.1. O CULTIVO EM SUBSTRATOS

É a forma de **hidroponia** mais moderna, eficiente e prática, sendo de fácil manipulação e permitindo uma combinação de substratos com alta capacidade de absorção de água, como vermiculita, palha, casca de coco e de arroz, esponja de colchão triturada, turfa; e outros que permitem uma boa aeração como areia, cascalho, brita, bolinhas de isopor ou de plástico, perlita, etc. Substratos mistos. São compostos de mais de um substrato simples e têm proporções variáveis que influem na capacidade final da mistura de armazenar água e ter boa aeração e drenagem. Exemplo de substrato misto é 20% de esponja de almofada triturada, 25% de vermiculita, 15% de perlita e 40% de turfa. Outro exemplo é 50% de areia, 40% de vermiculita e 10% perlita. É possível elaborar qualquer mistura de substratos com diferentes proporções.



Tomate cultivado em substrato, em estufa pelo método Holandês.

Canteiro de filas duplas coberto por **mulching** e irrigado por gotejamento.

Os espaços entre canteiros são forrados com telas refletivas altamente resistentes e permeáveis para aumentar a fotossíntese e evitar ervas daninhas.

6. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

A irrigação localizada, também chamada de microirrigação, ou seja, gotejamento e microaspersão, permitem a aplicação de **fertirrigação** de forma muito mais **eficiente** e **eficaz** do que qualquer outra forma de irrigação convencional como aspersão, canhão, pivô central, inundação ou mesmo a chuva, com melhor aproveitamento e economia de água e menor incidência de problemas fitossanitários. Mais **eficiente** significa com melhor desempenho, enquanto que mais **eficaz** significa mais correto ou com menos erros.

Nos sistemas de irrigação convencionais, a **fertirrigação** é bastante limitada, além de promover um maior desperdício de fertilizantes, estando limitado em relação aos tipos de fertilizantes aplicados, que nas aspersões, ao molhar a parte aérea das plantas não deve ter reação ácida com pH inferior a 4,0 para não causar manchas cloróticas ou necróticas, queimando as folhas e flores. Os métodos de irrigação convencionais também estimulam o crescimento de ervas daninhas nas linhas e principalmente nas entrelinhas, ao contrário da irrigação localizada, sendo essa uma grande desvantagem.

6.1. IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO



A irrigação por gotejamento abre novas oportunidades para a melhoria do manejo da irrigação. Devido a sua alta eficiência, o gotejamento tem contribuído para um impressionante aumento da produtividade agrícola, inclusive em condições de solo e água adversas.

O gotejamento está gradualmente substituindo os métodos convencionais de irrigação, que têm dificuldades de controlar o volume aplicado e a uniformidade de distribuição, os que aplicam água sobre a totalidade do terreno e os que desperdiçam água para a atmosfera por evaporação.

A principal característica da irrigação por gotejamento é o fornecimento direto da água até as raízes que estão se desenvolvendo dentro do volume umedecido ou o chamado "bulbo molhado", com a opção de distribuir o tubo gotejador sobre o solo, ou mesmo enterrá-los quando for para cultivos perenes como a maioria das frutíferas e até a cana de açúcar, chamado de gotejo subterrâneo ou de subsuperfície.

Gotejamento em subsuperfície. Esse sistema enterrado exige um grau mais elevado de cuidados na manutenção em relação ao uso de fertilizantes totalmente solúveis para evitar entupimento dos emissores, e pelo tratamento periódico de herbicidas para evitar a penetração de radículas para dentro dos orifícios do gotejador. A vida útil desse equipamento pode ser bem mais longa do que dos gotejadores de superfície se os cuidados de manutenção forem efetuados adequadamente. Para determinação da frequência de aplicação de herbicida, o mais usado é à base de trifluralina, o mais prático e abrir uma pequena trincheira uma vez por mês, fechando-a em seguida e no mês seguinte em outra localidade próxima, porém não no mesmo local e avaliar naquela amostra de terreno se a concentração de raízes nas proximidades dos emissores (gotejadores) já necessitaria ou não de uma aplicação do herbicida. Embora as dosagens possam variar de acordo com a situação de cada região e clima, atualmente tem-se adotado a dosagem do princípio ativo de trifluralina em que 1gr é suficiente para 8 unidades de gotejadores. Como exemplo pode-se ilustrar uma área de irrigação em que o número total de gotejadores seja 80.000. Dividindo por 8 = 10.000 gr ou 10 Kg de princípio ativo do herbicida para uma aplicação, que teria a concentração do produto comercial variável entre os fabricantes, que por regra de 3 simples se chega à dosagem final. Para maior eficiência da aplicação o solo deve estar relativamente seco, portanto não irrigar 2-3 dias antes e 2 dias depois da aplicação do herbicida. O gotejamento de subsuperfície exige lâmina plena e não apenas o chamado de irrigação de salvação que fornece um volume limitado apenas para driblar o stress hídrico. Isso força as raízes a procurarem por água mais intensamente e as radículas tendem a penetrar nos orifícios dos gotejadores em busca de água causando entupimento. Nesse caso o uso de herbicida deveria ser aumentado, porém, devem-se elaborar projetos com gotejamento enterrado apenas quando as lâminas de demanda de água forem plenas. Entretanto, essa lâmina plena para gotejamento em subsuperfície é cerca de 20 – 25% menor do que o gotejamento em superfície.

Há hoje no mercado diferentes modelos de gotejadores, alguns de baixa qualidade e de vida útil muito curta, outros, porém, possuem melhor qualidade que refletem isso nos preços. Os valores do gotejamento são função do tipo de gotejador, espaçamento entre gotejadores dentro da mangueira, e espessura da parede da mangueira. Para um hectare o valor pode variar entre US\$ 1.000.00 até US\$ 4.000.00. Deve-se observar sempre o custo-benefício desse investimento.

Todos os tipos de gotejadores sempre atingem um volume umedecido bem restrito, e ao longo do tubo gotejador deve-se obter uma vazão bem uniforme entre o primeiro e o último gotejador dessa linha oferecendo uma distribuição similar em cada ponto do terreno umedecido. Essa variação de vazão ocorre mais com gotejadores de baixa qualidade, quando as linhas são longas e a topografia do terreno não for completamente plana. Diferenças de até 10% de vazão dentro da mesma linha de gotejo podem ser toleradas. Há, porém os gotejadores auto-compensados ou auto-regulados, que independente da pressão inicial aplicada e da topografia do terreno, têm sempre a mesma vazão ao longo de toda a linha de gotejo, são, contudo, os mais caros. A última geração de gotejadores autocompensados são também autolimpantes, por possuírem um mecanismo que expulsa qualquer partícula de sujeira do acesso ao labirinto interno do gotejador, evitando eventual entupimento quando há sujeiras na água de irrigação ou com uso de fertilizantes de baixa solubilidade via **fertirrigação**. E há também o anti-drenante que ao final do turno de rega não permite o esvaziamento das mangueiras e tubulações, mantendo-os cheios até o início do próximo turno de rega, evitando a perda de tempo para enchimento e pressurização do sistema para início da irrigação seguinte.

O princípio do gotejamento é baseado em um sistema de labirinto. O fluxo de água atravessa um longo labirinto, enfrentando muito atrito e gotejando pelo orifício de saída no final desse percurso. Quanto maior e mais longo o labirinto mais eficiente será o gotejador no controle da vazão e da uniformidade. Para os gotejadores autocompensados ou auto-regulados, o princípio é regulado por uma membrana interna de silicone, cuja resistência à passagem da água ao ser vencida por uma pressão mínima, promove uma vazão uniforme, independente do labirinto do gotejador.

Durante a irrigação, ao redor do ponto de gotejo, se forma uma mancha saturada de água no solo que se move em todas as direções por ação das forças de capilaridade, e mais para baixo por efeito da gravidade. O volume umedecido ou "bulbo" aumenta gradualmente e o seu conteúdo de umidade diminui em direção aos bordos do bulbo formado. Dentro do volume umedecido se formam condições ótimas para a absorção de água pelas raízes. A disponibilidade de água e a aeração são excelentes.

O tamanho do volume umedecido é variável. Em um solo arenoso, a textura é grossa e a percolação da água é rápida, o movimento lateral é limitado e o vertical mais rápido por ação da gravidade. Ao contrário, em solos pesados, com textura fina, as forças capilares distribuem as águas mais horizontalmente. A vazão de um gotejador também vai influir no tamanho do volume umedecido. Em gotejadores de baixa vazão a mancha saturada em volta do gotejador é pequena e a distribuição dentro do solo lateralmente é pequena, quando comparado com um de maior vazão, mas com o mesmo volume aplicado, por exemplo, 2 litros por hora, durante uma hora, comparado com 4 litros por hora durante meia hora. A segunda opção distribui melhor lateralmente o que influiria no espaçamento entre gotejadores na linha, porém o fator mais importante para a escolha da vazão do gotejador, é sem dúvida a textura do solo. Quanto mais arenoso, mais próximos devem ficar os gotejadores na linha.

O sistema de gotejamento pode se adaptar a todo e qualquer tipo de cultivo e a plantas jovens ou adultas, de pequeno ou grande porte, bastando apenas elaborar o dimensionamento adequado, o espaçamento entre gotejadores e o número de linhas para atingir o volume desejado. O sucesso do método de gotejamento já está consagrado em inúmeros cultivos já são conhecidos como em frutíferas, café, hortaliças, flores e até cultivos de campo como algodão (cultivo extensivo não irrigado no Brasil) e cana de açúcar.

Ao introduzir um sistema de irrigação localizada como gotejamento em uma plantação adulta já existente, haverá um período de adaptação para que o sistema radicular existente que deve ser extenso comece a emitir novas radículas, porém dentro do bulbo molhado que passarão a ter a função de absorção. As demais raízes se tornarão suberizadas e lenhosas com função de sustentação. Para esse tipo de irrigação, o tamanho do sistema radicular não é tão importante quanto em agricultura de sequeiro, quando em uma eventual chuva as raízes vão buscar água e nutrientes mais longe. O novo raciocínio para agricultura irrigada e com a prática de **fertirrigação** é: **mais importante que o tamanho da boca é o quão freqüente essa boca é alimentada**. Sabemos que com umidade no solo, novas raízes são constantemente emitidas, sendo fácil induzi-las e manipular um stress desejado para induzir floração ou aumentar o brix de frutas. Nessa nova realidade, a chuva às vezes atrapalha, porém devemos tirar o lado bom dela e nos prepararmos para alterar o manejo quando necessário.

Para regiões áridas e semi-áridas com solos e águas salinas e salobras, mesmo para cultivos tolerantes a essas condições adversas, o manejo de irrigação por gotejamento deveria ser por bulbo isolado porque o acúmulo de sais se dá nas bordas do bulbo, fora do sistema radicular ativo.

O manejo da irrigação por gotejamento em solos com baixo teor de sal e com água de boa qualidade é melhor quando se dá a união dos bulbos e formando uma **faixa contínua umedecida ao longo da linha**. As entrelinhas ficam sempre secas.

Em cultivos perenes pode-se induzir uma maior concentração de raízes ativas na faixa úmida irrigada, pela freqüência de regas, embora haja presença de raízes menos ativas fora do volume umedecido durante o período de chuvas.

Em cultivo de raízes superficiais como banana e mamão, às vezes devemos optar por duas linhas de gotejamento por linha de plantas, se a textura do solo for arenosa. Com raízes superficiais o intervalo de rega deveria ser mais freqüente. Em cultivos com raízes profundas como algodão, ou até tomate em campo aberto, basta uma linha de gotejamento para duas linhas de plantas, se o solo for de textura média a argilosa. O intervalo de rega pode ser maior. O regime de rega adotado pode induzir a profundidade e densidade do sistema radicular. Pode-se efetuar uma rega com lâmina até 5 vezes maior a cada 3-4 meses com o objetivo de aprofundar o sistema radicular e logo após voltar a aplicar as lâminas normais. Procedimento similar pode ser efetuado caso seja identificado acúmulos de sais junto ao sistema radicular e assim lavar os sais para camadas mais profundas do solo.

A **fertirrigação** é essencial para se obter o máximo proveito do gotejamento. Os fertilizantes são aplicados junto com a água diretamente às raízes nas doses requeridas e nos momentos apropriados, obedecendo a uma concentração adequada, a cada fase de cultivo da planta, injetando fertilizantes solúveis proporcionalmente ao volume de água irrigado, ou uma quantidade de nutrientes desejada por hectare a cada turno de rega, desde que haja controle dos níveis de salinidade da solução nutritiva do solo. As principais fases de cultivo das plantas são germinação, crescimento vegetativo, floração, fecundação, formação de frutos, maturação e colheita. Cada fase tem exigências nutricionais distintas, exigindo um manejo de **fertirrigação** diferenciado.

De modo interessante, existem plantas que passam por mais de uma fase ao mesmo tempo como banana com as plantas mãe, filha e neta, ou com mamão, tomate, por exemplo, que pode ter simultaneamente na mesma planta parte vegetativa crescendo, parte florando, parte com frutos verdes, parte madura e em fase de colheita. Nesse caso precisamos de bom senso para decidir qual o melhor manejo de **fertirrigação** para que a planta possa ter todas as suas funções fisiológicas atendidas. Essa é a função do agrônomo. Cabe a ele analisar qual a concentração mais adequada de fertilizantes e quais tipos de fertilizantes aplicar ao longo do cultivo. O exemplo da banana, onde ao lado da planta mãe, em produção, encontram-se a filha e a neta em diferentes fases que necessitam de nutrientes em outras proporções e dosagens, mas seria impossível via **fertirrigação** fazer diferenciações, e assim a nutrição balanceada deve atender a todas

as etapas ao mesmo tempo com prioridade a fase produtiva, mas evitando a concepção de 8 ou 80. Nesse caso entra o bom senso e um suprimento que satisfaça principalmente a fase produtiva e não evite de suprir a demanda das fases das plantas filhas e netas.

6.1.1. O USO DO MULCHING

O uso de cobertura de plástico sobre os canteiros é chamado em inglês de **mulching**, e é uma excelente alternativa para uma melhor eficiência de **fertirrigação**, controle de ervas com plásticos opacos e controle de insetos com plásticos coloridos usados como armadilha. O gotejamento permite o uso dessa cobertura de plástico sobre a linha de gotejo, ao longo do canteiro, leirão ou sulco, mantendo a umidade do solo por mais tempo devido à reduzida evaporação pela superfície do solo. No **mulching** são feitas pequenas aberturas para a passagem da planta cultivo através do plástico. Há o **mulching** simples com plásticos transparentes e o **mulching** opaco que também contribui no combate às ervas daninhas por servir de barreira a passagem de luz do sol naquela faixa de solo, além de aumentar drasticamente a temperatura do solo abaixo do plástico, matando as ervas.

Entre os **mulchings** opacos há o preto e prata que tem se mostrado eficiente também ao refletir a luz afastando insetos; o marrom e amarelo também merece destaque por se mostrar bem eficiente como armadilha contra a mosca branca em regiões de clima quente, quando nas horas de maior insolação o plástico amarelo chega a superar os 50°C e a mosca branca fortemente atraída pela cor amarela, morre de choque térmico.

O uso de **mulching** tem aumentado significativamente pelo mundo para o cultivo de hortaliças irrigadas por gotejamento e garante uma economia de cerca de 20% de água, economizando também energia para acionar o sistema de irrigação. Pode-se considerar para o custo/benefício à economia com herbicidas e a melhor proteção contra insetos, além de normalmente se obter melhores produtividades e evitar o contato de alguns frutos diretamente com o solo, como no cultivo de melão e melancia, cuja parte do fruto em contato com o solo fica manchado e sem cor, e se o solo estiver úmido, o fruto pode ficar com a casca mole e apodrecer ainda no campo. Outros cultivos como tomate, pimentão, morango estão utilizando cada vez mais o **mulching**.



Canteiro com **mulching** preto e prata (preto por dentro e prata por fora) com uma linha de gotejo coberta e com **Extratores de Solução do Solo (ESS)** ao lado de **tensiômetros**.

Há tipos de **mulching** com materiais plásticos mais resistentes e espessos para suportar cerca de 3 anos ou mais para cultivos perenes ou para cultivos anuais que podem reutilizar o material diluindo os custos em 3 ou mais safras.

6.2. IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO.



A irrigação por microaspersão é sem dúvida alguma uma excelente alternativa para irrigação localizada, podendo ser utilizada em diferentes tipos de solo. É, contudo, uma excelente alternativa ao gotejamento em solos arenosos por promover uma melhor distribuição da água nesse tipo de solo. A microaspersão é muito utilizada em fruticultura com 1 ou até 2 emissores por planta, dependendo da idade do plantio, do alcance e vazão do emissor, da textura do solo, etc. Esse método de irrigação permite a prática da **fertirrigação** com extrema eficiência. O manejo, porém, vai depender da frequência de rega e da frequência de aplicação de **fertirrigação**. Para solos mais argilosos, os emissores de baixa vazão devem ter a preferência e a determinação do turno de rega deve levar em conta a capacidade de infiltração da água no solo. Uma limitação da microaspersão é para cultivos de hortaliças e flores ou para canteiros com o uso de **mulching**, quando o gotejamento é mais propício.



O sistema de microaspersão é também muito adequado para viveiristas de mudas de hortaliças, flores, frutíferas, florestais, plantas de vasos e ornamentais, em ambiente protegido ou em campo aberto. Em estufas é comum o uso de nebulizadores que são microaspersores que emitem volumes de baixíssima vazão formando uma neblina para refrescar o ambiente diminuindo a temperatura. O uso de nebulizadores durante curtos períodos de até 1 minuto é suficiente para provocar imediata evaporação e assim uma redução de temperatura nesse microclima, e essa ação pode ser repetida a cada 20 ou 30 minutos durante as horas mais quentes do dia. O uso de nebulizadores por mais tempo, pode ser nocivo e até gerar condições propícias para doenças fúngicas por manutenção de umidade na folhagem das plantas. O uso de nebulizador não é para irrigação, mas sim para amenizar altas temperaturas. A redução de temperatura momentânea se dá quando as gotículas em contato com a superfície da folhagem quente, imediatamente evapora essas gotículas e refresca em até 7°C a temperatura das folhas.

6.3. IRRIGAÇÃO E FERTIRRIGAÇÃO COM AUTOMAÇÃO

A automação para controlar a irrigação permite o uso eficiente e um manejo efetivo com um programa de rega preestabelecido. Há aparelhos simples e baratos conhecidos como “**Timers**”, e há outros mais sofisticados que permitem o controle e a programação de muitas parcelas irrigadas. Há controladores e computadores de simples manuseio que comandam além da irrigação também a injeção de fertilizantes para a **fertirrigação** e alguns desses aparelhos podem ser conectados a outros computadores em casa ou no escritório, podendo controlar toda a irrigação sem precisar ir ao campo, porém são bem mais caros.

Os sistemas de controle de irrigação e **fertirrigação** podem ser bastante sofisticados com equipamentos e sensores para fatores climáticos, sensores para pH e

condutividade elétrica (CE), para quantificar volume de drenagem, ou até ser acionado baseado em leituras de tensiômetros, etc.

Nem tudo que é sofisticado é indispensável, mas temos que escolher o que pode melhor nos ajudar a praticar a irrigação e a **fertirrigação** com o seu controle de forma adequada.

7. A QUALIDADE DA ÁGUA PARA AGRICULTURA.

A qualidade da água é fundamental para o manejo correto da **fertirrigação** e da **hidroponia**.

Para efeito de comparação, sabemos que a água destilada, pela ausência de sais dissolvidos em sua composição, e assim não possuir íons dissociados em solução, age como um isolante elétrico e apresenta uma **condutividade elétrica** (CE) zero. Um aparelho digital e portátil chamado de **condutivímetro** pode medir a CE. A água comum utilizada na irrigação possui uma certa concentração de íons dissolvidos na solução com cargas positivas e negativas, ou seja, com cátions e ânions que indicarão uma CE superior a zero. Baseado nesse princípio, quando um fertilizante solúvel, que na verdade é um sal, é dissociado em íons, que poderão ser medidos pelo condutivímetro, indicando que para um acréscimo na concentração de fertilizantes na solução se obtém um aumento proporcional de leitura no condutivímetro.

O uso do condutivímetro é extremamente fácil e de grande utilidade na identificação do nível de salinidade junto ao sistema radicular, permitindo manipulação a cada fertirrigação da composição mais adequada dos sais (fertilizantes) cujo somatório dará o valor da Condutividade Elétrica (CE), assim manteremos os níveis de concentrações dos sais que sejam úteis às plantas, aumentando ou diminuindo seus componentes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Zn, etc.) de acordo com a demanda de cada fase fenológica do cultivo.



Condutivímetro Milwaukee à prova d'água com ATC (compensação automática de temperatura) para 25 °C, escala de 0,00 até 19,90 mS/cm.

A unidade de Condutividade Elétrica (CE) utilizada em miliSiemens/cm (mS/cm) é similar a deciSiemens/m (dS/m) que é a unidade adotada pelo Sistema Internacional no sistema métrico. Antigamente era utilizada a unidade milimho/cm (mmho/cm) que considerava **mho** escrito ao contrário da **ohm** que é a unidade de resistência elétrica, assim como a condutividade é o inverso da resistência, a unidade adotada era escrita ao contrário. Porém durante os anos 90 em homenagem ao cientista alemão Siemens foi adotada a nova unidade. Portanto mS/cm é equivalente a mmho/cm e também equivalente a unidade oficial dS/m, sendo essa última adotada em trabalhos científicos internacionais.

Não devemos considerar a CE como parâmetro, mas sim como indicativo, ou seja, se o intervalo de CE desejado for entre 2,0 a 3,0 mS/cm (exemplo), isso informa apenas que isso é um indicativo para o caso de o somatório de sais (fertilizantes) que compõem esse valor de CE estaria adequado no caso de se encontrar dentro desse intervalo apenas se os componentes desses sais forem nutrientes úteis ao desenvolvimento das plantas. Porém, não serviria de parâmetro se os componentes que compõem predominantemente essa CE forem de sais indesejáveis como Cl, Al, Na, ou micros em dosagens de macro contribuindo em excesso para a CE final, competindo com os íons úteis para a absorção das raízes.

Mais além, a CE indicará a concentração de sais que poderá dificultar a capacidade das raízes em absorver a solução do solo, sabendo que para cada 1,0 mS/cm de CE indica uma pressão osmótica de 0,3 Bar ou ATM (atmosfera) que indica resistência à absorção. Assim, para um exemplo de CE = 5 mS/cm equivale a uma pressão osmótica no solo de 1,5 ATM, dificultando a absorção de água e nutrientes pelas raízes.

Exemplo de Condutividade Elétrica (CE) para 1 Kg de fertilizante dissolvido em 1 m³ (1000 litros de água) ou em g / L com diferentes fertilizantes:

MKP - PeaK (Mono Potássio Fosfato – 00-52-34) KH_2PO_4 CE = 0.72 mS/cm;

MAP Purificado (Mono Amônio Fosfato – 12-61-00) $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ CE = 0.86 mS/cm

Nitrato de Magnésio (Magnific ou Magnisal) (11-00-00+16MgO) $(\text{Mg})_2\text{NO}_3 + 5 \text{H}_2\text{O}$ CE = 0.88 mS/cm

Nitrato de Potássio + P - $\text{KNO}_3 + \text{MAP}$ (13-02-44) CE = 1.30 mS/cm

Cloreto de Potássio branco (KCl Fru Grade) - KCl (00-00-61 + 47Cl) CE = 1.67 mS/cm

Sulfato de Potássio (SOP)- K_2SO_4 CE = 1.69 mS/cm

Ácido Fosfórico H_3PO_4 - CE = 2.2 mS/cm

PeKacid (00-60-20) $\text{KH}_5(\text{PO}_4)_2$ – Ácido Fosfórico sólido solúvel em mix com MKP - PeaK CE = 1.40 mS/cm

MagPhos (00-55-19+7MgO) – Fosfato de Potássio e Magnésio - KMgPO_4 - CE = 0.65 mS/cm (o índice mais baixo de todos os fertilizantes)

7.1. MEDIÇÕES DO pH

Outro fator de qualidade é o pH, ou seja, a medida da acidez ou alcalinidade da água de irrigação. Esse pH pode ser manipulado com a escolha adequada dos fertilizantes aplicados na **fertirrigação** de modo que o pH final fique no nível desejado, geralmente entre 5.5 - 7.5. Pode ser medido por diferentes testes como fitas de papel de reação colorimétrica, teste de gotas coloridas ou pelo pHmetro, porém esse último exige freqüentes calibrações para seu uso adequado.




pHmetro Milwaukee à prova d'água com ATC (compensação automática de temperatura) para 25 °C, e com sensor de dupla junção que elimina as interferências de leitura estabilizando o valor rapidamente.

O método de análise rápida da solução do solo com kits rápidos e práticos é uma verdadeira revolução que agilizam tomadas de decisão em manejo de fertirrigação. Esse método será detalhado mais adiante.

Os principais kits para monitoramento dos nutrientes da solução nutritiva do solo são de **Nitrato/Nitrito, Fosfato, Potássio, Cloreto, Cálcio, Dureza, além de pH e CE**, indicando em poucos minutos qual a concentração desses elementos na solução nutritiva do solo e se a fórmula de fertilizantes utilizada está adequada. Em **hidroponia** deve-se analisar a **água de drenagem** para comparações periódicas com a solução nutritiva aplicada que já tem a sua concentração conhecida. Para quem pratica **fertirrigação** em solo, deve-se coletar uma amostra da solução do solo através de tubos coletores chamados de **Extrator de Solução do Solo (ESS)**, que é um tubo oco com uma cápsula de cerâmica porosa na extremidade inferior do tubo, semelhante a dos

tensiômetros, que é introduzido no solo na profundidade desejada. Na extremidade superior do tubo, há outro microtubo do tipo espaguete, que através dele com o auxílio de uma seringa descartável e sem agulha, se saca o ar do tubo principal e fecha-se o espaguete com um clipe ou tomeira similar ao que controla dose de soro em hospital, deixando o aparelho sob vácuo. Após uma irrigação ou uma chuva, espera-se de 30 minutos a 2 horas, tempo suficiente para alcançar o estado ideal de capacidade de campo, e nesse momento, colocar o sistema sob vácuo e após o período de pelo menos mais 2 horas já deve haver solução para ser coletada. Na prática, a coleta das amostras é feita sempre no dia seguinte. Libera-se o vácuo e mais uma vez com o auxílio da seringa consegue-se sugar a solução nutritiva do solo que penetrou no tubo através da cápsula porosa. Essa solução extraída é colocada em um recipiente limpo e rapidamente podem ser feitas as análises de N, P, K, Cl, Ca, Mg, pH e CE, em poucos minutos e sem precisar enviar amostras para laboratórios. Essa amostra é uma simulação que seria como uma mímica do que as raízes absorveriam para dentro da planta, ou pelo menos uma informação bem aproximada.

Dimenstein Consultoria Ltda		E-mail: Idimenstein@uol.com.br		Fone/Fax 11-3062-5915		Celular 11-9109-8340										
MONITORAMENTO MENSAL DOS NUTRIENTES PARA FERTIRRIGAÇÃO				Área		Data										
CE original da água de irrigação =				pH original da água de irrigação =				15 cm								
IDADE																
CE																
pH																
NO ₃ ⁻ / NO ₂ ⁻																
K ⁺																
PO ₄ ⁻																
Cl ⁻																
Ca ⁺																
Dureza																
NH ₄ ⁺																
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
										30 cm						
CE																
pH																
NO ₃ ⁻ / NO ₂ ⁻																
K ⁺																
PO ₄ ⁻																
Cl ⁻																
Ca ⁺																
Dureza																
NH ₄ ⁺																
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31
										45 cm						
CE																
pH																
NO ₃ ⁻ / NO ₂ ⁻																
K ⁺																
PO ₄ ⁻																
Cl ⁻																
Ca ⁺																
Dureza																
NH ₄ ⁺																
	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31

Planilha mensal para monitoramento em 3 profundidades (15, 30 e 45 cm) para observação da evolução e das tendências de distribuição dos nutrientes nos horizontes do solo visando efetuar correções via fertirrigação.



O uso de Extratores de Solução do Solo para coleta da solução nutritiva para análises rápidas com kits de nutrientes de fácil uso, em duas ou três profundidades.



Conjunto de extratores de solução de solo em 3 profundidades de 15, 30 e 45 cm com seringa para efetuar o vácuo e a retirada da amostra da solução após 2 – 3 horas de ação do vacum.

O momento adequado para efetuar o vácuo é quando o solo está em capacidade de campo, ou seja entre 30 a 60 minutos após o final de uma irrigação. Deve-se sacar o ar com a seringa de 2 a 3 vezes quando se sente resistência em puxar a seringa já é indicativo de que há um bom vácuo. Em solo seco o vácuo se perde facilmente.

8. MÉTODO DE MONITORAMENTO DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO SOLO COM KITS RÁPIDOS PARA MANEJO DE FERTIRRIGAÇÃO

O método consiste em efetuar coletas periódicas na freqüência de 1 a 2 vezes por semana em até 3 profundidades sugeridas, por exemplo, a 15, 30 e 45 cm para análise da solução nutritiva do solo e obter uma **fertirrigação** eficiente, através de manejo adequado, sempre de forma corretiva, visando obter valores satisfatórios para os teste e homogeneidade entre as diferentes profundidades. É fácil identificar problemas de lixiviação ou de lâmina de irrigação insuficiente, quando se compara os resultados dos

testes e utilizamos uma planilha mensal que nos dá uma visão panorâmica da situação e da evolução da distribuição dos nutrientes nesse período.

8.1. INSTRUÇÕES DE USO PASSO A PASSO DOS PRINCIPAIS KITS RÁPIDOS DISPONÍVEIS

1. **Nitrato & Nitrito** - Retire uma fita do recipiente e imediatamente feche a tampa. Molhe a parte da fita que possui os dois reagentes na solução coletada dos extratores por um breve período de 1 a 2 segundos, retire a fita, sacuda o excesso de líquido e espere 1 minuto para comparar a coloração com a escala na embalagem do tubo.



Teste de fita colorimétrica para Nitrato & Nitrito, rápido simples e prático. Molha-se por 1 a 2 segundos a fita na solução nutritiva e espera-se 1 minuto para a reação, depois é só comparar na escala da própria embalagem e verificar a concentração de Nitrato (o reagente na ponta da fita) e se há presença de Nitrito (o segundo reagente).

2. **Dureza (Ca⁺⁺ + Mg⁺⁺)** - Retire uma fita do recipiente e imediatamente feche a tampa. Molhe a parte da fita que possui os 5 reagentes de cor verde na solução coletada dos extratores por um breve período de 1 a 2 segundos, retire a fita, sacuda o excesso de líquido e espere 1 minuto para comparar a coloração com a escala na embalagem do tubo. Os 5 reagentes de cor verde mudarão de cor para vermelho, indicando cerca de 90 ppm para cada um dos 5 reagentes que mudar de cor. Dureza indica o somatório de Cálcio, Magnésio e Bicarbonatos.



- 3. Cálcio** - Encher o recipiente com 5 ml da solução coletada nos extratores de solução do solo. Retire uma fita do recipiente e imediatamente feche a tampa. Molhe a parte da fita que possui o reagente na solução diretamente dentro dos 5 ml por um breve momento de 1 a 2 segundos, retire a fita e deixe-a de lado para reutilizar após a adição de 2 reagentes. Adicione na proveta com os 5 ml o primeiro reagente que é em pó solúvel, chamado de "**Calcium-1**" de um recipiente preto com o auxílio de uma medida que vem no kit como uma pequena colherinha. Agite a solução para melhor dissolver esse reagente. Depois adiciona na mesma proveta mais 10 gotas do segundo reagente chamado de "**Calcium-2**" do recipiente branco e agite brevemente. Agora mergulhe novamente a mesma fita que utilizou no início por mais 45 segundos, retire a fita, sacuda o excesso de líquido e imediatamente compare a coloração com a escala na embalagem do tubo.



- 4. Amônio** – Encher o recipiente com 5 ml da solução coletada nos extratores de solução do solo e adicionar 10 gotas do reagente (Ammonium 1), agitar levemente para homogeneizar o reagente à amostra da solução. Retire uma fita do recipiente e imediatamente feche a tampa. Molhe a parte da fita que

possui o reagente na solução por um período de apenas 5 segundos, retire a fita, sacuda o excesso de líquido e imediatamente compare a coloração com a escala na embalagem do tubo.



5. **Fosfato** – Encher o recipiente com 5 ml da solução coletada nos extratores de solução do solo e adicionar 5 gotas do reagente (Phosphate1), agitar levemente para homogeneizar o reagente à amostra da solução. Em um pequeno tubo de ensaio adicione 6 gotas do reagente (Phosphate 2), Retire uma fita do recipiente e imediatamente feche a tampa. Molhe a parte da fita que possui o reagente na solução com 5 ml por um período de 15 segundos, retire a fita, sacuda o excesso de líquido e imediatamente introduza a fita no pequeno tubo de ensaio por mais 15 segundos e depois o retire e sacuda o excesso de líquido novamente e espere mais 1 minuto para comparar a coloração com a escala na embalagem do tubo.



6. **Potássio** – Há 2 pequenos tubos de ensaios que deverão ser cheios, sendo um deles com a solução coletada nos extratores de solução do solo enquanto o outro com 10 gotas do reagente (Kalium Potassium 1). Molhe a parte da fita que possui o reagente na solução coletada dos extratores por um breve período de 1 a 2 segundos, retire a fita, sacuda o excesso de líquido e

imediatamente introduza a fita no segundo tubo de ensaio e mantenha-o imerso por 1 minuto, depois retire a fita, sacuda o excesso de líquido e compare a coloração com a escala na embalagem do tubo.



7. **Cloreto** – Coletar no tubo de ensaio uma amostra de 2,5 ml da solução coletada nos extratores de solução do solo que é exatamente a medida de uma seringa completamente cheia que acompanha o kit (a seringa tem escala até 2 ml, porém quando completamente cheia passa a ter 2,5 ml). Adicione apenas 1 gota do reagente No. 1 (tampa vermelha) e também apenas 1 gota do reagente No. 2 (tampa azul) e a solução passará a ter uma coloração amarela. Adicione finalmente quantas gotas forem necessárias para uma titulação com o reagente No. 3 (tampa branca) (há 3 garrafinhas desse reagente No. 3 porque se consome mais do que os outros 2 reagentes) até que a solução mude de cor de amarelo para violeta (roxo). Cada gota do reagente No. 3 gasta nessa titulação vale 80 ppm de cloretos.

Observação: Se utilizarmos, por exemplo, o dobro da amostra de 2,5 ml para 5 ml da solução coletada nos extratores de solução do solo e mantivermos o mesmo procedimento para efetuar a titulação, implica que cada gota do reagente No. 3 gasta valerá apenas 40 ppm de cloretos.



Kit de titulação para identificação de Cloretos. Coleta-se 2,5 ml de solução no tubo de ensaio, adiciona-se 1 gota do reagente N.1 (tampa vermelha) e 1 gota do reagente N.2 (tampa azul), a solução ficará amarelada. Finalmente adicionam-se quantas gotas forem necessárias do reagente N.3 (tampa branca) até a mudança de coloração da solução de cor amarela para violeta. Cada gota utilizada do reagente N.3 vale 80 ppm de cloreto. Exemplo: Utilizando-se 4 gotas do reagente N.3 para titulação seriam $4 \times 80 = 320$ ppm de Cloreto em solução.

8. **pH de fita** – Introduzir a fita dentro da solução por um período mínimo de 3 minutos antes de comparar com a escala na embalagem. Após 3 minutos já está praticamente estável a reação, porém pode-se esperar até 5 minutos.



Teste prático de pH de fita colorimétrica, muito útil para verificar se o pHmetro digital está calibrado. A escala no exemplo da foto varia de 0,5 e no verso da embalagem segue até o valor 10, sendo a escala total de 4,5 a 10 que é o intervalo de interesse para agricultura.

9. **pHmetro digital à prova d'água com sensor de dupla junção com autocompensação de temperatura** - Introduzir apenas a parte do sensor até atingir o equilíbrio de leitura que deverá levar menos de 1 minuto.
10. **Condutivímetro digital à prova d'água com autocompensação de temperatura** - Introduzir apenas a parte do sensor até atingir o equilíbrio de leitura em menos de 10 segundos aproximadamente.



8.2. A COLETA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO SOLO

Um aparelho denominado de **Extrator de Solução do Solo (ESS)** é formado por um tubo de diâmetro inferior a 1" com um microtubo de polietileno no seu interior. Na ponta inferior do aparelho fica uma cerâmica especial similar a de um tensiômetro, porém de qualidade superior ao tensiômetro por passar por um tratamento a altas temperaturas deixando a sua cerâmica em perfeito estado de neutralidade para não alterar os valores de pH e CE da solução que atravessa a essa cápsula. Na outra extremidade do tubo fica uma rolha ou tampa de vedação com o microtubo passando através dela e com um clipe, ou torneira similar a equipo de soro que regula o estado de vácuo no aparelho.

Com o auxílio de uma seringa de 60 ml sem agulha, ou similar, se introduz o seu bico no microtubo para extração do ar do interior do tubo e ao mesmo tempo se fecha o clipe para manter o aparelho a vácuo. O vácuo só é obtido com solo úmido, porém não necessariamente saturado, o estado próximo a capacidade de campo é o ideal. É importante colocar os aparelhos sob vácuo aproximadamente de 1 a 2 horas após o final do período de irrigação e manter sempre o mesmo procedimento cada vez que se deseje coletar a solução do solo. Isso vai assegurar que a solução coletada seja representativa e similar ao que as raízes das plantas poderiam coletar após o excesso de água ter sido drenado.

Quando ocorre uma chuva ou irrigação e a lâmina d'água infiltra no solo até entrar em contato com a cerâmica na ponta inferior do **Extrator de Solução do Solo (ESS)**, a solução é sugada para o interior do tubo e cujo conteúdo pode ser facilmente extraído com a própria seringa. A solução é transferida para um recipiente limpo de aproximadamente 20 a 40 ml para a análise dos vários parâmetros a serem monitorados com os kits de nutrientes além de CE e pH.

Devem-se coletar amostras em três diferentes profundidades, sugeridas 15, 30 e 45 cm, para se identificar as tendências de distribuição dos nutrientes nos perfis de solo, como problemas de lixiviação, "bulbos" homogêneos ou disponibilidade de nutrientes fora do sistema radicular ativo.

O manejo deve variar em função da textura e do estado de compactação da estrutura do solo.

8.3. FREQUÊNCIA DE COLETA DE DADOS

Qualquer análise tradicional como as de solo ou foliar pode ser útil, porém essas informações não são freqüentemente analisadas pela demora de resultados para um cultivo de ciclo curto como os de hortaliças em geral, ou mesmo para cultivos de ciclo

longo como em fruticultura, mas que análises mais rápidas tornam a decisão sobre manejo nutricional mais ágil e dinâmico. A alternativa de análises freqüentes da solução nutritiva do solo é, portanto uma forma prática, fácil e barata de conseguir informações sobre o panorama de disponibilidade de nutrientes para as raízes e suas influências principalmente na CE e pH da solução. Baseado nessas informações pode-se tomar decisões importantes de manejo de **fertirrigação** com objetivos corretivos, alterando dosagens e formulações de fertilizantes da programação original com flexibilidade, bom senso agrônomo e rapidez. Análise de solo é importante para elaboração do programa inicial, porém não para as correções freqüentes, e análise foliar seria um "tira-teima" para confirmar se a nutrição está adequada. Toda informação a mais é bem vinda para cada vez mais se manipular a nutrição vegetal com base em informações consistentes que indicam as tendências de acúmulos ou perdas de nutrientes. A falta de informações pode facilmente nos induzir a trabalhar baseados em "**receitas de bolo**" e dar alguns "**chutes**" que podem significar desperdícios ou prováveis perdas em produtividades. O nível técnico da agricultura irrigada está evoluindo de forma dramática, incluindo sistemas de irrigação localizada de última geração com automação e muitas facilidades de manejo, mas nada substitui a decisão agrônoma interpretativa, principalmente quando baseada em informações. Os detalhes fazem a diferença. Há sérios riscos de se generalizar recomendações, que sempre foram tão comuns em agricultura de sequeiro.

FREQÜÊNCIA DE COLETAS DA SOLUÇÃO DO SOLO

Existe a possibilidade de coletas em áreas irrigadas, a cada turno de rega, porém na prática se coleta em terrenos de textura arenosa 2 vezes por semana, e em textura argilosa uma vez por semana ou em até 10 dias.

Há grande flexibilidade sobre essa freqüência e pode-se acrescentar que quando há identificação de algum problema, como por exemplo, valor de pH alcalino, as coletas devem ser mais freqüentes até se obter a correção para valores desejados do pH, e a partir daí efetuar coletas menos freqüentes para checar a sua manutenção.

NÚMERO DE ESTAÇÕES POR ÁREA

São 5 os critérios para determinar se uma estação de coleta seria suficiente para determinada área:

- **Textura de solo.** Para solos de textura diferente devem-se utilizar diferentes estações de coleta.

- **Espécies e variedades cultivadas.** Se diferentes, deve-se utilizar também, diferentes estações de coleta.
- **Idade das plantas.** Parcelas com plantas de idades diferentes deve-se utilizar diferentes estações de coleta, principalmente para cultivos perenes.
- **Época de plantio.** Cada época de plantio promoverá estágios fisiológicos distintos e devem-se utilizar diferentes estações de coleta.
- **Topografia.** Estações de coleta distintas para a parte alta e para a parte baixa do terreno.

IDENTIFICANDO ERROS GROSSEIROS

O método do **Extrator de Solução do Solo (ESS)** permite identificar rapidamente situações nutricionais indesejáveis para o melhor desempenho das plantas. É considerado **erro grosseiro** seguir aplicando algum fertilizante que promova o aumento de qualquer fator limitante, quando o melhor manejo seria imediatamente promover um equilíbrio de nutrientes na solução nutritiva do solo corrigindo valores de pH e CE para melhor disponibilizar os nutrientes corrigindo eventual excesso ou carência, com um manejo consciente baseado em coletas de informações de fácil procedimento e interpretação para que as **fertirrigações** possam ser instrumentos de manipulação nutricional, a cada turno de rega com a escolha dos fertilizantes adequados para combater os fatores limitantes ao melhor desempenho das plantas cultivadas. É freqüente encontrar situações onde há excesso de Cloretos e CE elevada e ainda assim encontrar na programação o uso do fertilizante Cloreto de Potássio (KCl) a ser aplicado, aumentando os níveis de Cloretos na solução do solo a valores limitantes e contribuindo decisivamente para o aumento da salinização do solo, por ser esse fertilizante de alto índice salino, além de competir com outros ânions úteis como PO_4^- , SO_4^- e NO_3^- . O uso de cloretos em **fertirrigação** deve ser eliminado ou diminuído drasticamente. As únicas situações onde os cloretos são toleráveis são em solos arenosos de fácil drenagem, durante as estações chuvosas que lavariam os sais para fora do sistema radicular.

8.4. IMPORTÂNCIA SECUNDÁRIA DA EXATIDÃO DOS TESTES RÁPIDOS DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO SOLO

Devem-se efetuar comparações sempre entre a coleta atual e a anterior. Esses testes com kits rápidos levam poucos minutos, e então é só preencher a planilha para monitorar ao longo do ciclo da cultura a evolução dos dados sobre CE, pH, Nitrato/Nitrito, Fosfato, Potássio, Dureza, Cloreto, etc. e **compará-los sempre em relação à**

coleta anterior. O valor absoluto dos testes rápidos não tem a importância da exatidão, e mesmo com baixa precisão em testes semiquantitativos por fitas colorimétricas ou por titulação, ou por aparelhos portáteis digitais, já é suficiente para **identificar as tendências** de acúmulo ou falta de nutrientes, CE e pH.

Em sentido figurado se um sujeito gordo com 100 Kg medidos em uma balança descalibrada faz dieta por um mês e passou a pesar 95 Kg na mesma balança, vê-se que o valor relativo já foi suficiente para o objetivo da dieta, mesmo que o valor exato não seja esse. Os kits de testes rápidos também são acessíveis e mais baratos. São testes semiquantitativos que não têm a intenção da exatidão, mas sim de **identificar tendências e os erros grosseiros.**

Os testes de alta exatidão são muito mais caros e demorados, não sendo esse o objetivo desse método. Esses testes mais exatos devem ficar restritos ao uso de pesquisadores que necessitam de valores absolutos para publicações científicas. Por outro lado, os agricultores necessitam de algo prático e confiável, sendo esse método dos **Extratores de Solução do Solo (ESS)** e kits rápidos, o suficiente para tomar decisões de manejo em **fertirrigação.**

A INTERPRETAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS NUTRIENTES EM TRÊS HORIZONTES DO SOLO (15, 30 E 45 CM). OUTRAS PROFUNDIDADES PODEM SER ESCOLHIDAS.

Visando que essa distribuição fique o mais homogênea possível, tornando-se fácil corrigir quando há variações significativas entre os perfis de solo principalmente para parâmetros como CE e os íons mais móveis como Nitrato (NO_3^-) e Cloreto (Cl^-), identificando onde estão distribuídos os nutrientes em relação à maior concentração de raízes e essa informação também pode ser útil para identificar se a lâmina de água irrigada está suficiente ou não por concentrar sais na superfície ou por lixiviá-los.

Pode-se considerar que a distribuição dos sais no bulbo está homogênea quando a diferença entre as 3 profundidades (exemplo: 15, 30 e 45 cm) varia em Condutividade Elétrica (CE) menos de 50% entre elas.

Para ilustrar com números, se a CE a 15 cm é **2,0** mS/cm, a CE a 30 cm é **2,2** mS/cm, e a CE a 45 cm é **2,5** mS/cm, a distribuição dos sais ou fertilizantes nos horizontes do bulbo está bastante homogênea.

Outro exemplo com situação oposta seria: a CE a 15 cm é **1,0** mS/cm, a CE a 30 cm é **2,5** mS/cm, e a CE a 45 cm é **4,0** mS/cm, a distribuição dos sais ou fertilizantes nos horizontes do bulbo está mostrando que há lixiviação forte com clara tendência de lavagem dos nutrientes para fora dos horizontes onde há mais raízes ativas, indicando

desperdício de fertilizantes. Isso pode ser por práticas de irrigação inadequadas como lâmina exagerada, turno de rega pouco freqüente, ou por irrigações freqüentes apenas com água e sem fertilizantes com **ferirrigações** esporádicas, permitindo a lavagem dos sais, ou situação típica após uma chuva.

RELAÇÕES ENTRE CÁTIONS QUE COMPÕEM A CTC NO SOLO E NA SOLUÇÃO DO SOLO.

Essa relação nem sempre corresponde a realidade por influência forte do pH da solução que pode interferir na disponibilidade. O teor e tipo de argila do solo que influi na textura e no valor da CTC, além da concentração de matéria orgânica vão influir nessas relações. Caso Magnésio (Mg^{++}) e Potássio (K^+) estejam em níveis considerados adequados, porém haja excesso de Cálcio (Ca^{++}), então Mg^{++} e K^+ já não estão mais em níveis adequados por desequilíbrio na proporção dos cátions da CTC.

Os nutrientes na solução do solo estão sempre disponíveis, enquanto que os nutrientes que estão no solo podem estar imobilizados total ou parcialmente, dependendo da umidade, tipo e percentual de argila, teor de matéria orgânica, pH, interação com outros íons do solo, atividade microbiana, aeração e oxigenação do solo, compactação, nível de salinidade, etc.

VALORES PADRÃO PARA COMPARAÇÃO.

Há alguns intervalos sugeridos, porém todos os níveis de nutrientes não devem ser interpretados de forma absoluta, mas sim relativa para identificar tendências de acúmulos ou perdas. Nenhum intervalo apresentado é definitivo e certamente varia em tolerância entre cultivos e condições de clima e solo. Aqui são apenas algumas referências.

Há cultivos específicos que toleram valores bem acima desses citados abaixo, porém para os principais cultivos tradicionais de horticultura e fruticultura, podem-se considerar esses valores bem razoáveis até que a pesquisa indique outros valores por ser essa atividade ainda muito recente.

Exemplos: Os valores menores são adequados em solos mais argilosos.

Nitrato de 100 – 400 ppm;

Cloretos até 300 ppm é tolerável e acima de 350 ppm é nocivo;

Fosfato de 20 – 100 ppm;

Potássio de 200 a 400 ppm. Em fase de frutificação até maturação de frutos os valores devem dobrar.

Cálcio 50 – 150 ppm;

Magnésio 30 – 80 ppm;

CE 1,5 – 4,0;

pH 5,5 – 7,5.

INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS.

Esse método **não** tem por objetivo a obtenção de resultados **absolutos e precisos**, mas sim de identificar as **tendências de acúmulo ou de escassez** de qualquer nutriente ou parâmetro monitorado. O importante é o resultado atual, sempre em relação à coleta anterior. Isso implica que os valores relativos têm maior peso que os valores individuais absolutos, para efeito de decisão sobre o manejo de **fertirrigação**. Erros grosseiros e erros sistemáticos são facilmente identificados, e aplicações de nutrientes com intuito **corretivo** podem ser efetuadas via **fertirrigação** e verificadas se estão surtindo efeito nas doses aplicadas quantitativa e qualitativamente.

Há situações em que mesmo identificado o problema, a sua correção via **fertirrigação** pode ser demorada. As correções em solos arenosos são, via de regra, bem mais rápidas e fáceis do que em situações similares para solos argilosos, que possuem maior efeito tampão.

Algumas situações curiosas como irrigação com **águas duras**, ou seja, ricas em Carbonato de Cálcio e com pH elevado, podem exigir uma estratégia dupla de combate para disponibilizar Magnésio (Mg), Potássio (K), Fósforo (P) e alguns micronutrientes como Ferro (Fé), Zinco (Zn), Manganês (Mn), Cobre (Cu) e Boro (B) às plantas. Deve-se, neste caso atuar em paralelo com programas via **fertirrigação** e via **foliar**. O uso de aplicações foliares freqüentes pode suprir parte da demanda que as plantas necessitam e que via solo não estariam disponíveis prontamente em fases críticas do ciclo de desenvolvimento das plantas.

Alguns fertilizantes solúveis têm sido utilizados com sucesso via fertirrigação e via foliar para disponibilizar esses principais nutrientes que podem estar em deficiência quando as águas duras são utilizadas nas irrigações:

Observação: É sempre útil utilizar fertilizantes foliares que podem ser misturados com defensivos, para aproveitar as pulverizações e minimizar os custos das aplicações, mantendo o pH da calda de pulverização levemente ácida para aumentar a eficiência de absorção e evitar a hidrólise alcalina dos defensivos. O mais eficaz fertilizante que age como redutor de pH de caldas de pulverização é o MKP (00-52-34) por ter forte poder tampão para pH entre 4,5 e 5,0 que é excelente para os nutrientes e para a maioria dos

defensivos favorecendo e otimizando as absorções. MKP também tem efeito anti-fungo contra oídio de modo preventivo, que é um motivo a mais para sua utilização. A dose útil é de 1% do volume de calda para hortaliças e frutíferas jovens e 1,5% para frutíferas adultas. MKP também é riquíssimo em Fósforo e Potássio, sendo nutrientes bem vindos a partir da fase de floração e durante a frutificação. Na fase vegetativa, a alternativa do MAP purificado (12-61-00) como redutor de pH em dose similar ao MKP que também tem poder tampão entre 4,5 e 5,0 sendo rico em Fósforo, com um pouco de Nitrogênio, embora não tem ação anti-fúngica como o MKP. Essas fontes de Fósforo solúveis são muito bem vindas como complemento nutricional foliar porque muitas vezes o Fósforo que está no solo está imobilizado e indisponível e passa a ser uma forma bem econômica e útil de suprir Fósforo e ao mesmo tempo obter o pH desejado para os defensivos.

9. ANÁLISE DA SOLUÇÃO NUTRITIVA DO SOLO

A solução do solo é composta por um complexo de sais solúveis dissolvidos em água.

A água pura ou destilada seria isenta de íons e não conduziria eletricidade, ao contrário seria isolante. Quando a água da chuva ou da irrigação entra em contato com o solo, os sais naturais assim como os sais fertilizantes que conseguem ser dissolvidos e são dissociados em cátions e ânions, cuja eletricidade pode ser obtida com o medidor de **Condutividade Elétrica (CE)**. Nos níveis viáveis para nutrição vegetal a CE é proporcional a concentração de sais e, portanto, podemos interpretar a variação da CE entre as aplicações de fertilizantes como acréscimos ou decréscimos das concentrações de fertilizantes na solução nutritiva do solo, e cuja interpretação pode auxiliar em manejo de fertilização mais adequado, via **fertirrigação** ou não.

A CE informa apenas a concentração de sais totais dissolvidos em solução e não é específico para nenhum sal ou nutriente em particular.

A **Condutividade Elétrica (CE)**, é medida em miliSiemens/cm (mS/cm) ou deciSiemens/m (dS/m) no Sistema Internacional equivale à antiga unidade milimhos/cm (mmhos/cm). Em água destilada a Condutividade Elétrica é zero. A CE da água de irrigação consiste da CE da fonte de água mais a CE da solução de fertilizantes. A CE da solução do solo não deveria exceder a CE da solução irrigada em mais de 0.2 mS/cm – e este é o ótimo nível de CE indicado. Por exemplo: se a condutividade da fonte de água é 0.3 mS/cm, e a condutividade da água de irrigação é 0.7 mS/cm – o ótimo nível de CE da solução do solo estará entre 0.7 a 0.9 mS/cm. Caso a CE da solução do solo exceder 0.9 mS/cm, significa que a dosagem de fertilizante deveria ser reduzida gradualmente. Caso a CE da solução do solo fique mais baixa que a da solução aplicada, significa que

há uma falta de fertilizante que deveria ser elevado até o nível ótimo. Quando a elevação em CE é proporcional ao Nitrato é um bom indicativo, se não, será resultado de acumulação de outros sais, que pode ser nocivo e deveria ser lixiviada da zona do sistema radicular imediatamente. A CE ótima deve ser analisada de acordo com a qualidade de água, tipo e textura de solo, e planta cultivada. Outros valores podem ser estipulados, para se identificar tendências de salinização a médio e longo prazo. É certo, porém que esse método permite identificação fácil de acúmulo e perdas de sais nos perfis do solo, e pode ser um instrumento útil como auxiliar de manejo em nutrição e em particular para a prática da **fertirrigação**.

Em paralelo a CE, outros parâmetros mais específicos podem ser analisados e monitorados na solução nutritiva do solo, como pH, Nitrato/Nitrito, Amônio, Fosfato, Potássio, Cálcio, Magnésio, Cloreto, Ferro, Cobre, entre outros, através de kits de testes rápidos de 1 a 2 minutos, em escalas semiquantitativas, por fitas colorimétricas ou por titulação, para acompanhamento da evolução ou involução da concentração do nutriente específico.

Devemos efetuar a análise comparativa em 3 situações:

- CE e pH na água pura de irrigação.
- CE e pH na água de irrigação com fertilizante.
- CE e pH na água de drenagem ou da solução coletada do extrator de soluções.

A CE é medida em miliSiemens/cm (mS/cm), deciSiemens/m (dS/m) ou milimhos/cm (mmhos/cm), todas unidades equivalentes.

A água pura para irrigação de boa qualidade tem uma CE inferior a 1,0 mS/cm.

CE entre 1,0 e 1,5 é levemente salina.

CE entre 1,5 e 2,0 é medianamente salina.

CE entre 2,0 e 3,0 é altamente salina.

Quando a CE inicial está acima de 3,0, a água é imprópria para o cultivo da maioria das culturas, exceto àquelas mais tolerantes ao sal, que são originárias de regiões de clima árido ou semi-árido e que estão geneticamente adaptadas a condições adversas. Essa CE aumentará ainda mais quando forem adicionados fertilizantes.

Após identificar a CE inicial da água de irrigação, devemos coletar uma amostra da água durante a **fertirrigação**, ou seja, a CE da água de irrigação acrescida do fertilizante aplicado na proporção desejada.

Um exemplo: Os valores apresentados são meramente para efeito demonstrativo e didático com números redondos. Vamos admitir que a água pura de irrigação tenha uma leitura de CE = 1,0 mS/cm. Ao aplicar 1000g de uma fórmula (NPK – 20-20-20) de fertilizante / m³ de água irrigada, sabemos que essa solução nutritiva aplicada possui 200 ppm de N e se obteve uma leitura de CE de 3,0 mS/cm. Sabemos agora que a diferença de CE corresponde a 2,0 mS/cm. Como há uma relação direta entre a concentração de fertilizantes e a leitura de CE adicionada ao CE inicial da água, podemos facilmente concluir que se aplicássemos o dobro do fertilizante, ou seja, 2000 g/m³ de água irrigada, obteríamos o dobro do acréscimo sobre o valor da CE inicial da água, ou seja, 4,0 + 1,0 = 5,0 mS/cm seria a CE final obtida. Saberíamos também que esse valor corresponde a uma concentração de 400 ppm de N, por regra de 3 simples. Os valores citados acima não são reais e são apenas para ilustrar o exemplo de forma matemática.

De forma semelhante, se aplicássemos apenas a metade do fertilizante inicial, os valores correspondentes seriam 500 g de fertilizante / m³ de água irrigada, 100 ppm de N e CE final = 2,0 mS/cm.

Devemos montar sempre uma tabela e um gráfico de auxílio para cada formulação de fertilizante utilizada considerando a concentração inicial da água local que normalmente varia a sua CE na fonte original, como rio, poço, açude etc.

Observação: O perigo de utilizar formulações tipo **“receita de bolo”** em **fertirrigação** seguem como alerta em dois exemplos abaixo:

Exemplo 1 - Dois produtores de hortaliças cultivando alface da mesma variedade, com o mesmo espaçamento e idêntica agrotécnica, como época de semeio, quantidade de água aplicada, frequência de rega e até dosagens e tipo de fertilizante de mesmo fabricante, ou seja, os dois produtores utilizaram a mesma **“receita de bolo”**, porém apenas um dos produtores obteve boa produção, enquanto o outro amargou prejuízo. Eis, portanto, uma explicação plausível: A fonte de água do produtor que deu certo, era de rio com o pH 5.5 e a CE ou salinidade 0.2mS/cm e com o uso do fertilizante de tendência alcalina, elevou o pH para 6.5 e a CE passou para 1.5mS/cm, que são valores adequados e compatíveis ao bom crescimento de alface. Porém o segundo produtor irrigava com água de poço, que era alcalina e de origem calcária com pH 9.0 e CE inicial 1.5 mS/cm, e ao utilizar a mesma fórmula de fertilizante, agravou o problema de pH alto que ficou ainda mais alto chegando a pH 10 causando vários distúrbios

fisiológicos nas plantas e um desbalanço nutricional acentuado além de chegar a um nível de CE de 2.8 mS/cm, que é um pouco elevado para esse tipo de cultivo.

Exemplo 2 - Dois produtores de melancia com adubações idênticas a base de Uréia e de Cloreto de Potássio, além de outros adubos. O primeiro tinha salinidade baixa com CE 0.1mS/cm, com praticamente zero de Cloreto na água original de sua região, enquanto o segundo tinha uma CE inicial de 2.5mS/cm e com cerca de 800 ppm de cloreto, ao adicionar o fertilizante os índices de Cloreto subiram respectivamente para aproximadamente 200 ppm, que está dentro da faixa de tolerância, e para 1000 ppm, nível de toxidez. A CE subiu para 1.5mS/cm (bom) e para 4.0mS/cm (alto), respectivamente. Uréia e Cloreto de Potássio são fertilizantes que embora sejam baratos, são também de baixa qualidade. A Uréia nunca deve ser a única fonte de N em qualquer cultivo, e o Cloreto de Potássio que possui 60% de K₂O possui também pelo menos 45% de Cloro que normalmente é prejudicial às plantas, exceto em solos arenosos durante o período das chuvas quando o Cloreto é facilmente lixiviado.

DRENAGEM EM SUBSTRATOS

Para cultivos em substratos, um bom índice de drenagem para evitar o risco de salinização em substratos consiste em 30% da água aplicada, ou seja, para cada 1 litro de água aplicada, 300ml de solução deveriam ser drenados, 700 ml são consumidos ou evaporados. Caso o índice de drenagem seja inferior a 30% há um risco de salinização e se for superior a 30% há um excesso de água aplicada com desperdício.

IDENTIFICANDO LIXIVIAÇÃO COM ESS

Em solo, com o uso de **Extratores de Solução do Solo (ESS)** com diferentes profundidades, como exemplo 15, 30 e 45 cm, pode ser utilizado para identificar problemas de lixiviação por diferença de concentrações dos nutrientes entre as camadas onde são coletadas as amostras e correções de manejo de lâmina de irrigação e dosagens de fertilizantes podem ser alteradas para obter uma melhor distribuição de nutrientes no bulbo molhado.

RELAÇÃO ENTRE MILIEQUIVALENTE POR LITRO (MEQ/L), PPM

Para um meq/l de um íon monovalente, deve-se utilizar o valor de seu peso molecular que pode ser obtido na tabela periódica, e simplesmente considerá-lo em partes por milhão (ppm).

Exemplo Potássio:

O peso molecular do Potássio é 39. Sendo íon monovalente = 1 meq.

1 meq/l de K^+ = 39 ppm;

10 meq/l de K^+ = 390 ppm;

10 meq/l de qualquer íon é igual a uma Condutividade Elétrica (CE) = 1mS/cm.

São necessários 390 ppm de K^+ para contribuir com o aumento de 1mS/cm na CE da solução do solo.

Para 1 meq/l de um íon bivalente, deve-se utilizar o valor de seu peso molecular dividido por 2 e considerá-lo em partes por milhão (ppm).

Exemplo com Cálcio:

O peso molecular do Cálcio é 40. Sendo o Cálcio bivalente, 1 meq/l de Ca^{++} = $40/2 = 20$ ppm.

10 meq/l de Ca^{++} = 200 ppm;

São necessários 200 ppm de Ca^{++} para contribuir com o aumento de 1mS/cm na CE da solução do solo.

Exemplo com Nitrato (NO_3^-):

O peso molecular do N = 14 ; O = (16 x 3 = 48) ; NO_3^- = (14 + 48) = 62

1 meq/l de NO_3^- = 62 ppm;

10 meq/l de NO_3^- = 620 ppm;

São necessários 620 ppm de NO_3^- para contribuir com o aumento de 1mS/cm na CE da solução do solo.

Exemplo com Cloreto:

O peso molecular do Cloreto é 35.5. Sendo íon monovalente = 1 meq.

1 meq/l de Cl^- = 35.5 ppm;

10 meq/l de Cl^- = 355 ppm;

São necessários apenas 355 ppm de Cl^- para contribuir com o aumento de 1mS/cm na CE da solução do solo.

RELAÇÃO ENTRE CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE) E PRESSÃO OSMÓTICA E CAPACIDADE DE FOTOSÍNTESE

Para cada 1mS/cm de CE corresponde a uma Pressão Osmótica da solução do solo junto ao sistema radicular da ordem de 0.3 bar ou atm.

Exemplo: Quando a CE na solução do solo, por exemplo, alcança o valor de 5mS/cm por acúmulo de sais, a pressão osmótica dessa solução é de 1.5 bar ou atm, ou 150 centibares. Quanto mais salina a solução do solo mais esforço para as raízes extrair água com nutrientes desse solo.

De forma bem genérica, os valores de pressão osmótica mantidos abaixo de 0.8 bar (80 centibares) ou atm (< 3 mS/cm) são desejáveis para otimização da absorção pelas raízes para a maioria dos cultivos. Quanto maior a pressão osmótica maior a dificuldade de absorção pelas raízes até que haja ponto de stress e depois colapso. Há, porém grande variação de tolerância entre as plantas cultivadas. Uma breve comparação entre tomate e pimentão, da mesma família das *Solanáceas*, em que o tomate tolera uma Pressão Osmótica de até 3.2 bares (320 centibares) ou até 11mS/cm de CE, porém o pimentão tolera apenas uma Pressão Osmótica de até 1.2 bares (120 centibares) ou até 4mS/cm de CE.

Quando a salinidade aumenta na solução do solo há uma maior retenção da água no solo e dificuldade para as raízes absorverem essa água com os sais dissolvidos que formam a solução nutritiva, assim para cada 1 mS/cm de concentração de sais (fertilizantes são na maioria sais) é como se um tensiômetro marcasse 30 centibares (0,3 bar). Uma volta completa do vacuômetro (relógio de um tensiômetro) com 100 centibares seria como se a salinidade ou CE atingisse cerca de 3,3 mS/cm. Isso significa que haverá uma "briga" entre os sais do solo e as raízes para ficar com a água. Se as plantas estão transpirando em um clima de alta insolação e alta temperatura, tão comum em grande parte do Brasil, vai ocorrer déficit na captação de água que geralmente no horário entre 10:00 da manhã até as 16:00 horas, as plantas para evitar desidratação, murcha e perda da turgescência, simplesmente por defesa fecham os estômatos e voltam a abri-los no final da tarde. Isso implica em perda de horas preciosas de fotossíntese por excesso de salinidade no solo e isso é facilmente controlável através de monitoramento dos níveis de condutividade elétrica (CE) e sua manipulação via fertirrigação para manutenção dentro de intervalos fisiológicos para as plantas, e isso pode significar mais horas de fotossíntese por dia, plantas com turgescência e sem murchas mesmo nas horas mais quentes do dia, resultando em plantas com maior potencial de produtividade, com a nutrição mais eficaz e isso também implica em muito maior tolerância contra pragas e doenças em geral.

INTERPRETAÇÃO DO pH.

O pH da solução do solo é um fator indicativo que da disponibilidade dos elementos nutricionais às plantas. A manutenção do pH entre 5.5-7.0 permitirá que todos os elementos essenciais estejam solúveis e disponíveis às plantas, aumentando a eficiência de absorção. Para manter a faixa de pH ideal deveriam ser usados fertilizantes balanceados, levemente ácidos, para a manutenção do pH. O uso de fertilizantes mais ácidos ou mais alcalinos deve ser utilizado para correções dos valores de pH que estejam fora da faixa de tolerância ideal, e o tempo para se obter as correções e as dosagens é função direta da capacidade tampão (*buffer*) de cada solo sendo mais fácil promover alterações em solo arenoso e mais difícil no argiloso. A matéria orgânica também contribui para aumentar o poder tampão que vai resistir a mudanças no pH.

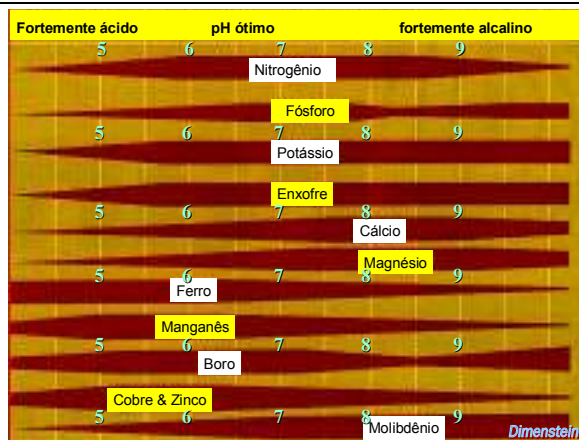
Os íons que vão nutrir as plantas possuem faixas de pH em que suas solubilidades e disponibilidades variam, entretanto valores entre 5.5 e 7.0 satisfazem a todos os elementos essenciais.

Embora os solos brasileiros sejam predominantemente ácidos, quando se pratica agricultura irrigada e sua água é alcalina como, por exemplo, em Mossoró, RN, com água de poços ou no vale do São Francisco, Petrolina, PE e Juazeiro, BA, com a água do rio São Francisco que é alcalina, o manejo nutricional deve ser repensado para proporcionar um ambiente satisfatório no volume umedecido onde se desenvolvem as raízes. Até práticas tradicionais como a calagem, merecem ser repensadas em agricultura irrigada.

Os elementos mais prejudicados em solubilidade e conseqüentemente em disponibilidade em pH alcalino são o Fósforo, que reage com o Cálcio e precipita formando Fosfato de Cálcio e os microelementos catiônicos como Ferro, Zinco, Cobre e Manganês que formam Óxidos e precipitam, além do Boro que se torna menos solúvel. O Potássio perde na competição direta com o Cálcio que é predominante em meio alcalino.

O pH inicial da água deve ser identificado e corrigido com os fertilizantes que serão aplicados. Sabemos que os componentes dos fertilizantes podem ter reações ácidas ou alcalinas e influir no valor da solução final que deverá ficar entre 5.5 e 7.0. Nesse intervalo a solubilidade e a absorção dos macros e microelementos essenciais é mais eficiente.

Disponibilidade dos elementos nutritivos em função do pH da solução do solo



CLORETO – Cl^-

Uma elevação ou um declínio do nível de Cloreto afeta drasticamente o nível de CE da solução nutritiva do solo. **35 mg/litro (ppm) de Cloreto = 0.1 mS/cm = 1 meq/L = mmol.dm⁻³**. Uma concentração excessiva de Cloreto é tóxica às plantas e as impede de absorver outros nutrientes. É então necessário monitorar freqüentemente os níveis de Cloreto e promover sua lixiviação da zona de raiz quando o nível for muito alto. É importante lavar o Cloreto em excesso para fora da zona radicular ativa. Também deveriam ser administrados testes da fonte de água de irrigação para fazer uma comparação com o nível de Cloreto acumulado no solo. Por exemplo: se o nível de Cloreto na água for 150 ppm, e o teste de solução do solo revelou 200 ppm – o nível de Cloreto do solo ainda está dentro do normal. Mas se um teste posterior revelar uma concentração de 300 ppm, então muito Cloreto foi acumulado no solo e deve ser lixiviado. Por sorte, durante o período das chuvas, o Cloreto por ser ânion (carga negativa) não tem como se fixar no solo e é facilmente lavado reduzindo a salinidade acumulada no período seco nos horizontes superiores do solo.

O Cloreto é considerado como microelemento por sua participação na ativação enzimática durante o transporte de elétrons nos citocromos durante a fosforilação oxidativa. Contudo, apenas 10 ppm seriam suficientes para suprir essas necessidades e não é comum relatos sobre deficiências desse elemento. Ao contrário disso, o mais comum é encontrar situações de toxidez e alta salinização por excesso de Cloretos, tão abundante na natureza e fornecido em escala de macronutrientes nas adubações convencionais e até via fertirrigação.

O mais popular fertilizante potássico é o Cloreto de Potássio (KCl) que contém pelo menos 60% de K_2O . Isso equivale a 50% de K puro. A relação em peso de que para

um K há um Cl, e se na tabela periódica o peso do K = 39 e o Cl = 35,5 implica que por regra de 3 simples:

$$(35,5 \times 50) / 39 = 45,5$$

Ou seja, há 45,5% de Cloreto no KCl. Isso é concentração de macroelemento e pode ser altamente nocivo. Há também cerca de 4,5% de impurezas que contêm Sódio (Na⁺), além Alumínio (Al⁺⁺⁺) ou Ferro insolúvel (Fe⁺⁺⁺).

O Cloreto possui também algumas características que seriam desejadas por muitos dos outros nutrientes vegetais, são elas: alta solubilidade e mobilidade no solo; é também altamente móvel no xilema e no floema. Apenas o Nitrato (NO₃⁻) possui características similares e é um competidor antagônico extremamente eficiente no combate ao excesso de Cloretos.

Os Cloretos dentro da célula tendem a ser armazenados no vacúolo onde não há atividades metabólicas e exercem funções de turgescência como outros íons que estejam presentes. Quando há excesso de Cloretos, esses escapam do vacúolo e se espalham pelo citoplasma prejudicando o metabolismo e atividades de organelas como mitocôndrias, ribossomos e cloroplastos, além de ocuparem o lugar de outros ânions úteis como Nitratos (NO₃⁻), Fosfatos (PO₄⁻) e Sulfatos (SO₄⁻).

O Cloreto de Potássio **vermelho** não é totalmente solúvel e contém bastante impurezas além da presença de Ferro insolúvel (Fe⁺⁺⁺) que é trivalente sendo um fator indesejável para os sistemas de irrigação localizada como gotejamento e microaspersão causando entupimentos dos emissores. O KCl vermelho é normalmente usado em formulações de solo de NPK e não é destinado para aplicações como solúveis.

O Cloreto de Potássio Branco existe em duas versões, a comum e a purificada:

O KCl branco comum contém entre 58 a 60% de K₂O. certas quantidades de insolúveis além de teores de outras impurezas como Bromo, Alumínio e Sódio que embora solúveis não são nutrientes.

A versão do KCl Branco purificado é conhecido como **KCl Fru Grade** sendo a mais adequada para uso em fertirrigação tendo cerca de 62% de K₂O. Isso diferencia qualifica esse KCl para o uso via fertirrigação. É a fonte de Potássio mais econômica e fácil de encontrar no mercado embora seja de alta salinidade e portanto o monitoramento da solução do solo pode ser o melhor indicativo para saber os limites da tolerância ao Cloreto e a salinidade que cada cultivo suporta antes de perder desempenho agrônomico e produtividades.

O caso da bananeira é típico porque é um cultivo extremamente exigente em Potássio, mas sendo bastante sensível ao excesso de Cloretos e a salinidade em geral.

Assim, as fontes de Potássio devem ser aplicadas parcialmente obedecendo essas tolerâncias e considerando a influência no pH que cada fertilizante também exerce. Veja a tabela abaixo:

Fontes de Potássio solúvel	CE 1g/L	pH 1%
KCl Fru Grade 62% K₂O	1,70	6,80
Nitrato de Potássio 13-00-46	1,30	8,00
Nitrato de Potássio + P 13-02-44	1,30	6,60
Sulfato de Potássio 50% K₂O	1,70	4,00
MKP (PeaK) - Fosfato de Potássio 00-52-34	0,70	4,50
PeKacid – Ác. Fosfórico + MKP 00-60-20	1,40	2,2
MagPhos - Fosfato de K + Mg 00-55-19+7MgO	0,65	5,00

Se desejamos fornecer Potássio e tivermos uma salinidade baixa além de pH próximo ao neutro, fica claro que o KCl Fru Grade é a fonte de Potássio mais adequada além de ser mais econômica.

Caso o pH na solução do solo esteja alcalino > 7 deveremos optar por fertilizantes de Potássio com tendência acidificante e temos 3 opções de acordo com a tabela acima que inclui o Sulfato de Potássio, MKP (PeaK) e o MagPhos. Nesse caso teremos fertilizantes mais caros do que o KCl porém com resultados mais eficientes no campo que devem promover melhor desempenho agrônômico considerando que o controle do pH é obtido com o jogo de escolha de diferentes fertilizantes de acordo com o bom senso e com as medições do pH na solução do solo e devemos considerar outros fatores como a salinidade e a fase do cultivo para priorizar os nutrientes acompanhantes ao Potássio que podem ser Nitrogênio, Fósforo, Enxofre, Magnésio e Cloreto que podem ser úteis se fornecidos em doses adequadas. Assim efetuamos escolhas que envolvem além dos custos dos fertilizantes, outros fatores para obtenção de pH e salinidade adequados ao melhor desempenho do cultivo. Isso certamente custará mais caro e também dará o melhor desempenho em campo e essa relação custo/benefício deve ser analisada caso a caso.

OS NITROGÊNIOS: NITRATO (NO_3^-), AMÔNIO (NH_4^+) E AMIDA (NH_2)

A maior parte do Nitrogênio no solo está na forma de Nitrato (NO_3^-). Quando o Nitrogênio está na forma de Amônio (NH_4^+), este será, em poucos dias, transformado em Nitrato (NO_3^-) por oxidação. Também na forma de amônio as raízes têm capacidade de absorvê-lo.

A terceira forma de Nitrogênio é a Amídica (NH_2) normalmente fornecida através da aplicação de uréia [$\text{HC}(\text{NH}_2)_2$] que não possui carga iônica, ou seja, não é cátion nem ânion, e as raízes só sabem absorver íons. A uréia que é um fertilizante que não é sal, é uma molécula orgânica que vai passar no solo por transformações de óxido-redução para Amônio (NH_4^+), redução, e logo depois para Nitrato (NO_3^-), oxidação. Essas transformações podem levar de 10 a 15 dias dependendo das condições ambientais ideais como umidade do solo, presença de oxigênio, solo não compactado, temperaturas de solo altas agilizam o processo e faixa de pH entre 5 e 8. Curiosamente, após a primeira reação de redução, o (NH_2) ganha do meio 2 H e passa a (NH_4^+), retirando de circulação na água esses 2 H, e causando o aumento do pH que fica mais alcalino. Entretanto, logo em seguida, se inicia o processo inverso de oxidação e o (NH_4^+) devolve para o meio 4 H, e o pH fica mais ácido. No balanço final, a acidez aumenta, e o N é oxidado para formação de Nitrito (NO_2^-) e logo depois de Nitrato (NO_3^-). Quando o pH da solução do solo está próximo a 7,5 e o Nitrogênio aplicado é puro na forma de uréia, a primeira reação de redução força o pH a subir a valores acima de pH 8,0 e esse pH consegue inibir a ação das bactérias nitrificadoras que fariam a oxidação à Nitrato.

As bactérias nitrificadoras **Nitrosomonas** e **Nitrobacter** têm suas atividades metabólicas de oxidação inibidas com pH abaixo de 5,0 ou acima de 8,0 e iniciam o processo de transformação do amônio a nitrito (NO_2^-) e logo após em nitrato (NO_3^-), que é a forma mais nobre e eficiente de Nitrogênio na forma aniônica e que tem por sinergismo uma alta eficiência de transportar o cátion acompanhante como K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} .

O Nitrogênio na forma de Nitrato (NO_3^-) pode ser monitorado de modo bem fácil e rápido indicando que o manejo de **fertirrigação** para os Nitrogênios deve fracionar as aplicações para otimizar sua disponibilidade às raízes e minimizar as perdas, principalmente durante o período chuvoso, quando o Nitrogênio é facilmente lixiviável.

O Nitrogênio fornecido na forma de amônio (NH_4^+) pode ser provisoriamente mantido no solo, se esse solo for argiloso por atrair a forma de cátion antes da nitrificação. O teor de matéria orgânica também ajuda a fixar o amônio (NH_4^+). A sua estabilidade é muito limitada.

Quando a uréia está na superfície do solo e passa uma transformação de amida para amônio (NH_4^+) passa pela forma intermediária de **amônia (NH_3)** que é extremamente volátil podendo ter até 80% do N perdido para a atmosfera. Para minimizar as perdas, a uréia precisa ser incorporada ao solo ou infiltrada via **fertirrigação** estando menos sujeita a evaporação de superfície.

A uréia deve ser evitada para uso em **hidroponia**, com ou sem substratos por não possuir as bactérias que transformariam essa fonte de Nitrogênio em forma iônica aproveitável. Nesse caso a uréia seria inerte, sem função nutricional, além de liberar em ambientes protegidos como estufas ou túneis, a amônia (NH_3) volátil.

Em **hidroponia**, o Nitrato deve ser a fonte de Nitrogênio predominante, com pelo menos 80%, e Amônio pode complementar para manter a proporção de 4:1.

O Nitrato é altamente solúvel e facilmente lixiviável – enfatizando a importância de ser continuamente analisado. É muito importante que o agricultor saiba o nível do Nitrato na solução do solo para determinar se há necessidade de aumentar ou diminuir as doses de fertilizantes nitrogenados a serem aplicadas. Também, é muito importante analisar quais as razões das mudanças nos níveis de Nitrato, e conferir todos os fatores. Pode ser causado um declínio de nível de Nitrato na solução do solo como resultado de aumento no consumo da planta. Uma elevação de nível de Nitrato pode indicar que a lâmina de irrigação aplicada está baixa, ou para um declínio da habilidade da planta para absorver Nitrato (como resultado de uma poda forte, falta de aeração do solo, presença de patógenos de solo ou nematóides, etc.). Uma elevação ou um declínio de nível de Nitrato afeta o nível de Condutividade Elétrica (CE) da solução do solo. O peso molecular do Nitrato (NO_3^-) é composto de N = 14 + Oxigênio (3×16) = **62 mg/litro (ppm) de Nitrato = 0.1 mS/cm = 1 meq/L = mmol.c.dm⁻³. = 0.1 millimho/cm** . A concentração ideal do Nitrato (NO_3^-) na solução do solo é de 100-400 (ppm), de acordo com o tipo de solo e planta, e fase fenológica. Valores acima de 400 ppm não são problemas, mas pode indicar certo desperdício e alertar para a possibilidade de se praticar um manejo mais econômico sem prejudicar o desempenho das plantas.

NITRITO – NO_2^-

Quando há excesso de água e o solo fica encharcado e faltando Oxigênio pode haver um acúmulo de Nitrito (NO_2^-) que é tóxico para as plantas. O Nitrito é uma forma intermediária que passa imediatamente a Nitrato na presença de Oxigênio durante o processo de nitrificação do Amônio a Nitrato por ação das bactérias aeróbias Nitrosomonas e Nitrobacter. Além do Oxigênio a ação mais eficiente dessas bactérias ocorre entre os valores de pH 5 a 8, e temperaturas acima de 30°C. Quando o pH da

solução do solo está abaixo de 5 ou acima de 8, pode haver acúmulo de Nitrito mesmo na presença de Oxigênio em solos não encharcados, e em épocas de clima frio por diminuir a ação das bactérias nitrificadoras quando fontes de Amônio ou Uréia são aplicadas.

O Nitrito (NO_2^-) é uma forma intermediária, instável, porém, **extremamente tóxica** às plantas. A partir do Nitrito (NO_2^-) será formado o Nitrato (NO_3^-) no solo, durante o processo de nitrificação a partir do Amônio (NH_4^+). O acúmulo de Nitrito (NO_2^-) se dá em condições anaeróbias, ou seja, na falta de oxigênio, por excesso de irrigação ou chuva, principalmente em solos de textura argilosa, em solos mal drenados ou compactados. Além de Oxigênio no solo e da faixa de pH entre 5.0 – 8.0, o processo pode ser inibido por falta de umidade mínima no solo ou por temperaturas baixas. A absorção de Nitrito (NO_2^-) pelas raízes pode provocar distúrbios fisiológicos causando abortamento de flores, frutos ou de cachos de frutos.

Em solos com difícil correção dos fatores que acumulam Nitrito (NO_2^-), deve-se evitar fornecer N nas formas de uréia ou amônio, e como paliativo a aplicação foliar de N, nas formas de Nitrato, Amônio e Amida, que são assimiláveis. A uréia via foliar é bem assimilada, porém pode causar toxidez pelos teores de Biureto que normalmente estão entre 1,0 a 1,5% e esse Biureto é considerado como impureza nas uréias. O processo industrial de limpeza de Biureto das uréias é bastante caro e são feitas apenas para fertilizantes especiais para uso específico como foliares. Quando a uréia comum é aplicada via foliar, devem-se utilizar concentrações sempre baixas, de até 1% da calda de pulverização. A uréia de baixo Biureto permite aplicações mais concentradas.



Toxidez típica de biureto nas pontas das folhas em citros causada por aplicação foliar com dose excessiva de uréia comum.

10. A SOLUÇÃO NUTRITIVA.

As concentrações de N, P e K que desejamos aplicar, vão variar de acordo com a espécie cultivada, a variedade, e a fase fenológica do cultivo que tem exigências diferenciadas. Sabemos que durante a fase jovem ou de crescimento vegetativo, a planta deve receber nutrientes quantitativa e qualitativamente diferenciados em relação a outras fases como floração, formação de frutos, preenchimento dos frutos, maturação e colheita. Durante cada fase, há uma exigência fisiológica que pode ser influenciada pela nutrição da planta. Independente de o cultivo ser anual ou perene devemos identificar e tratar adequadamente o estágio de desenvolvimento em que as plantas se encontram.

Parâmetros de dosagens de fertilizantes quando não se mede a Condutividade Elétrica (CE) para um cultivo intensivo como tomate, melão, mamão, etc.



As dosagens dos fertilizantes totais a serem aplicados em sistemas irrigados devem variar de 300 g/m³ de água irrigada para solos argilosos até 800 g/m³ de água irrigada para solos arenosos. O método de **fertirrigação proporcional** indica que quanto mais água se irriga mais fertilizante se gasta, para manutenção de concentrações de nutrientes na solução nutritiva, portanto, em solos mais arenosos se gasta mais fertilizantes por hectare do que em solos argilosos.

No outro método de **fertirrigação**, chamado de **quantitativo**, uma quantidade de fertilizante é previamente determinada por hectare para cada fase do cultivo, variando de 10 – 50 kg/hectare, de fertilizante por turno de rega. É um método mais simples e não necessita de automação.



O Fósforo (P), em condições de solo fica imobilizado em grande parte, exigindo altas dosagens, embora apenas 10 a 15% do total do Fósforo aplicado é absorvido pelas raízes das plantas. Através da **fertirrigação** e em particular da **hidroponia**, a disponibilidade aumenta sensivelmente e mesmo na presença de substratos a imobilização é bem menor do que em solo, além de que por ser aplicado já dissolvido em solução nutritiva a sua absorção é facilitada quando comparada com fertilizantes na forma sólida. Na elaboração da solução nutritiva, geralmente entre 20 a 40% da habitual dosagem do Nitrogênio é suficiente para dosar o Fósforo quando solúvel. O pH abaixo de 5.8 ou acima de 7.5, promove a precipitação do P com outros elementos como Alumínio, Ferro, Manganês e Cálcio, tornando-o insolúvel e assim menos disponível para absorção na forma iônica do fosfato solúvel. É muito comum em relação ao P que parte desse fertilizante seja aplicado ao solo em fundação pelo método convencional e o complemento de fontes de P solúveis via **fertirrigação** e por aplicação foliar em fases críticas do ciclo da cultura quando há uma maior demanda desse elemento, como fase de floração e início de frutificação, ou após a colheita ou desbaste para reiniciar um novo ciclo vegetativo.

O Potássio (K^+) deve ser fornecido em doses inferiores ou iguais ao Nitrogênio para a planta jovem ou fase vegetativa. Porém, na fase adulta o K^+ é muito importante na formação e na qualidade dos frutos quando as dosagens devem ser gradativamente elevadas para atingir o até o triplo da dosagem do Nitrogênio.

O Cloreto (Cl^-) é um elemento que pode causar sérios problemas por excesso, sendo tóxico quando em altas concentrações e compete com outros nutrientes pela absorção radicular. Ao se identificar o acúmulo de Cl^- a níveis indesejáveis, deve-se efetuar uma lavagem do sistema radicular com bastante água porque esse elemento é facilmente lixiviável. O nível de Cl^- na água de irrigação é considerado normal em concentrações de até 150 ppm, e em até 250 ppm para a água de drenagem. Quando na água de drenagem o Cl^- chega a 400 ppm já alcança o nível de toxidez para muitos cultivos.

Em **hidroponia**, para Cálcio (Ca), Enxofre (S) e Magnésio (Mg) dosagens entre 30 e 50% do Nitrogênio são adequadas, porém em solo, o balanço de Cálcio na CTC não é proporcional aos outros cátions, sendo o Cálcio predominante de 50 a 80 % da CTC, o Magnésio de 10 a 20% e o Potássio de 3 a 10%.

Ferro (Fe) quelatizado é a forma mais eficiente de se aplicar esse elemento, em **hidroponias** e as dosagens devem ter concentrações entre 20 e 25 ppm. Os níveis de tolerância são muito amplos para ferro e para manganês. Em solo há varias alternativas para diferentes faixas de pH, inclusive na forma de quelatos.

Para os demais micronutrientes em **hidroponias**, deve-se preparar uma solução de 150 ml com as seguintes dosagens: boro (B) 2,5 g, manganês (Mn) 2,2 g, cobre (Cu) 1,2 g, molibdênio (Mo) 0,05 g e zinco (Zn) 0,4 g. Os 150 ml dessa solução de micronutrientes devem ser aplicados em 1000 litros de água de irrigação. Podem-se encontrar algumas formulações de "coquetéis de micronutrientes" já prontas, com parte dos nutrientes na forma de quelatos que é mais bem absorvido pelas raízes.

Em sistemas fechados de **hidroponia**, a solução nutritiva pode ser reutilizada durante até 3 semanas para plantas jovens e em até 1 semana para plantas adultas, quando então a solução deve ser descartada e substituída por outra nova. quando a solução nutritiva é reutilizada deve-se medir e se necessário efetuar correções para o pH e a CE.

A oxigenação da solução nutritiva é de extrema importância. É necessário borbulhar ar na solução, quando a **hidroponia** utilizada mantém as raízes mergulhadas em água. Quando se utiliza substratos a oxigenação da solução não é necessária desde que haja boa drenagem. Em aeroponia não há problemas de falta de oxigênio uma vez que as raízes são pulverizadas ou nebulizadas com a solução nutritiva e há uma aeração constante.

No sistema hidropônico **NFT**, do inglês "**Nutrient Film Technique**", 2/3 do sistema radicular deve ficar imerso em solução e 1/3 superior ficar fora da solução para poder respirar e absorver oxigênio da atmosfera, porém esse controle é bem difícil na prática, sendo efetuado com a frequências de regas, interrompendo várias vezes por dia a circulação da solução por alguns minutos.

Há também o sistema NFT modificado onde se acrescenta algum substrato ou mistura de substratos nos canais por onde circula a solução nutritiva, com o objetivo de dificultar o fluxo da solução e assim manter um nível de umidade adequado às raízes por mais tempo, podendo então dar maiores intervalos entre os turnos de rega como, por exemplo, 15 minutos de rega por 2 horas de intervalo, desde que os substratos utilizados tenham a capacidade de se manter úmido durante o período sem rega. Os substratos

mais utilizados são vermiculita, turfa, pedras, pedregulhos, cascalho, areia grossa, entre outros.

Os reservatórios de água e solução nutritiva devem estar protegidos da luz para evitar a formação de algas.

11. CRITÉRIO DE DOSAGEM: kg/HECTARE – g/PLANTA – g/m³

A agricultura de sequeiro sempre adotou kg/hectare como critério de dosagem para recomendações de adubação de modo simples e generalizado.

Pequenos agricultores preferem utilizar g/planta e de acordo com a densidade de plantio, chegar à quantidade que será aplicada por área, normalmente por hectare.

Em agricultura irrigada, o critério mais fisiológico deve considerar a concentração dos sais que serão aplicados com frequência nas várias fertirrigações. Assim, os fertilizantes solúveis que são sais, podem ter as dosagens manipuladas facilmente utilizando o critério de g/m³. Vamos a um exemplo: Um produtor de uvas pretende efetuar uma irrigação hoje de 4 mm que representa o volume de 40 m³/hectare (cada mm equivale a 10 m³/hectare). Se iniciarmos com 500 g/m³ teremos que aplicar naquela rega 20 kg de fertilizantes solúveis (500 g x 40 m³). Considerando a fase em que se encontra a videira do exemplo, poderemos compor o coquetel de fertilizantes de modo a ser compatível a fase do cultivo. Se estiver na fase vegetativa, floração, início de frutificação, enchimento de frutos e maturação, vamos alterando a formação, e então na fase vegetativa, pode incluir mais N e P, menos K, e complementar com Ca, Mg e micros. Seria aproximadamente:

MAP purificado - 200 g

Uréia ou Nitrato de Amônio - 200 g

Nitrato de Potássio – 50 g

Nitrato de Magnésio – 30

Micros – 20 g

Se estiver na fase de enchimento de frutos mudaríamos o coquetel de fertilizantes para:

MKP - PeaK – 50 g

Nitrato de Potássio – 200 g

Sulfato de Potássio – 200 g

Nitrato de Magnésio – 30

Micros – 20 g

Observação: Aplicação extra de Nitrato de Cálcio separado por ser incompatível com Fosfatos e Sulfatos. Pode-se adicionar em algumas fertirrigações entre 200 a 300 g m³.

O critério de formar o coquetel de fertilizantes em 500 g/m³ é flexível e manipulável de acordo com a CE (condutividade elétrica) obtida em coletas com os extratores de solução do solo. Se desejarmos ter a CE em uvas entre 1,0 a 1,5 mS/cm na fase vegetativa e com a dosagem de 500 g/m³ essa CE desejada for obtida, devemos manter essa dose. Entretanto se a CE obtida nos extratores de solução do solo for inferior a 1,0 mS/cm deveremos aumentar a dosagem do coquetel para 600 ou 700 g/m³ para atingir a CE adequada para aquela fase. A composição do coquetel tem que ser flexível também para manter uma proporcionalidade e respeitar a demanda dos nutrientes. Isso torna esse critério “anti-receita de bolo”. Poderemos também diminuir a dosagem para 400 ou 300 g/m³ se a CE que representa a salinidade estiver acima do desejado.

Para o exemplo da uva, na fase de frutificação até maturação, é importante aumentar a salinidade gradualmente de 1,5 até 3,5 mS/cm porque a demanda de nutrientes tende a aumentar nessa fase e o sabor e o brix do fruto são dependentes da salinidade (CE alta) no final do ciclo que torna a absorção de água mais difícil evitando que os frutos fiquem aguados e sem doçura. O Potássio deve ser predominante nessa fase de frutificação dentro do coquetel de fertilizantes.

Para os diferentes cultivos estamos efetuando estudos de níveis de salinidade desejados por fase de desenvolvimento ou fase fenológica estimando a CE desejada para servir de direcionamento para dosar as fertirrigações com monitoramento pelo menos semanal da solução do solo com uso dos tubos extratores. Intervalo entre 1,0 – 2,5 mS/cm é aceitável para a maioria dos cultivos em fases intermediárias e devemos ter essa coleta de dados para aumentar ou diminuir as doses e além de proporcionar a otimização da disponibilidade dos nutrientes no “bulbo molhado” onde as raízes ativas estão sugando a solução do solo e também evitamos desperdícios dos fertilizantes solúveis que normalmente têm custo elevado.

12. O PROBLEMA DO CÁLCIO E O 'FUNDO PRETO'



O conhecido distúrbio fisiológico '**Fundo Preto**' ou '**Podridão Apical**' é amplamente atribuído á falta de Cálcio e água para os frutos.

A absorção e o transporte de Cálcio são promovidos apenas pela transpiração e essa absorção é passiva, ou seja, sem gasto de energia.

A principal causa de deficiência de Cálcio nos órgãos vegetais é por sua baixíssima mobilidade no floema com sua redistribuição pela planta impossível.

A concentração de Cálcio nos órgãos de transpiração como as folhas, é bem mais alta do que em órgãos não transpirantes como flores, frutos, raízes e tubérculos.

A competição entre cátions antagonistas pode ter forte efeito na absorção de Cálcio. A fonte de Nitrogênio pode influir de forma significativa na competição com o Cálcio, quando está na forma de Amônio (NH_4^+) que é também um cátion e é extremamente antagonico ao Cálcio. Por outro lado, a forma nítrica (NO_3^-) é sinérgica ao Cálcio, estimulando a sua absorção e transporte no xilema. Porém, isso não resolve o grave problema porque o Nitrogênio é muito mais solúvel que o Cálcio quando estão no solo e a absorção de Nitrogênio é bem mais fácil do que a do Cálcio. Além disso a mobilidade do Nitrogênio pelo xilema é pelo menos 20 vezes maior do que a do Cálcio, e é a carência de Cálcio no fruto quando há relativamente muito Nitrogênio a causa do desenvolvimento de tecidos novos sem Cálcio, causando assim o '**Fundo Preto**' ou '**Podridão Apical**'.



Deve-se evitar o uso de uréia e de amônio como principais fontes de Nitrogênio, dando preferência aos Nitratos, ou misturar as fontes desde que os Nitratos sejam predominantes.

O pH alcalino também influi na baixa solubilidade do Cálcio, e este precipita facilmente em reações com Carbonatos, Fosfatos e Sulfatos, formando compostos insolúveis, os Fosfatos de Cálcio e Sulfatos de Cálcio (gesso), ou compostos de baixa solubilidade como os Carbonatos de Cálcio. Comparando a baixa solubilidade do Carbonato de Cálcio de apenas 80 g / L de água com a alta solubilidade do Nitrato de Cálcio com 600 g / L de água.

Fontes de Cálcio como Nitrato de Cálcio são excelentes e devem ser utilizadas em conjunto com Cloreto de Cálcio, para minimizar o problema do excesso de Nitrogênio, porém o uso de Cloretos também deve ser limitado por ser muito salino e nocivo além de 300 ppm em solução.

13. FERTILIZANTES ESPECÍFICOS PARA FERTIRRIGAÇÃO

O requerimento dos macronutrientes N-P-K pelas plantas é bem amplo ao longo do ciclo de cultivo das plantas. O Fósforo pode ser suprido em pré-plantio com alguns complementos durante as fases de maior demanda desse elemento por **fertirrigação** com fontes solúveis como **MAP purificado** (Mono Amônio Fosfato), **MKP - PeaK** (Mono Potássio Fosfato), **Ácido Fosfórico**, a excelente **Uréia Fosfato** que é sólido solúvel e extremamente ácido, ou formulações solúveis de N-P-K como **15-30-15** ou o triplo **19-19-19**. Qualquer dessas fontes solúveis que contêm P pode ser aplicado via foliar ou por **fertirrigação**. O Fósforo também é pouco lixiviável, sendo fixado ao solo com facilidade. As novidades entre os fertilizantes fosfatados são o **PeKacid** e o **MagPhos**. Para águas duras e alcalinas foi desenvolvido esse potente ácido sólido-solúvel chamado de **PeKacid** (00-60-20) – É um Ácido Fosfórico sólido-solúvel (patenteado) e estabilizado com MKP - PeaK. Tem o pH 2,2 e o poder de neutralizar bicarbonatos mais forte do que qualquer acidificante no mercado de fertilizantes, com forte poder tampão (buffer). É um ácido forte comercializado em sacas de 25 kg, de fácil manuseio e com alta solubilidade de

cerca de 700 g/L. CE = 1,4 mS/cm. Com certeza, vai ajudar a controlar o alto pH em várias áreas porque ele foi desenvolvido para águas duras e alcalinas. Um kg neutraliza 4 equivalentes de Bicarbonatos por m³. E também é riquíssimo em nutrientes com 60 unidades de P₂O₅ e 20 de K₂O, totalizando 80 unidades de nutrientes nobres e solúveis.

MagPhos (00-55-19+7MgO) – É também patenteado formando o Fosfato de Potássio e Magnésio, sendo um fertilizante único com ação eficaz para esses 3 nutrientes P, K e Mg. Tem o pH 5 e solubilidade de 400 g/L. O Magnésio não é mistura ou blend mas sim forma uma molécula reagindo Oxido de Magnésio com Fosfato para formar o Fosfato de Magnésio que é único no mundo e como a fonte de Fosfato vem do MKP - PeaK o produto contem também Potássio. Recomenda-se utilizar durante a transição da fase vegetativa pra floração e início de frutificação e como matéria prima em formulações que necessitam isenção ou baixo de Nitrogênio. É o fertilizante com menor salinidade do mercado com CE = 0,65 mS/cm a 0,1% de concentração, ou seja 1g/L.

Nitrogênio (N) e Potássio (K) são requeridos pelas plantas em dosagens mais elevadas que o P e variam entre si na proporção **N/K** em cada etapa de desenvolvimento da cultura, devendo ser supridos freqüentemente.

As principais fontes solúveis de N são Uréia, Nitrato de Amônio e Sulfato de Amônio, além de outros fertilizantes que contêm além de N outro elemento como os Nitratos de Potássio, Nitratos de Cálcio e Nitratos de Magnésio e as fontes que contêm Amônio e Fósforo como MAP e DAP.

As principais fontes de Potássio solúveis são Nitrato de Potássio, Sulfato de Potássio, Fosfato de Potássio e Cloreto de Potássio branco. Deve-se alertar para alto teor de insolúveis no Cloreto de Potássio vermelho que é inadequado para fertirrigação. Está chegando ao Brasil o novo Cloreto de Potássio branco purificado chamado de KCl Fru Grade original do Mar Morto de Israel, largamente utilizado em fertirrigação e em formulações de misturas sólido-solúveis e em adubos líquidos como matéria-prima. KCl Fru Grade chega a ter 62% de K₂O.

O Nitrato de Potássio puro é alcalino com pH próximo a 8,0 embora exista a versão de Nitrato de Potássio com 2% de P (13-02-44) com pH 6,5 porque o P vem do MAP purificado que age com redutor de pH. Condutividade Elétrica a 0,1% (1 g/L) = 1,3 mS/cm

Sulfato de Potássio é normalmente ácido com pH entre 4 e 5. Existe, porém um fabricante alemão que obtém o Sulfato de Potássio em processo que não leva Ácido Sulfúrico na fabricação e nesse caso o pH fica neutro. Condutividade Elétrica a 0,1% (1 g/L) = 1,7 mS/cm.

Fosfato de Potássio (MKP - PeaK) (00-52-34) – É sem dúvida o melhor fertilizante solúvel do mercado. Tem ação anti-fungo contra Oídio, também com pH 4,5 com poder

tampão (buffer), CE = 0,7 mS/cm e índice salino de apenas 8 (a menor salinidade entre todos os fertilizantes do mercado) e solubilidade de 220 g/L. É anti-higroscópico sendo útil em misturas. É o Mono Potássio Fosfato. Solubilidade a 20° C 1 Kg em 5 litros de água. MKP - PeaK é um fertilizante nobre, isento de Nitrogênio, para ser aplicado nas fases de floração e início de frutificação. Garante melhor pegamento de frutos com menos abortamentos, sendo uma verdadeira “bomba” de P e K. Via foliar é fantástico o seu desempenho, e por fertirrigação é altamente eficiente quando não se deseja aplicar o Nitrogênio. Também é recomendado em hidroponia.

14. DETALHES DE ALGUNS FERTILIZANTES SOLÚVEIS PARA FERTIRRIGAÇÃO

Nitrato de Potássio + P (13-02-44) a base de Nitrato de Potássio enriquecido com Fósforo originado do MAP purificado, que lhe mantém em um pH estável com tampão próximo a 6.5. A condutividade elétrica quando dissolvido na proporção de 0.1% (1 kg/m³) é de 1.3 mS/cm. Solubilidade a 20° C é de 1 Kg em 3 litros de água. Devido ao efeito endotérmico que reduz a temperatura por alguns minutos, a solubilidade diminui retornando depois lentamente. É sempre melhor dissolver esse fertilizante em mais água com pelo menos 1 Kg em 5 litros de água ou mais.

OBSERVAÇÃO: Bonus-npK (13-02-44) É uma grande novidade, sendo um fertilizante exclusivo para uso foliar, a base de Nitrato de Potássio, enriquecido com aditivos surfactantes e agente de viscosidade, que permite aplicações em dosagens mais concentradas, dando um efeito de **fertilizante foliar de liberação lenta**. O pH é levemente ácido, próximo a 6. Embora seja idêntico em termos de concentração de nutrientes ao Nitrato de Potássio + P, o Bônus-npK não se destina a uso via fertirrigação por conter espalhante adesivo que é benéfico via foliar e seria inadequado seu uso para o sistema de irrigação

MAP Purificado (12-61-00) é o Mono Amônio Fosfato. Existe a versão totalmente solúvel para **fertirrigação**, chamada de MAP purificado, enquanto a versão granulada comum seria para aplicação convencional de solo por ser de baixa solubilidade. O pH da solução de MAP é de aproximadamente 4.7 e a condutividade elétrica (CE) a 0.1% (1 kg/m³) é de 0.86 mS/cm. A solubilidade a 20° C é de 1 Kg em 3 litros de água. Como redutor de pH de calda, tem grandes vantagens por ser de manuseio amigável sem risco de acidentes como os ácidos líquidos, sendo utilizado na dosagem de 2 Kg para 1000 litros de calda, mantendo o pH entre 5,0 e 5,5 que é excelente tanto para os defensivos como para os fertilizantes, além de ser uma fonte solúvel de Fósforo que é sempre bem vinda, sem risco de fitotoxidez.

Nitrato de Magnésio (11-00-00+16MgO), também conhecido como **Magnific** ou como **Magnisal**. É conhecido como **esverdeador** ou “**finta verde**”. Tem a forma de flocos escamado, sólido solúvel O pH da solução de **Nitrato de Magnésio** é de aproximadamente 5.5. A condutividade elétrica a 0.1% (1 kg/m³) é de 0.88 mS/cm. Solubilidade a 20° C é impressionante 1 Kg em apenas 0.4 litro de água. altamente solúvel, com grande mobilidade no xilema e no floema. Considerado como **finta verde** ou **esverdeador** por suprir Nitrogênio e Magnésio à planta, para formar o núcleo da clorofila. Em aplicações foliares a 1% da calda é imbatível e via fertirrigação pode ser aplicado de modo preventivo em dose de 100 a 200 g/m³ de água irrigada, ou seja, se houver uma irrigação com 20 m³/hectare deverá ser aplicado de 2 a 4 kg de Nitrato de Magnésio naquela rega. Isso pode ser efetuado quinzenalmente de modo preventivo. Entretanto, se houver sintoma visual de carência de Magnésio com clorose típica entre as nervuras das folhas, podemos aumentar a freqüência de aplicações para semanal.



Detalhe do núcleo da molécula de clorofila com o Magnésio cercado por 4 Nitrogênios

OUTROS FERTILIZANTES SOLÚVEIS:

Nitrato de Cálcio (15.5-00-00+26.5CaO);

UP - Uréia Fosfato (17,5-44-00);

Nitrato de Amônio 33 - 34%N;

Sulfato de Amônio 21 - 23%N;

Uréia 45 - 46%N;

Sulfato de Potássio (SOP) 50% K₂O;

Cloreto de Potássio 58 - 62% K₂O - a versão branca é solúvel, e a versão vermelha contém Fe⁺⁺⁺ insolúvel, que pode causar entupimento dos emissores de irrigação. Ambas as versões possuem teores acima de 45% de Cloretos que pode ser altamente prejudicial

às plantas. O novo **KCI Fru Grade** é a versão purificada do Cloreto de Potássio para fertirrigação chegando a 62% de K₂O e totalmente solúvel sem impurezas.

15. COMPATIBILIDADE EM MISTURAS DE FERTILIZANTES.

Regra básica: Cálcio não deve ser misturado com Fosfatos e Sulfatos. A mesma regra do Cálcio deve ser considerada para Magnésio principalmente em relação a Fosfatos.

Toda mistura de fertilizantes deve ser testada em pequena quantidade para evitar problemas de reações indesejadas e precipitações.

Quelatos podem ter reações com fertilizantes em diferentes faixas de pH. Deve-se evitar misturar com ácidos fortes e alguns com fertilizantes alcalinos também se degradam.

Dimenstain	Ureia	NH ₄ Ácido	Sulf. Amônio	NH ₄ Cálcio	NH ₄ Potássio	Cl Potássio	Sulf. Potássio	DAP	MAP	Sulf. Magnésio	Ac. Fosfórico	Ac. Sulfúrico	Ac. Nítrico	Sulf. Fe,Zn,Cu e Mn	Quelato Fe,Zn,Cu e Mn
Ureia	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
NH ₄ Ácido	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sulf. Amônio	C	C	I	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
NH ₄ Cálcio	C	C	I	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
NH ₄ Potássio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	C	R	C	R	C
Cl Potássio	C	C	C	C	C	C	C	C	C	R	C	R	C	R	C
Sulf. Potássio	C	C	C	I	C	C	C	C	C	R	C	R	C	R	C
DAP	C	C	C	I	C	C	C	C	C	I	C	C	C	I	R
MAP	C	C	C	I	C	C	C	C	C	I	C	C	C	I	R
Sulf. Magnésio	C	C	C	I	R	R	R	I	I	C	C	C	C	C	C
Ac. Fosfórico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	I	R
Ac. Sulfúrico	C	C	C	I	R	R	R	C	C	C	C	C	C	C	C
Ac. Nítrico	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Sulf. Fe,Zn,Cu e Mn	C	C	C	I	R	R	R	I	I	C	I	C	C	C	C
Quelato Fe,Zn,Cu e Mn	C	C	C	C	C	C	C	R	R	C	R	C	I	C	C

C = Compatível; I = Incompatível; R = Relativamente Compatível

16. NUTRIÇÃO FOLIAR

A penetração de solutos ocorre através da camada cuticular das células epidérmicas da folha, principalmente por difusão.

Absorção iônica é mais alta à noite quando os estômatos estão fechados, do que durante o dia, portanto a maior parte dos solutos não penetra através dos estômatos abertos.

Quando nutrientes requeridos pela planta estiverem imobilizados ou fixados pelo solo ou ainda lixiviados por excesso de chuvas, a nutrição foliar pode ser uma boa alternativa.

Quando atividades das raízes estão prejudicadas por fatores adversos como baixa temperatura do solo, falta de aeração, compactação, encharcamento, nematóides, etc., devem-se imediatamente suprir as plantas com nutrientes via foliar.

Quando as raízes são incapazes de suprir as necessidades nutricionais da planta em certos estágios críticos de crescimento, como floração, chumbinho e enchimento de frutos, o complemento nutricional via foliar é muito bem vindo.

Espalhantes - adesivos a base de silicone reduzem os danos às folhas e aumentam a eficiência das pulverizações.

Geralmente, em pH abaixo de 4 danos são notados a níveis de membranas.

A melhor penetração de fertilizantes com P é com pH ácido, por aumentar a sua solubilidade, retenção de umidade e o grau de cristalização dos sais na superfície foliar.

Em misturas com defensivos químicos, a hidrólise alcalina dos deve ser evitada. Recomenda-se preparar a solução de pulverização com pH: 4.5 - 6.5. A solução com fertilizantes deve ser preparada antes e o pH corrigido se necessário for para por último adicionar o defensivo.

A absorção começa horas após a aplicação e pode continuar por vários dias. A eficiência de absorção da solução aplicada pode ser muito alta (alcançando > 70%), dependendo do uso de espalhante adesivo, correção do pH, horário da aplicação e concentração da solução.

Nunca aplicar pulverizações em plantas estressadas.

Em cultivos que são pulverizados freqüentemente contra pragas e doenças como algodão, tomate, batata, melão, etc., um programa nutricional complementar deve ser efetuado para sempre "**pegar carona**" no uso dos defensivos que são aplicados, aproveitando a chance de suprir às plantas com nutrientes solúveis e compatíveis e que certamente darão um aumento em produtividade e em qualidade. O custo / benefício já está comprovado em inúmeras aplicações efetuadas, e não devemos desperdiçar qualquer oportunidade de nutrir as plantas. Até mesmo em cultivos com irrigação localizada em que a **fertirrigação** está otimizada, o complemento foliar tem aumentado ainda mais a produtividade final, comprovando que o potencial de produtividade é difícil de ser alcançado e sempre há possibilidades de obter melhores produtividades.

É verdade, porém, que quanto mais bem nutrida a planta estiver, a sua resposta ao complemento foliar será menor, ou seja, para plantas com limitantes nutricionais, os complementos foliares conseguem aumentos mais significativos.

MACROELEMENTOS

O uso de macroelementos está ganhando espaço em aplicações foliares em cultivos diversos, irrigados ou não, para fornecer um complemento nutricional em fases críticas do desenvolvimento fenológico em que a nutrição via sistema radicular pode ser o fator limitante no seu ritmo de absorção. Cultivos extensivos como soja e algodão tem recebido aplicações de **multi-npK e BONUS-npK** (Nitrato de Potássio + Fósforo 13-02-44) com excelentes resultados. Também citros, café, hortaliças como tomate, melão, melancia, batata, etc.

FERTILIZANTE FOLIAR DE LIBERAÇÃO LENTA - BONUS-NPK

A idéia de possuir um fertilizante foliar que penetre por difusão pela superfície das folhas por mais tempo já é realidade. A justificativa é que devido à alta velocidade de penetração das soluções pulverizadas, as concentrações das caldas aplicadas tinham que ser baixas para dar tempo de o metabolismo interno das plantas processarem os nutrientes absorvidos a nível celular. Qualquer excesso causaria toxidez com necrose ou aspecto de queima dos tecidos. Quando os nutrientes estão em excesso às células os direciona para os vacúolos para armazenagem, porém se até os vacúolos ficam saturados, os nutrientes voltam ao citoplasma e prejudicam o metabolismo normal e células e tecidos entram em colapso com sintomas de queimas e necroses.

A alternativa seria aplicação de uma **suspensão nutritiva** ou de uma solução mais viscosa na calda pulverizada. Após pulverizar uma suspensão, microcristais se formam sobre a superfície das folhas e estes podem penetrar por difusão por mais tempo e assim maiores concentrações de nutrientes podem ser aplicadas sem risco de causar danos às plantas e assim em cada oportunidade de pulverização, mais nutrientes são disponibilizados com a mais alta eficiência e eficácia.

Baseado nesse princípio, a **Haifa Chemicals** desenvolveu fertilizantes a base de Nitrato de Potássio, chamado de **Bonus-npK**, para preparo da calda mais densa e que contém aditivos de agente aglutinante, surfactante adesivo e redutor de pH.



BONUS-npK (13-02-44) Nitrato de Potássio com aditivos surfactantes adesivos. Melhor dispersão e formação de cristais de liberação lenta

Nitrato de Potássio sem aditivos

A grande vantagem desse novo tipo de fertilizante foliar é poder oferecer altas concentrações de macronutrientes prontamente assimiláveis em doses que normalmente causariam queimas das folhas em fertilizantes foliares convencionais, ou seja, mais nutrientes por aplicação, sem medo de causar danos às plantas.

Esses fertilizantes são compatíveis com a maioria dos defensivos químicos podendo ser aplicados em conjunto.

EXEMPLOS DE APLICAÇÕES FOLIARES PARA OS PRINCIPAIS CULTIVOS COM AS DOSAGENS PRATICADAS

Soja. – Aproveitando a aplicação de fungicidas contra a ferrugem, podem-se aplicar fertilizantes a base de Nitrato de Potássio entre as fases R2 a R5 (floração plena até enchimento dos grãos na vagem) que é quando a demanda de K é mais alta e o suprimento via solo é insuficiente. Assim há pelo menos 2 aplicações. O volume de calda aplicável varia entre 100 a 200 litros por hectare. Para volumes maiores podem-se aplicar mais fertilizante. O Nitrato de Potássio tradicional pode ser aplicado em doses de 3% a 4% de concentração, sendo assim 3 a 4 Kg para volumes de 100 litros ou de 6 a 8 Kg para volumes de 200 litros na calda para aplicação. O Nitrato de Potássio especial para uso foliar, chamado de **BONUS-npK** (13-02-44) com aditivos poderá ser utilizado em dosagens mais elevadas sem risco de queima, alcançando de 4 a 6% de concentração na calda, assim poderá ser aplicado de 4 a 6 Kg para 100 litros de calda ou de 8 a 12 Kg para volumes de até 200 litros de calda por aplicação. Aplicação alternativa de NPK solúvel seria para a fórmula chamada de **NovaNPK 16-08-32+1MgO+Micros** que existe na versão simples para aplicação a 2% da calda e na versão **Nutrivant 16-08-32+1MgO+Micros** que

contém aditivos foliares chamados de **Fertivant** que ajudam a melhorar a eficiência de absorção foliar e pode-se dobrar a dose aplicada para 4% da calda. Esses fertilizantes são novidades no mercado mundial e estão chegando ao Brasil. O coquetel de micros que acompanha a fórmula de NPK+ Mg é formado de Fe, Mn, Zn, Cu, na forma de quelatos e mais B e Mo na forma de sais solúveis. É um fertilizante completo para complemento foliar e pode ser aplicado em conjunto com a maioria dos defensivos, incluindo os fungicidas contra a ferrugem da soja.

Via aplicação aérea as doses de Nitrato de Potássio variam entre 15% e 20% em volumes de 30 a 40 litros por hectare. É importante lembrar que a solubilidade do Nitrato de Potássio é de 1 Kg para 3 litros de água a 20 °C, porém esse fertilizante possui o efeito endotérmico, ou seja, reduz a temperatura da solução temporariamente tornando-a gelada por alguns minutos e depois retorna a temperatura ambiente aumentando a solubilidade novamente. Em altas concentrações como 15% ou 20% na calda, o tempo de espera para completa dissolução do fertilizante pode demorar cerca de 1 hora. Em concentrações mais amenas como a 10%, pode ser necessário esperar de 20 a 40 minutos, porém ao final esse fertilizante é totalmente solúvel. O índice de abortamento de vagens reduz drasticamente e os grãos aumentam em peso. A aplicação em conjunto com defensivos aumenta a possibilidade de uso desses macroelementos durante a fase crítica que pode garantir um acréscimo significativo de produtividade variando de 7 a 12% de acordo com testes efetuados no Brasil e na Argentina.

O uso de **Nitrato de Magnésio** (11-00-00+16MgO) em soja tem sido utilizado em dosagem de 2 Kg por hectare em cada aplicação, assim se houver 2 aplicações serão 4 Kg no somatório final. Magnisal é compatível com a grande maioria dos defensivos e é levemente ácido com pH próximo a 5,5 e auxilia na formação de clorofila para efetuar mais fotossíntese.

O uso de **MAP Purificado** (12-61-00) tem sido a escolha mais adequada como redutor de pH de calda, sendo utilizado na dosagem de 10 Kg para 1000 litros de calda, mantendo o pH entre 5,0 e 5,5 que é excelente tanto para os defensivos como para os fertilizantes, além de ser uma fonte solúvel de Fósforo que é sempre bem vinda, sem risco de fitotoxidez. A alternativa de substituir o MAP pelo **MKP - PeaK** que também é redutor de pH com excelente poder tampão é porque as leguminosas evitam fontes de N e o MKP - PeaK possui P e K. A dose é de 1% da calda.

Algodão. - Por ser um cultivo em que se pulveriza com defensivos em ritmo quase que semanal, existe um programa nutricional foliar a partir do início da floração até o final do ciclo com 6 - 8 aplicações de Nitrato de Potássio a concentrações de 4 a 5 % na calda para aplicação terrestre ou de 15% em pulverizações aéreas, e acréscimos significativos de produtividade variando de 8 a 18% de acordo com testes efetuados no

Brasil. Com a versão do Nitrato de Potássio foliar **BONUS-npK** as dosagens podem ser mais elevadas de 8 a 10% de concentração na calda para aplicação terrestre ou até 20% em pulverizações aéreas.

A justificativa: o complemento de Potássio via foliar na fase de enchimento da maçã, garante o suprimento necessário para evitar que as folhas mais velhas da planta percam parte de seu conteúdo de K^+ que normalmente migram das folhas mais velhas para o fruto (maçã) do algodão que é um grande sugador de Potássio nessa fase e a demanda de K^+ tende a ser bem maior do que a capacidade de absorção via raízes, até mesmo em cultivo de algodão irrigado, e muito mais em algodão de sequeiro. Sem esse complemento freqüente de K^+ para as plantas as folhas mais velhas perdem grande parte de seu K^+ e ficam cloróticas com menos capacidade de fotossíntese e assim fabricam menos açúcares. Esses açúcares são normalmente drenados até as maçãs, formando suas fibras de celulose, e neste caso, com diminuição geral de produtividade, abaixo do potencial produtivo. A aplicação de Nitrato de Potássio (KNO_3) em conjunto com defensivos normalmente aplicados em algodão tem sido relatados como excelentes fontes de Potássio e promovendo altos ganhos de produtividades de 6 a 18% em relação às testemunhas, sem aplicações de fertilizantes foliares. Há boas razões para acreditar que se podem alcançar resultados ainda superiores a esses, e a relação custo / benefício desse tratamento nutricional foliar pode chegar a valores impressionantes com retornos bem compensadores.

Aplicação alternativa de NPK solúvel seria para a fórmula chamada de **NovaNPK 16-08-32+1MgO+Micros** que existe na versão simples para aplicação a 4% da calda e na versão **Nutrivant 16-08-32+1MgO+Micros** que contém aditivos foliares chamados de **Fertivant** que ajudam a melhorar a eficiência de absorção foliar e pode-se dobrar a dose aplicada para 8% da calda. O coquetel de micros que acompanha a fórmula de NPK+Mg é formado de Fe, Mn, Zn, Cu, na forma de quelatos e mais B e Mo na forma de sais solúveis. É um fertilizante completo para complemento foliar e pode ser aplicado em conjunto com a maioria dos defensivos

Nitrato de Magnésio (11-00-00+16MgO) chamado de **Magnific** ou de **Magnisal**, em algodão tem sido utilizado em dosagem de 2 Kg por hectare em 3 aplicações, sendo duas na fase vegetativa e uma na fase de enchimento das maçãs (30 dias após início de floração), totalizando 6 Kg no somatório final. Magnisal é compatível com a grande maioria dos defensivos e é levemente ácido com pH próximo a 5,5 e auxilia na formação de clorofila para efetuar mais fotossíntese.

MAP Purificado (12-61-00) tem sido a escolha mais adequada como redutor de pH de calda, sendo utilizado na dosagem de 10 Kg para 1000 litros de calda, mantendo o pH entre 5,0 e 5,5 que é excelente tanto para os defensivos como para os fertilizantes,

além de ser uma fonte solúvel de Fósforo que é sempre bem vinda, sem risco de fitotoxidez. A alternativa de substituir o MAP pelo **MKP - PeaK** que também é redutor de pH com excelente poder tampão é porque as leguminosas evitam fontes de N e o MKP - PeaK possui P e K. A dose é de 1 a 1,5% da calda. Aplicação na pré-floração em concentração de 2% na calda. Garante um início de frutificação mais forte, evitando abortamento de flores.

Triplo 19 é N-P-K (19-19-19+1MgO+Micros) tem sido um reforço de NPK + micros na fase vegetativa em concentração de 3% a 4% da calda de pulverização variando entre 3 a 5 Kg de fertilizante.

Poly-Cotton 12-05-40+Micros tem sido aplicado em concentrações de 5% da calda em duas aplicações na fase de enchimento das maçãs. É sem dúvida o mais eficiente foliar para algodão em concentrações de nutrientes macros e micros em proporções ideais para o enchimento das fibras do algodão.

Citros.- O uso foliar de **Nitrato de Potássio** em concentrações de 2 – 4% na calda para aplicação terrestre ou de 12 a 15% em pulverizações aéreas tem sido aplicado em até 3 vezes durante as fazes de 'chumbinho', 'azeitona' e antes de chegar a 'ping-pong'. O maior acréscimo alcançado em testes no Brasil foi de 27%, além de diminuir os índices de rachaduras de frutos, abortamento e rugosidade de frutos. Nitrato de Potássio para uso foliar na versão **BONUS-npK** as dosagens podem ser mais elevadas de 4 a 6% de concentração na calda para aplicação terrestre ou até 20% em pulverizações aéreas.

Após a colheita uma aplicação foliar de **NovaNPK Triplo 19 (19-19-19+1MgO+Micros)** a 2% na calda para aplicação terrestre ou a 10% em pulverizações aéreas garante um forte fluxo vegetativo para reiniciar um novo ciclo. Se houver deficiência de Fósforo deve-se optar por aplicações de **MAP purificado** até a fase de floração e por **MKP - PeaK** a partir da fase de 'chumbinho' em doses de 2% na calda para aplicação terrestre ou a 10% em pulverizações aéreas.

NovaNPK+MgO+Micros 15-30-15+1MgO+Micros; 19-19-19+1MgO+Micros; 16-08-32+1MgO+Micros são 3 fórmulas para as diferentes fases do desenvolvimento dos citros considerando a primeira com alto P, a segunda médio P e a terceira com baixo P, alterando as proporções de N e K de acordo com a demanda da fase de desenvolvimento. Dose foliar de 2% da calda. Essas mesmas fórmulas são 100% solúveis e podem ser aplicadas por fertirrigação em doses de pelo menos 200g/m³ de água irrigada, ou seja, se for irrigar, por exemplo, 20 m³ serão aplicados 4 kg da fórmula por hectare naquela rega. Pode-se efetuar esse procedimento com freqüência para suprir pequenas quantidades ao longo do ciclo de cultivo que é o modo ideal de praticar fertirrigação.

Para deficiência de Magnésio a melhor alternativa é o uso de **Nitrato de Magnésio** que é considerado como 'tinta verde' ou 'esverdeador' com alta eficiência para produção de clorofila por sua alta mobilidade no floema dos íons Nitrato e Magnésio que têm um sinergismo forte e é de longe superior ao Sulfato de Magnésio. Em viveiros de mudas doses de **Nitrato de Magnésio** a 0.5% de concentração a uma semana do transplante garantem mudas mais verdes.

Café.- O uso foliar de Nitrato de Potássio em concentrações de 2 – 3% na calda para aplicação terrestre ou de 10 a 12% em pulverizações aéreas tem sido aplicado de 2 a 3 vezes a partir da fase de 'chumbinho', e a cada 30 dias de intervalo. A produtividade e qualidade da bebida melhoram. Na versão **BONUS-npK** as dosagens podem ser mais elevadas de 4 a 5% de concentração na calda para aplicação terrestre ou de 15 a 18% em pulverizações aéreas.

Após a colheita uma aplicação foliar de **Triplo 19 (19-19-19+1MgO+Micros)** a 2% na calda para aplicação terrestre ou a 10% em pulverizações aéreas garante um forte fluxo vegetativo para reiniciar um novo ciclo. Se houver deficiência de Fósforo deve-se optar por **MAP purificado** até a fase de floração e por **MKP - PeaK** a partir da fase de 'chumbinho' em doses de 2% na calda para aplicação terrestre ou a 10% em pulverizações aéreas. Para deficiência de Magnésio a melhor alternativa é o uso de **Nitrato de Magnésio** que é considerado como 'tinta verde' com alta eficiência para produção de clorofila por sua alta mobilidade no floema dos íons Nitrato e Magnésio que têm um sinergismo forte e é de longe superior ao Sulfato de Magnésio. Em viveiros de mudas doses de **Nitrato de Magnésio** a 0.5% de concentração a uma semana do transplante garantem mudas mais verdes.

Manga. – Além do uso de Nitrato de Potássio para indução floral de manga, esse mesmo fertilizante pode ser aplicado a partir da fase de 'chumbinho' e em intervalos de 30 a 45 dias a 2 – 4% de concentração da calda de pulverização. O uso de **BONUS-npK** para indução floral pode ser utilizado em doses mais concentradas e assim induzir com monos aplicações. As doses devem ser testadas.

Após a colheita uma aplicação foliar de **NovaNPK Triplo 19 (19-19-19+1MgO+Micros)** a 2 - 3% na calda garante um forte fluxo vegetativo para reiniciar um novo ciclo. Se houver deficiência de Fósforo deve-se optar por **MAP purificado** até a fase de floração e por **MKP - PeaK** a partir da fase de 'chumbinho' em doses de 2% na calda. Para deficiência de Magnésio a melhor alternativa é o uso de **Nitrato de Magnésio** que é considerado como 'tinta verde' com alta eficiência para produção de clorofila por sua alta mobilidade no floema dos íons Nitrato e Magnésio que têm um sinergismo forte e é de longe superior ao Sulfato de Magnésio. Em viveiros de mudas doses de **Nitrato de Magnésio** a 0.5% de concentração a uma semana do transplante garantem mudas mais

verdes. **MagPhos (00-55-19+8MgO)** é uma excelente alternativa quando o N estiver alto e podemos fornecer P, K e Mg altamente solúvel e eficiente em dose de 2% da calda.

Uvas.- O uso de Nitrato de Potássio de 4 – 6% em conjunto com Dormex auxilia na quebra da dormência de forma altamente eficiente. O mesmo Nitrato de Potássio a 2% pode ser aplicado ao longo do ciclo desde o início de frutificação até antes do início de maturação. Idem para o **BONUS-npK** em dosagem mais concentrada em pelo menos 50% acima das doses utilizadas para o tradicional Nitrato de Potássio.

O **Nitrato de Magnésio** de forma preventiva a 0.5% ou de forma curativa para sintomas de deficiência de Magnésio a 1.0% ao longo do ciclo até antes da maturação de frutos. A deficiência de Magnésio causa também a seca dos cachos. O uso de **MKP - PeaK** durante a floração e a fase de 'chumbinho' a 1.0% tem garantido excelente pegamento e reduzida incidência de ataques de fungos. O uso de **NovaNPK Triplo 19 (19-19-19+1MgO+Micros)** a 1.0% durante a fase vegetativa, floração e início de frutificação é também uma excelente alternativa, e esse fertilizante já contém um coquetel de microelementos complementares.

MagPhos (00-55-19+7MgO) é uma excelente alternativa quando o N estiver alto e podemos fornecer P, K e Mg altamente solúvel e eficiente em dose de 1 a 1,5% da calda.

Banana.- No Brasil, felizmente não há necessidade de se pulverizar com freqüência com defensivos os bananais que são pouco atacados apesar da chegada da Sigatoka Negra. Sempre se usa em conjunto com defensivos, algum fertilizante. Embora haja variações nas diferentes regiões do Brasil, há em média de 6 a 10 aplicações por ano. O cultivo da banana possui ao mesmo tempo distintas fases fenológicas para a 'mãe', a 'filha' e a 'neta', e como a banana é grande consumidora de Potássio, a melhor alternativa é fornecer Nitrato de Potássio 2.0 - 4.0%, **BONUS-npK** 4.0 – 6.0%, porém outros fertilizantes podem ser utilizados como **NovaNPK Triplo 19 (19-19-19+1MgO+Micros)** de 2.0 – 4.0% e o **Nitrato de Magnésio** a 1.0% em caso de deficiência de Magnésio.

Mamão.- Devemos aplicar alguns fertilizantes solúveis junto as possíveis pulverizações e entre os fertilizantes mais adequados temos o **MKP – PeaK** a 1% da calda que é o Mono Potássio Fosfato que serve nas fases de pré-floração, até início de frutificação. **MagPhos** que é o novo Fosfato de Magnésio e Potássio (00-55-19+7MgO) a 1% da calda no enchimento das frutas. Nitrato de Potássio 2.0 - 3.0%, **BONUS-npK** 4.0 – 6.0%, **NovaNPK Triplo 19 (19-19-19+1MgO+Micros)** 2% e o **Nitrato de Magnésio** a 1.0% em caso de deficiência de Magnésio.

Maracujá. O **Nitrato de Magnésio** a 1.0% ao longo do ciclo até antes da maturação de frutos. O uso de **MKP - PeaK** durante a floração e início de frutificação é bem vindo a 1.0% e tem garantido excelente pegamento e reduzida incidência de ataques de fungos. O uso de **NovaNPK Triplo 19 (19-19-19+1MgO+Micros) e 16-08-32+1MgO+Micros** na fase de frutificação é excelente a 2% durante as fases vegetativa e frutificação respectivamente. Floração e início de frutificação é também uma excelente alternativa, e esse fertilizante já contém um coquetel de microelementos complementares.

MagPhos (00-55-19+7MgO) é uma excelente alternativa quando o N estiver alto e podemos fornecer P, K e Mg altamente solúvel e eficiente em dose de 1 a 1,5% da calda.

Em hortaliças como **melão** e **melancia** há freqüentes aplicações de defensivos devendo os vários fertilizantes ser aplicados até a primeira metade do ciclo em baixas concentrações de 0.5 a 1.0% e na segunda metade do ciclo de 1.0 a 1.5% de concentração da calda. Os principais fertilizantes utilizados são Nitrato de Potássio, **MAP purificado**, **MKP - PeaK**, **NovaNPK Triplo 19 (19-19-19+1MgO+Micros)** e **Nitrato de Magnésio**. A versão **BONUS-npK** pode ser aplicada mais concentrada, de 2 a 3%. **MagPhos (00-55-19+8MgO)** é uma excelente alternativa quando o N estiver alto e podemos fornecer P, K e Mg altamente solúvel e eficiente em dose de 1 – 1,5% da calda.

Para **tomates** e **batata** as doses podem ser de 1.0 a 1.5% na primeira metade do ciclo e de 2.0 a 3.0% na segunda metade do ciclo para os principais fertilizantes foliares. A versão **BONUS-npK** pode ser aplicada mais concentrada, de 4 a 5%.

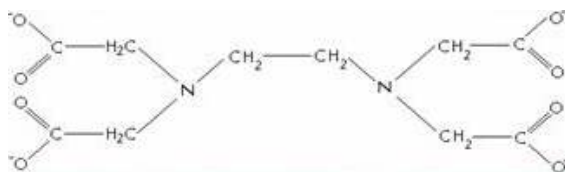
Em viveiro de mudas de hortaliças em bandejas, as doses de fertilizantes foliares são normalmente de 0.5%. Nunca superar 1% porque são plântulas ainda muito sensíveis. **NovaNPK+MgO+Micros 15-30-15+1MgO+Micros; 19-19-19+1MgO+Micros; 16-08-32+1MgO+Micros** são 3 fórmulas para as diferentes fases do desenvolvimento dos citros considerando a primeira com alto P, a segunda médio P e a terceira com baixo P, alterando as proporções de N e K de acordo com a demanda da fase de desenvolvimento. Dose foliar de 2% da calda. **Nitrato de Magnésio** é a melhores alternativa para se obter mudas vigorosas e com verde intenso sem receio de queimas das folhas ainda tenras. **MagPhos (00-55-19+8MgO)** é uma excelente alternativa quando o N estiver alto e podemos fornecer P, K e Mg altamente solúvel e eficiente em dose de 1 – 1,5% da calda.

MICROELEMENTOS.

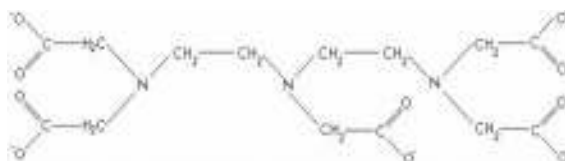
O uso de microelementos já é uma prática consagrada via foliar tanto na forma de sais como na forma de quelatos. Deve-se continuar utilizando e se possível verificar através de análises foliares se há necessidade de complemento de algum micro específico.

17. OS PRINCIPAIS QUELANTES EDTA, DTPA E EDDHA.

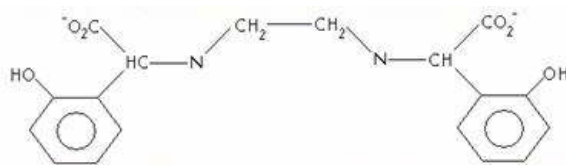
Esses quelantes cercam metais como Fe, Zn, Cu, Mn, etc., e os protege de reações com outros íons que estejam no solo, tornando o metal (cátion) disponível dentro da faixa de pH em que o quelante seja estável. O mais popular e barato dos quelantes é o EDTA, especificamente para o cátion de Ferro é excelente em solos ácidos até próximos a neutros, porém se decompõe em meio alcalino. EDTA como quelante para outros cátion é mais estável em faixa de pH mais ampla, tolerando valores alcalinos. Entretanto para Ferro em meio alcalino é necessário o uso de quelantes como DTPA que é estável até pH 8 e mais ainda EDDHA por ser estável até pH 9 o que garante sua eficiência.



EDTA - Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid



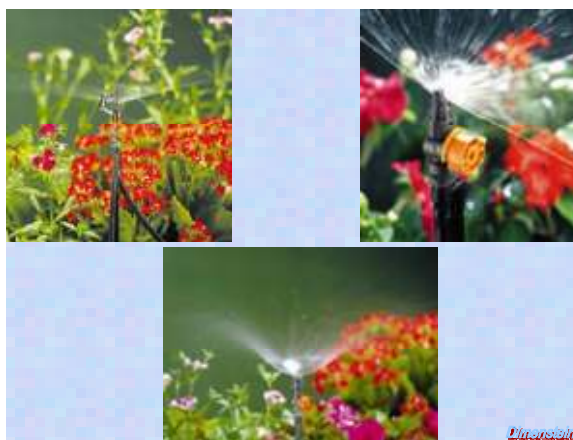
DTPA - DiEthylene Triamine Penta Acetic Acid

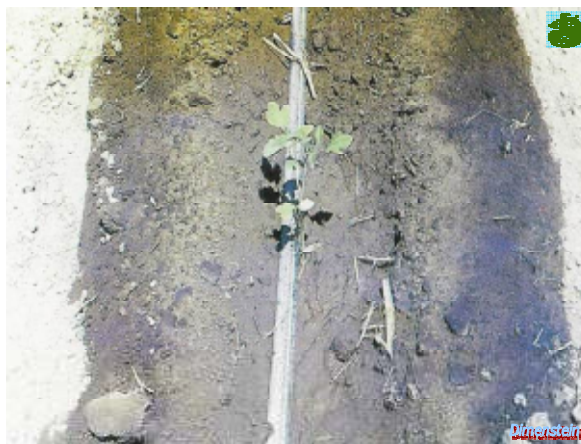


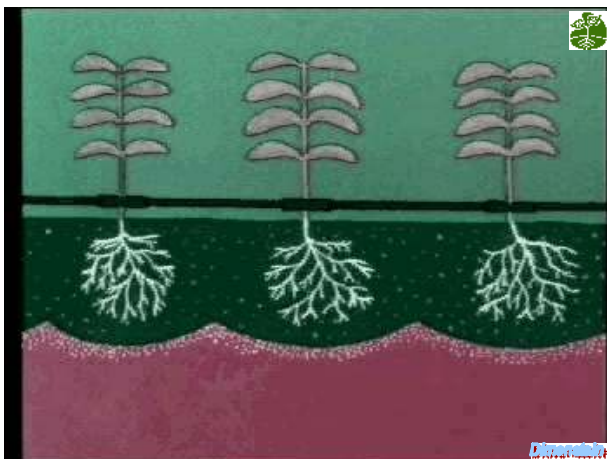
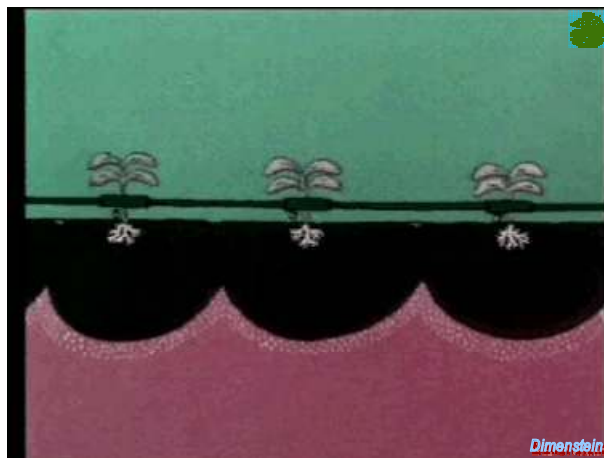
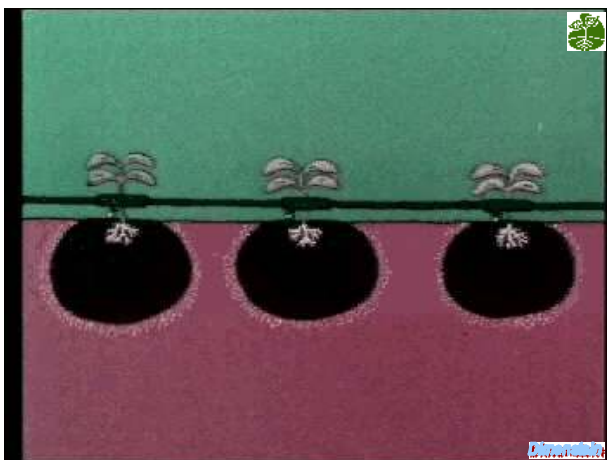
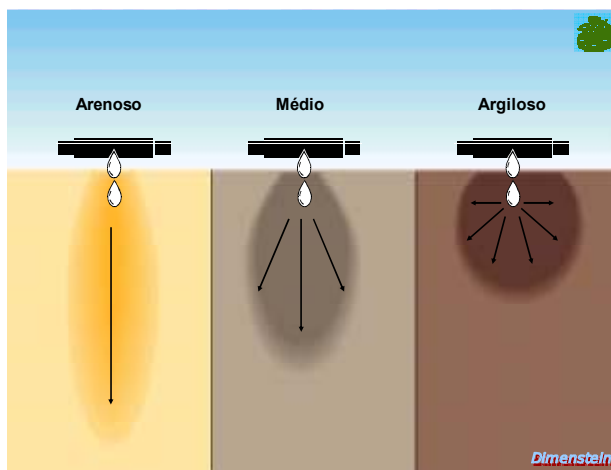
EDDHA – Ethylene Diamine DiHydroxy phenyl Acetic Acid

Os quelatos também são facilmente assimilados via foliar, mesmo que sejam de tamanho bem maior que os íons de fertilizantes foliares a base de sais.

18. SLIDES:







Sistema Irrigas de controle de água



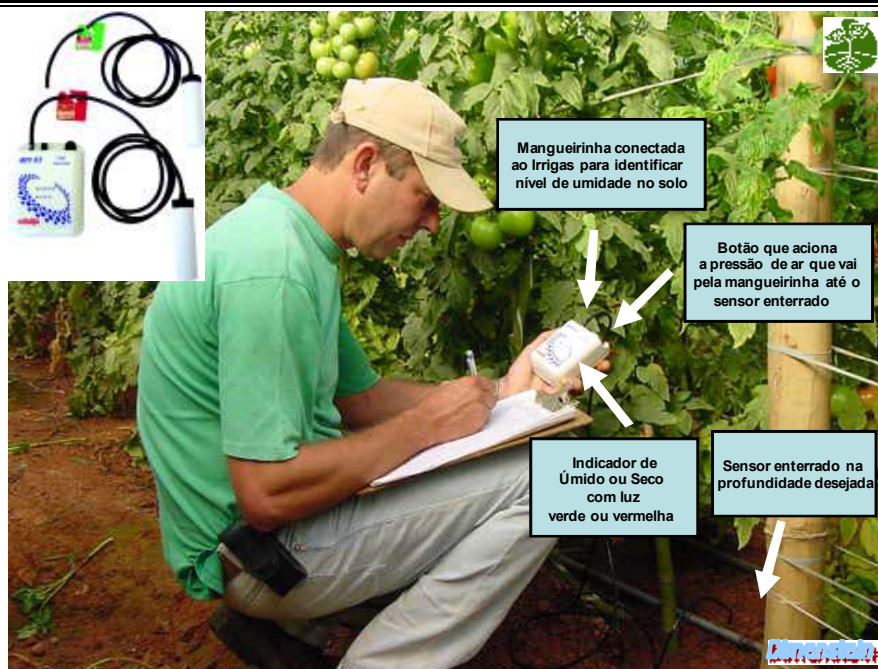
Estações Controladas por um sistema

Sensor que monitora a hora da irrigação

Lâmina de Irrigação

Sensor que controla a lâmina de Irrigação

Dimenstain



Absorção de Nutrientes Kg / Hectare

Cultivo	Produt. (Ton/Ha)	N	P2O5	K2O	Mg	S
Milho	12.5	300	130	300	75	40
Milho doce	11	160	55	150	20	10
Soja	4	350	65	230	30	25
Algodão	1.7	200	70	170	40	35
Trigo	5.3	190	60	210	20	20
Amendoim	4.4	270	45	210	30	25
Aveia	3.5	130	45	160	20	20
Sorgo grão	9	270	95	270	45	45
Sorgo forrageiro	20	220	75	320	40	20
Arroz	8	125	70	190	15	15
Cevada	6.5	200	74	200	25	30

Adaptação de dados publicados pela INPOFOS do México

Absorção de Nutrientes Kg / Hectare						
Cultivo	Produt.	N	P2O5	K2O	Mg	S
	(Ton/Ha)					
Girassol	3.5	170	70	125	40	15
Canola	2	120	55	95	x	25
Tomate	100	260	100	520	40	60
Pepino	25	100	30	195	30	x
Melão	22	75	25	130	15	x
Abacaxi	44	171	140	670	75	15
Uva	30	114	40	175	20	x
Laranja	70	300	65	370	45	30
Maçã	31	115	60	200	30	0
Pêssego	32	110	45	135	25	x
Capim Napier	31	340	165	680	70	85
Capim Pangola	30	335	120	485	75	55

Adaptação de dados publicados pela INPOFOS do México

Absorção de Nutrientes Kg / Hectare						
Cultivo	Produt.	N	P2O5	K2O	Mg	S
	(Ton/Ha)					
Alface	50	10	35	210	x	x
Batata	62	300	100	615	60	25
Cebola	75	200	90	180	20	40
Tabaco curado	3.4	140	30	290	30	20
Tabaco Burley	4.4	350	45	370	40	50
Cana de açúcar	125	235	115	370	30	30
Beterraba açuc.	62	240	40	515	75	40
Alfafa	25	630	170	675	55	55
Café	4000 pl/ha	260	45	280	32	25
Banana	2900 pl/ha	450	450	1700	175	x
Coco	30000 frut/há	110	35	230	15	10

Adaptação de dados publicados pela INPOFOS do México

Kg de Nutrientes Extraídos por Tonelada de Produto Comercial						
cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
Banana	22	2.5	60	0.2	0.15	0.15
Uvas	4 - 8 '	0.7 - 1.5	3 - 9 '			
Manga	1.5	0.2	1.6	1.3	0.7	
Laranja	8	0.4	5		0.7	0.5
Abacaxi	4.3	1.5	3.3			
Melão	3.1	0.4	2.8			

Dimensional

Kg de Nutrientes Extraídos por Tonelada de Produto Comercial						
cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
Café	35	3	41			
Cana de Açúcar	1.4	0.3	2.2		0.45	0.35
Fumo Burley	50 - 70	6	55 - 70	30 - 60	8 - 20 '	6 - 12 '
Milho espiga	15	3	4	0.5	1	1 - 3 '
Milho planta	27	4.5	20	5	4.5	2 - 6 '
Arroz	18	4	20	2	2	1.7
Sorgo	30	4.5	20	2	5.5	4.5
Trigo	25	4	4.5	1	2.5	1 - 4 '
Soja	75 - 100	8	25 - 35	2	10	8
Algodão	40 - 60	6 - 12 '	25 - 40	15 - 40	4 - 10 '	1 - 2 '

Dimensional


Kg de Nutrientes Extraídos por Tonelada de Produto Comercial						
cultura	N	P	K	Ca	Mg	S
Cenoura	3.8	0.6	5	1	1	0.6
Pepino	4	1	6	1	1.3	1
Feijão verde	2.2	0.3	2.2	0.5	0.3	
Pimentão	1.5 - 3.5	0.2 - 0.4	2 - 4'	1	1	0.6
Alface	1.5 - 2.5	0.2 - 0.4	2 - 4'	1	0.4	0.6
Cebola	2 - 5'	0.5	2 - 4'	0.7	0.3	0.6
Batata	5	0.8	7.5	2	1	0.6
Tomate	2 - 4'	0.3 - 1	3 - 5'	2.6	0.4	0.5

Dimensium

Conversão Elemento Puro e suas Representações Convencionais					
De	Para	multip. por	De	Para	multip. por
N	NO3-	4.43	NO3-	N	0.23
N	NH4+	1.28	NH4+	N	0.82
P	P2O5	2.29	P2O5	P	0.44
K	K2O	1.2	K2O	K	0.83
Ca	CaO	1.4	CaO	Ca	0.71
Mg	MgO	1.66	MgO	Mg	0.60

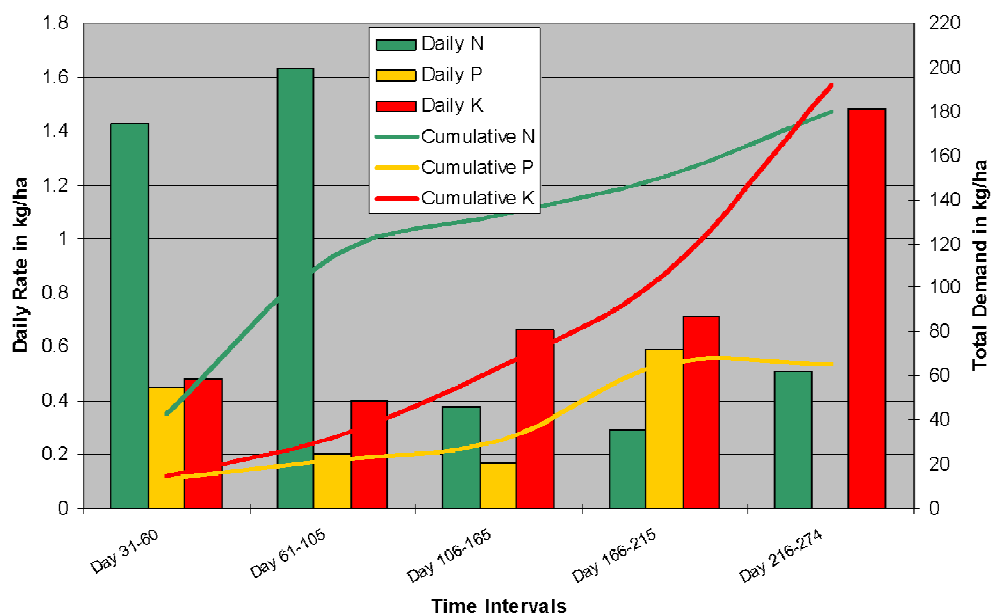
Dimensium

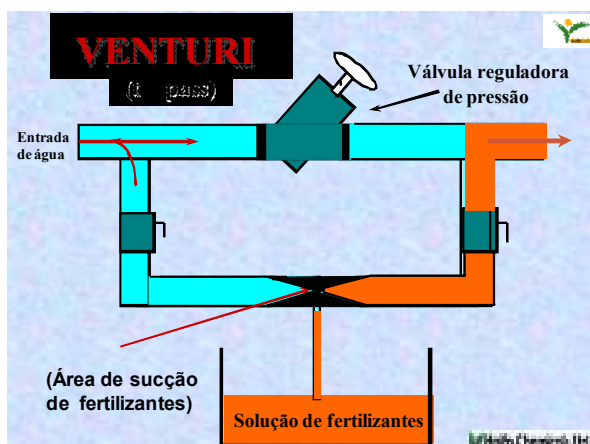
Conversões Úteis de Áreas, Pesos, Volumes e Produtividade					
De	Para	multip. por	De	Para	multip. por
Acre	Hectare	0.405	Hectare	Acre	2.471
Kg	Libras	2.205	Libras	Kg	0.453
g	Onças	0.035	Onças	g	28.35
Galão(US)	Litro	3.785	Litro	Galão(US)	0.26
Kg/ha	Ib/Acre	0.892	Ib/Acre	Kg/ha	1.12
Ton/ha	Ib/Acre	892	Ib/Acre	Ton/ha	0.001



Cana de Açúcar – Curvas de Absorção de Nutrientes

Cana de açúcar





Fertirrigação

- * Nutrientes proporcionais a fase fenológica.
- * **Uniformidade de distribuição junto às raízes.**
- * Melhor disponibilidade de nutrientes.
- * **Aumenta a absorção de nutrientes.**
- * Reduz as perdas por lixiviação.
- * **Evita danos às raízes por salinização.**
- * Economiza mão de obra.
- * **Evita compactação do solo.**
- * Reduz a infestação de ervas daninhas.
- * **Flexibilidade de aplicação.**

Hoifa Chemicals Ltd.
By: U. J. Montag

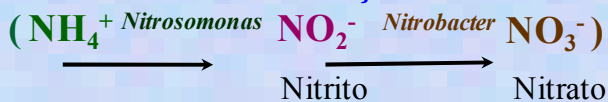
Formas de Nitrogênio Disponíveis às Plantas

AMIDA (NH₂)
(Uréia)

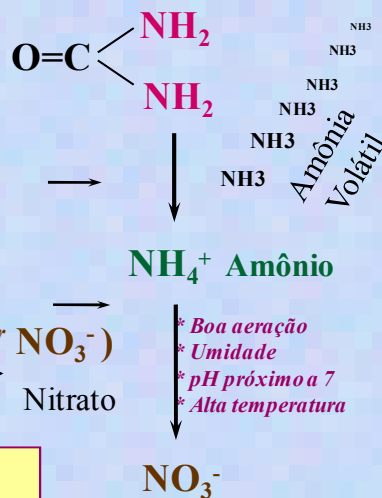
Amonificação

AMÔNIO (NH₄⁺)
(NA, SA, MAP)

Nitrificação



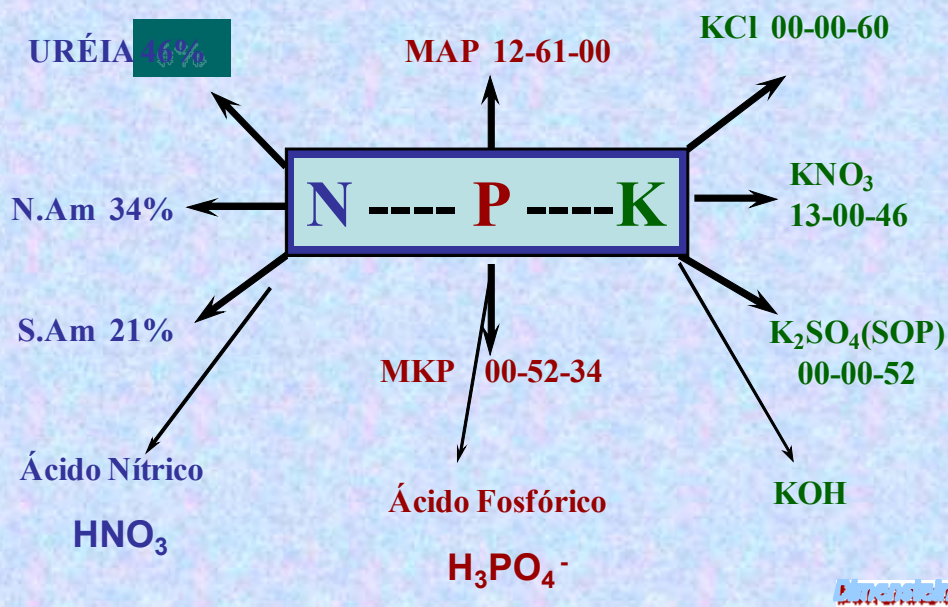
NITRATO (NO₃⁻)
(Nitrato de Potássio)

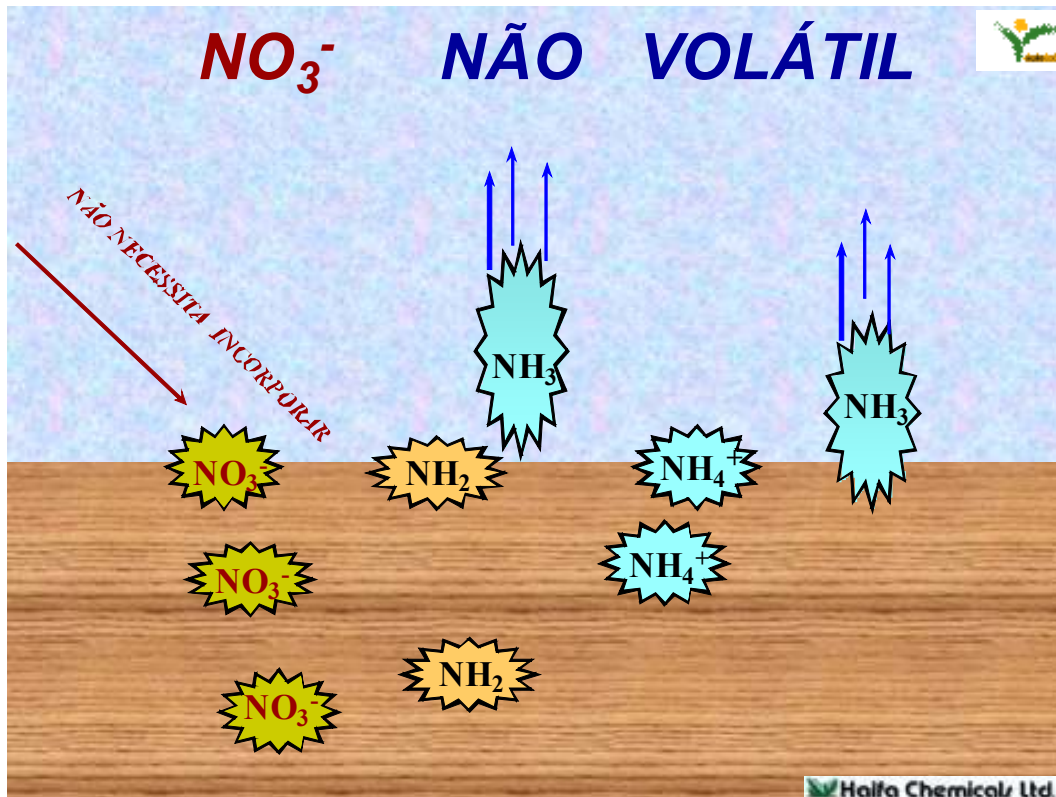
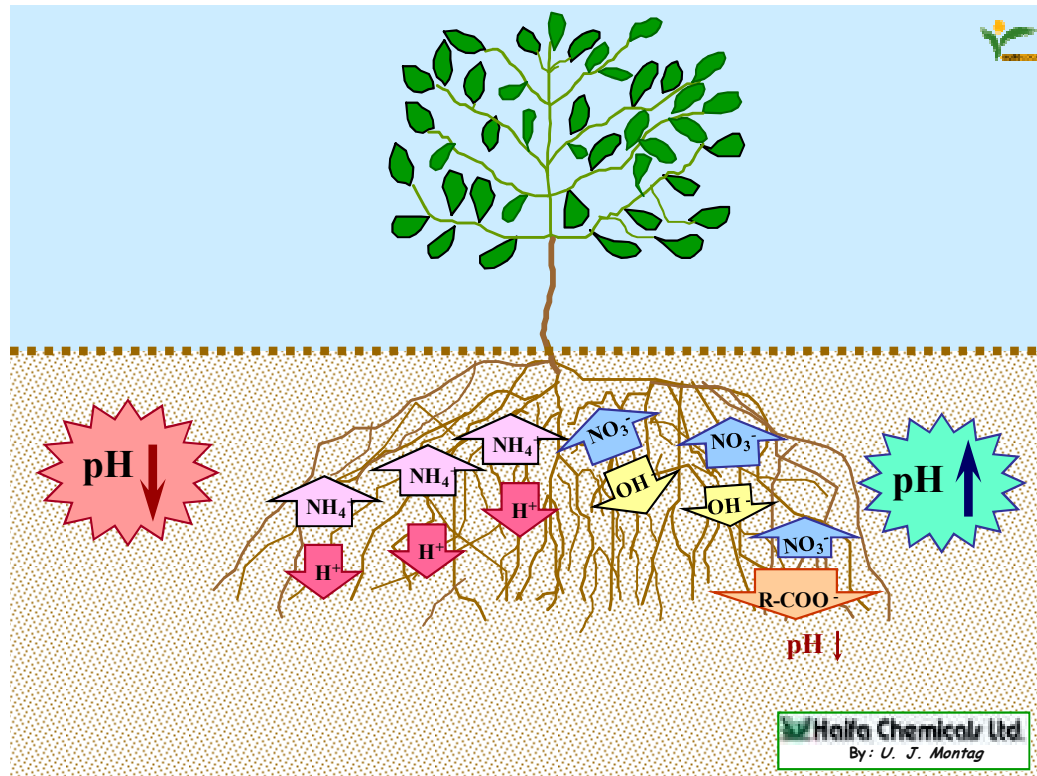


Halifa Chemicals Ltd.
By: U. J. Montag

Fontes de Fertilizantes NPK

SOLÚVEIS

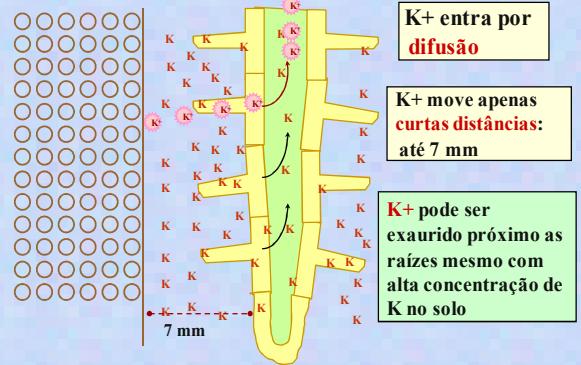




Tipo de N e o pH

- NO_3^- é superior em eficiência ao NH_4^+ desde que se consiga manter o pH abaixo de 7,5 quando inibe principalmente P e Fe, mas também Zn, Cu, Mn e B.
- NO_3^- é alcalinizante enquanto NH_4^+ é acidificante.
- Uréia é alcalinizante de curto prazo e acidificante de médio prazo.

COMO O POTÁSSIO SE MOVE DO SOLO PARA AS RAÍZES



MAP

12-61-00

ANÁLISE

$\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$	99-100%
P_2O_5	61%
N- NH_4	12%
Insolúveis	0.01%
pH (0.1% sol)	4.7
CE (0.1% sol)	0.86 mS/cm

SOLUBILIDADE

TEMP. °C	GR. / LITRO
20	374
30	464



MAP purificado

Concentração de Nutrientes

N	P_2O_5	P
12	61	= 27

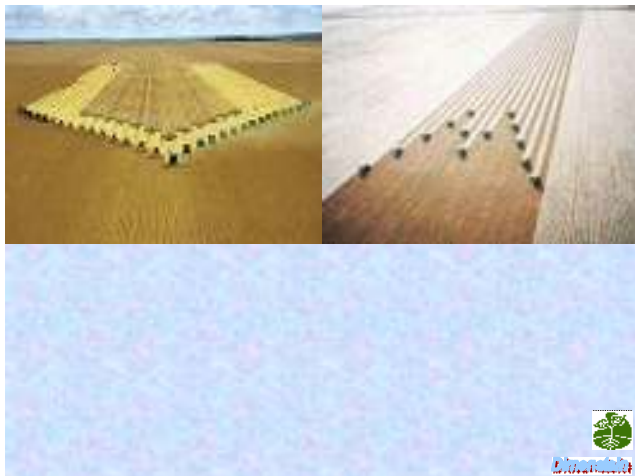
SOLUBILIDADE 1 Kg em 3 litros

P = 32 x 2 = 64	144 ---- 61	P = 27
O = 16 x 5 = 80	64 ---- P	
P_2O_5 = 144		

SUPER FOSFATO SIMPLES

SPS = 18% P_2O_5 20% = 3.6% P_2O_5 1.6 P

SOLUBILIDADE 1 Kg em 300 litros



MKP - PeaK

00-52-34

ANÁLISE

KH_2PO_4	99-100%
P_2O_5	52%
K_2O	34.5%
Insolúveis	0.05%
pH (0.1% sol)	4.5
CE (0.1% sol)	0.7 mS/cm

SOLUBILIDADE

TEMP. °C	GR. / LITRO
20	226



MKP - PeaK

Efeito anti-fungo contra Oídio
 Ação anti-higroscópica
 Baixíssimo índice salino
 pH tampão 4,5
 86 unidades de nutrientes
 Fase de pré-florada a frutificação
 Quando tem que evitar Nitrogênio
 Excelente em blends



PeKacid 0-60-20

pH = 2.2 com poder tampão

CE a 1 g/L = 1.40 mS/cm

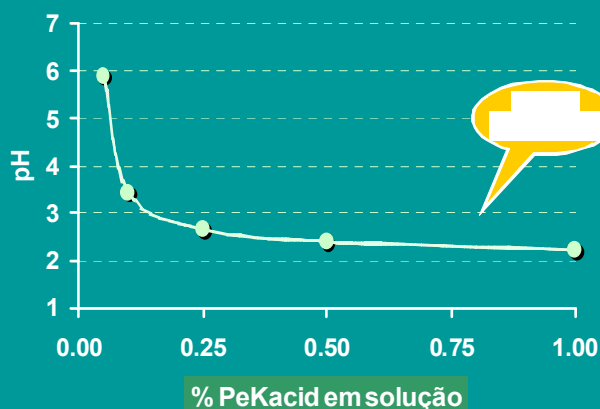
Solubilidade = 785 g/L a 20 C

1 Kg de PeKacid neutraliza 4 eq de HCO_3^- em 1 m³ de água

1 meq HCO_3^- / L = 61mg / L
 1 eq HCO_3^- / m³ = 61 g / m³



Efeito do PeKacid no pH da Solução



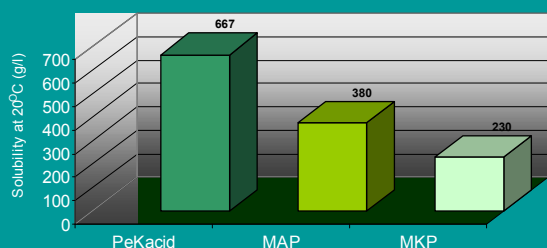
PeKacid 00-60-20

Sal duplo monocristal solúvel

Fertilizante PK forte acidificante pH 2.2
 Combinação de MKP e Ácido Fósforico
 Branco purificado grau alimentício



PeKacid – Alta solubilidade para Fosfatos



MagPhos 00-55-19+4,2Mg

(~ 7MgO)

Fosfato de Magnésio e Potássio novo, único e patenteado

pH = 5

CE = 0,65 mS/cm

Solubilidade = 400 g / L



multi-Protek™
00-56-37
26 Fosfato + 30 Fosfito

ANÁLISE	TÍPICA
P ₂ O ₅	25.0%
H ₂ PO ₃ ⁻	30%
K ₂ O	36.0%
K	30.8%
pH (1%sol)	3.5 a 4.5

Fosfato e Fosfonato de Potássio
Fosfato + Fosfito
Sólido solúvel - 100% solúvel
PO₄⁻ + PO₃⁻
+ K⁺
multi-Protek™

Para proteção contra fungos como Pitium, Fitoftora, Mildio, Oídio, etc. E nutrição de P e K

NOVO **AGF-3**

Fosfito + Fosfato
+
Quelato de Cobre

Nitrato de Magnésio

ANÁLISE	
Mg(NO ₃) ₂	
N - Total	11%
NO ₃ -N	11%
MgO	16%
Mg	9.3%
pH (0.1% sol)	5.6
CE (0.1% s)	

Magnific
Water Soluble Magnesium Nitrate
11-9-3 + 9.3% Mg

0-00+9,3Mg

esverdeador EM FLOCOS

SOLUBILIDADE	
TEMP. °C	GR. / LITRO ÁGUA
20	2500



Algodão - Mg

Nitrato de Potássio + P

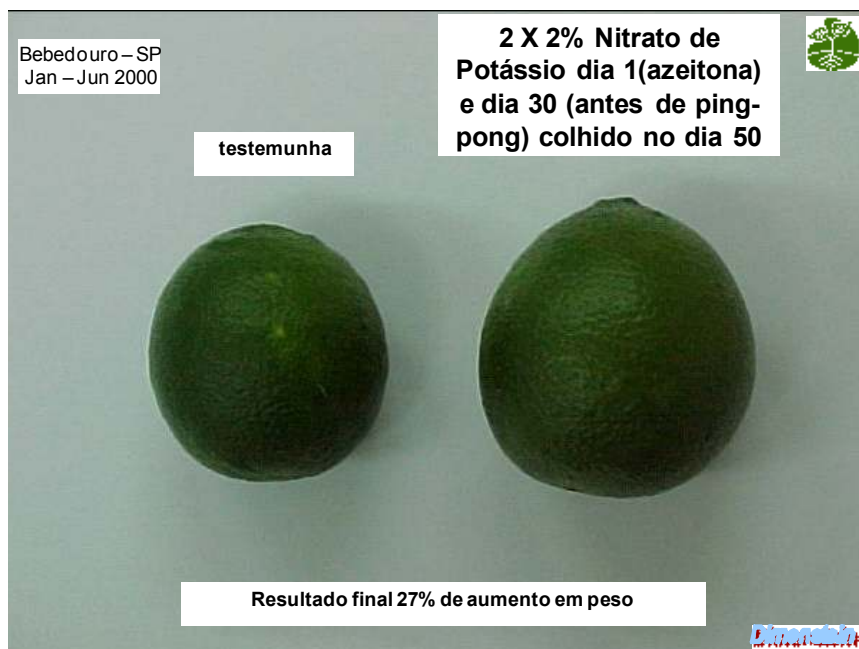
ANÁLISE	
N - Total	13%
NO ₃ -N	12.6%
N-NH ₄	0.4%
K ₂ O	44%
P ₂ O ₅	2%
CE (0.1% sol)	1.31 mS/cm
pH (0.1% sol)	6.6

13-02-44

multi-nPK

13-02-44

SOLUBILIDADE	
TEMP. °C	g / Litro de água
20	330




Bonus-npK

FOLIAR

Baseado em multi-npK (13-02-44) Nit Pot + P enriquecido com agentes surfactantes e aditivos que tornam a calda mais densa e viscosa

Para aplicações em altas concentrações



Fertilizante foliar de liberação lenta



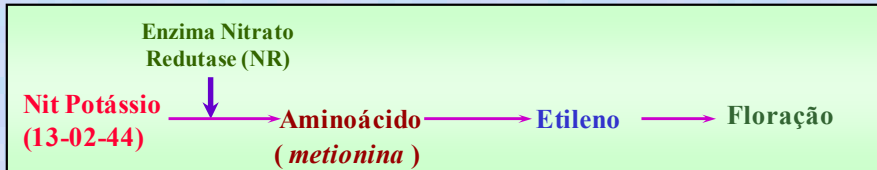

Bonus-npK

Agentes surfactantes ativos espalham o fertilizante por toda a folha

Testemunha:
Sem agentes surfactantes ativos


Indução Floral - Modo de Ação



Nitratos (NO_3^-) quando absorvidos pelas folhas são reduzidos a Aminas (NH_2) por ação da enzima Nitrato Redutase (NR) e formam 20 diferentes aminoácidos que terão diferentes funções no metabolismo na formação de diferentes polipeptídeos, proteínas e outros compostos orgânicos. Um dos aminoácidos é a Metionina que é precursora da formação do Etileno, sendo esse indutor floral.

Embora diferentes sais de Nitratos possam obter induções florais, o Nitrato de Potássio garante um fornecimento de K^+ que a planta armazena como reserva e terá uma função fundamental no pegamento do chumbinho diminuindo o índice de abortamentos de flores e frutinhos, promovendo maior número de frutos por panícula.

Nitrato de Cálcio tem o limitante no íon acompanhante Cálcio de baixa mobilidade no floema que não contribui nutricionalmente por não ser translocado aos frutos.

Nitrato de Amônio fornece quantidade extra de N com função vegetativa e não contribui para a frutificação, aumenta o índice de abortamentos de flores e chumbinhos.



KCl Fru Grade

Cloreto de Potássio Branco

Purificado

Ferti-K 00-00-61,5




Nitrato de Cálcio

15,5-0-0+26,5CaO

ANÁLISE

N- Total	15.5%
$\text{NO}_3\text{-N}$	14.4%
N-NH_4	1.1%
CaO	26.5%
Ca	19.0%

SOLUBILIDADE

TEMP. °C	g / 1000 g ÁGUA
25	600




SOP - Sulfato de Potássio

K₂O	50.0%
K	43.1%
SO₃	45.0%
S	18.0%
pH 10% sol	2.0-4.0
Insolúveis	500 ppm
Densidade	1.1 g/cm³

0-0-50+45SO₃



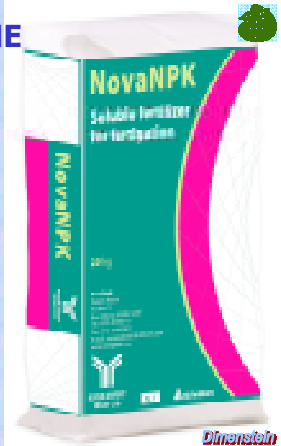
CE = 1,7 mS/cm (0,1%)

19-19-19+0,6Mg+ME

Composição

N - Total - 19%
 N - NH₄ - 4
 N - NO₃ - 5
 N - NH₂ - 10
 Mg - 0,6
 Fósforo P₂O₅ - 19%
 Potássio K₂O - 19%

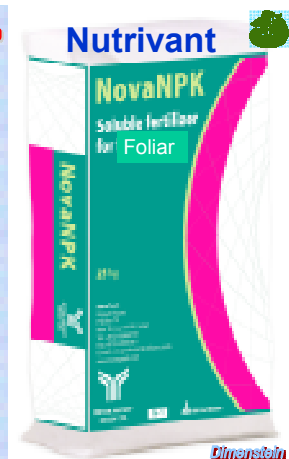
N : P : K
1 : 1 : 1



NovaNPK para fertirrigação Não contém aditivos

**Nutrivant - versão NPK
Foliar com adesivo
para aplicações em
doses mais altas
que o convencional**

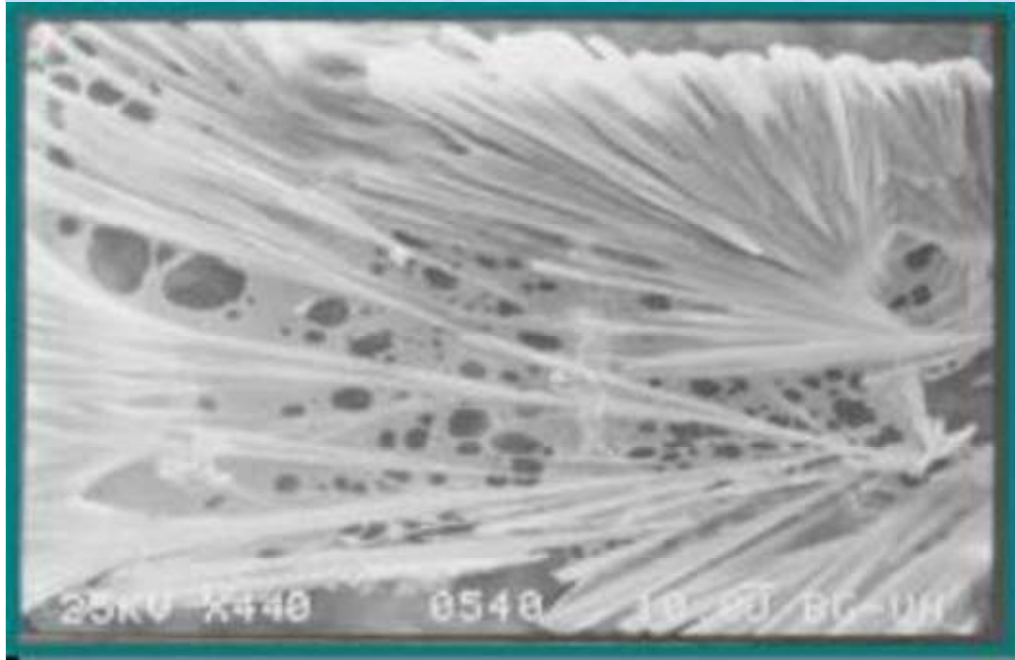
**NovaNPK e Nutrivant
são diferentes fórmulas
de NPK + micros com
matérias-primas nobres**
 15-30-15+0,6Mg+Micros
 19-19-19+0,6Mg+Micros
 16-08-32+0,6Mg+Micros



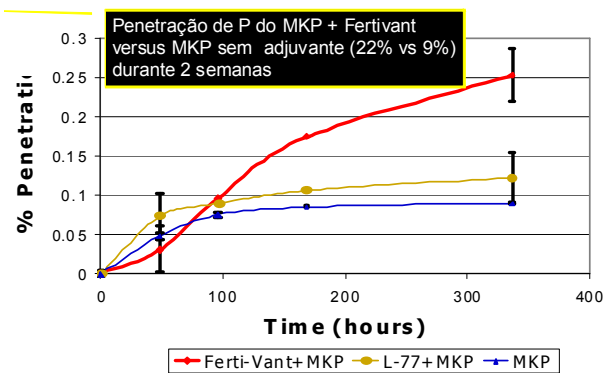
Tecnologia Fertivant

- ▶ Nutrivant contém Fertivant – Um inovativo aditivo não destrutivo da camada de cera das folhas que fornece de forma controlada fertilizante foliar.
- ▶ FERTI-VANT (FV) é único no mercado de fertilizantes foliares especialmente desenvolvido para aumentar a eficiência da absorção foliar através da cutícula
- ▶ A tecnologia Fertivant é BASEADA EM UMA PELÍCULA QUE COBRE OS CRISTAIS DE FERTILIZANTES. Protégé contra queimas e necrose das folhas.
- ▶ Não é tóxico para as plantas e para o meio-ambiente
- ▶ Biodegradável na superfície das plantas com T(1/2) = 30 dias
- ▶ Espalhante adesivo único desenvolvido a partir de 'coral'.
- ▶ Longo Período de Penetração (LPP) atua durante mais de 3 semanas.

Fertivante espalhante adesivo exclusivo de Nutrivant aplicado em MKP – cristais em folha de citros



Fertivante – Longo Período de Penetração - LPP



NutriVant Plus Grape™

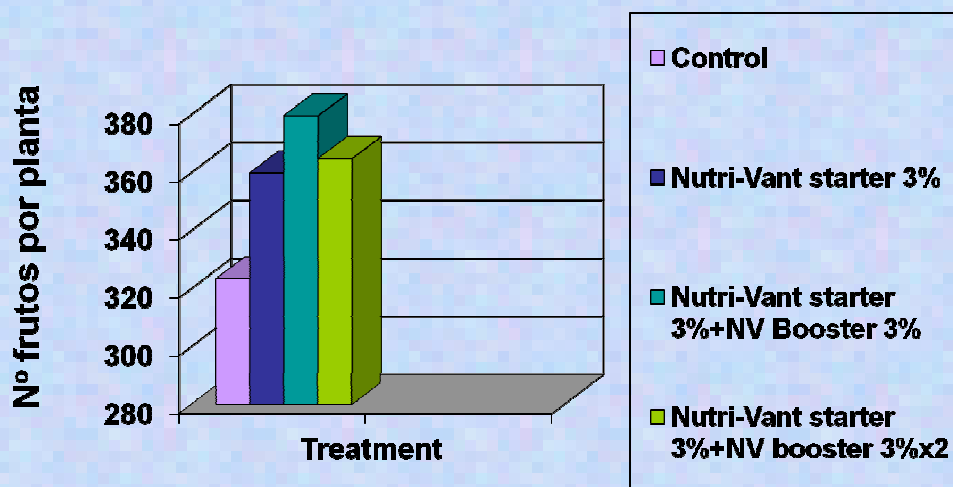
0-40-25+2MgO+2B+FV

Fórmulas:

**NutriVant Starter - inicial
(11-36-24+ME+FV)**

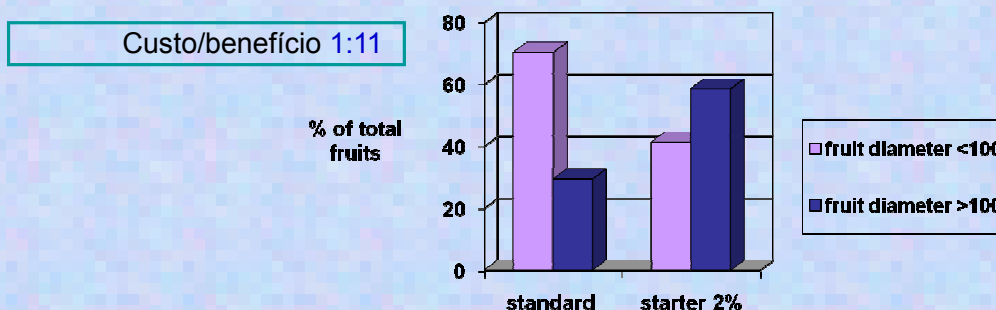
**NutriVant Booster -
frutificação
(8-16-39+ME+FV)**

Efeito de NutriVant Starter&Booster, em aplicação de pre-floração em laranja Valencia Tzaneen RSA – Africa do Sul - 2001.

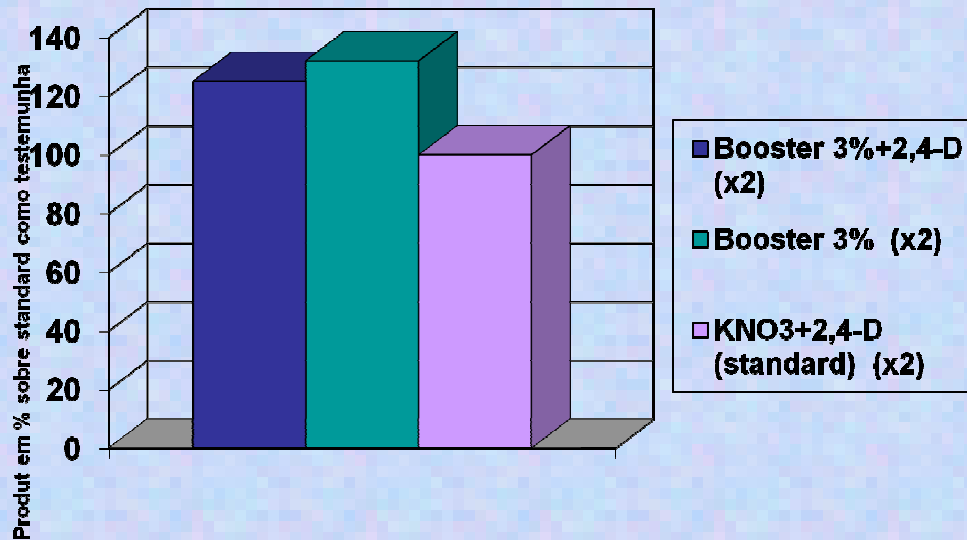


Efeito de NutriVant Starter - inicial, em aplicação de pré floração em Grapefruit em Ashkelon, Israel Primavera 2001.

Tratamento	No de Plantas	Produção por Ha Tons	% sobre a testemunha	Diâmetro de fruto < 100 % de frutos	Diâmetro de fruto >100 % de frutos
Testemunha	210	72	100	70	30
NutriVant Starter 2%	210	81	112	41	59



Efeito de NutriVant *Booster* em aplicação de pós-floração em Tangerina Santina, afaria, Israel - 2002



Mobilidade no Floema

Altamente móveis:

N Aminoácidos (NO_3^- , NH_2 e NH_4^+);
 P (H_2PO_4^- , HPO_4^{--} , PO_4^{---}) Fosfitos HPO_3^{--}
 K (K^+)
 Mg (Mg^{++})
 Cl (Cl^-)

Medianamente móveis

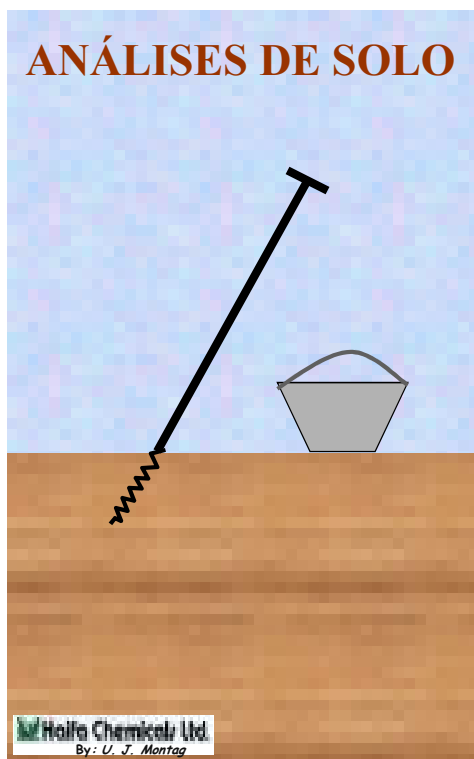
(Fe^{++}); (Zn^{++}); (Cu^{++}); (Mn^{++}); (Mo)
 Sulfatos e Sulfitos (SO_4^{--}); (SO_3^-)

Imóveis

Cálcio (Ca^{++}) e Boro (B)

Dimenstein

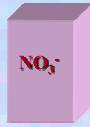
ANÁLISES DE SOLO




Halfa Chemicals Ltd.
By: U. J. Montag

KITS PARA MONITORAMENTO NUTRICIONAL

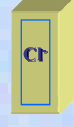
NO₃⁻



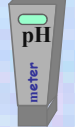
EC
meter

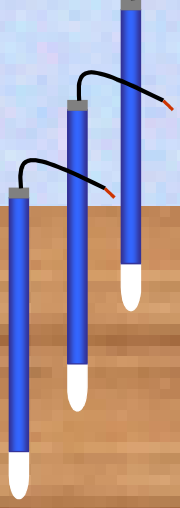


Cr




pH
meter

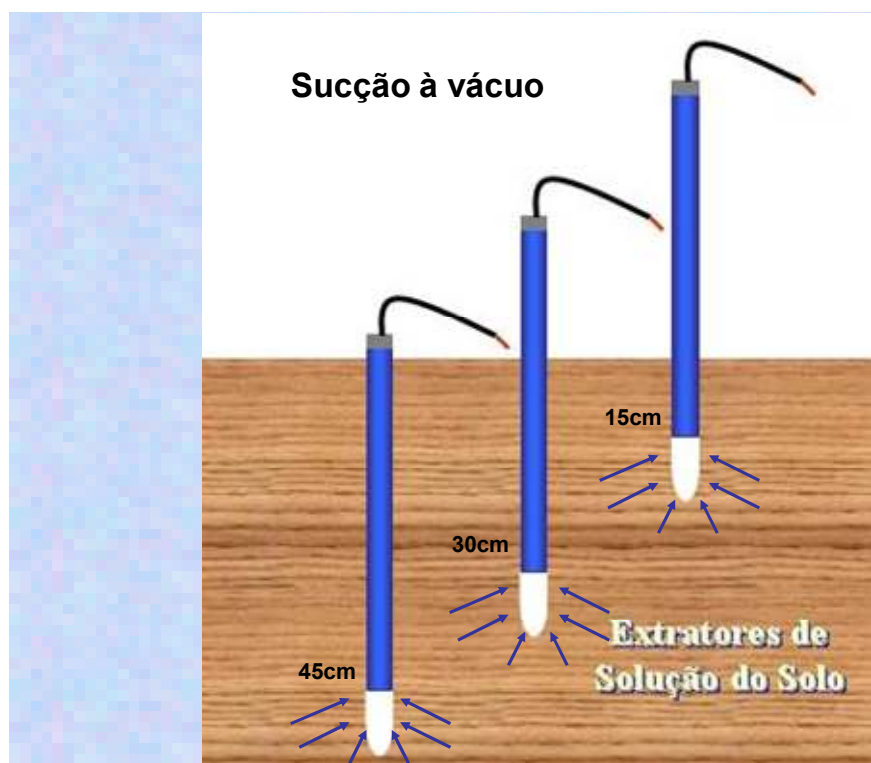





Extrator de Solução do Solo



Sucção à vácuo



Extratores de Solução do Solo



Dimanstein





Extrator de Solução do Solo

O produtor extrai a solução do solo diretamente da área ao redor das raízes e a analisa imediatamente no lugar





Novo modelo de pHmetro a prova d'água e com sensor de dupla junção e ATC (Compensação Automática de Temperatura) para 25° C



Novo modelo de Condutivímetro a prova d'água e ATC (Compensação Automática de Temperatura) para 25° C



Fortemente ácido	pH ótimo		fortemente alcalino	
5	6	7	8	9
		Nitrogênio		
		Fósforo		
		Potássio		
		Enxofre		
			Cálcio	
		Ferro	Magnésio	
		Manganês		
		Boro		
		Cobre & Zinco		
			Molibdênio	





Limite máximo de tolerância a Cloretos (ppm)

Morango 350	Batata doce 500	Espinafre 700	Trigo 2100
Feijão 350	Milho 500		
Cebola 350	Batata 500	Pepino 900	Sorgo 2450
Cenoura 350	Cana 500	Tomate 900	
Rabanete 350	Repolho 500	Brocole 900	Algodão 2600
Alface 350			
Nabo 350			

Dimenstein



Salinidade da solução nutritiva para fertirrigação

CE de 1 mS/cm gera uma força de retenção da água no solo da ordem de 0.30 bar (atm) ou 30 centibares

Doses normalmente pequenas e freqüentes, sempre corretivas, baseadas nas informações coletadas nos extratores de solução do solo visando obter otimização nutricional, sempre respeitando a fenologia e a fisiologia da planta.

Excesso de fertilizantes causa a "briga" entre as raízes e o solo para ver quem vai ficar com a água.

Dimensol

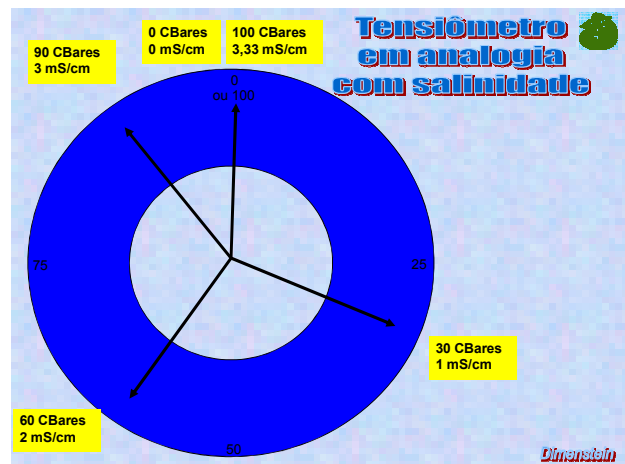
Salinidade da solução nutritiva para fertirrigação

10 meq/L em solução gera CE de 1 mS/cm

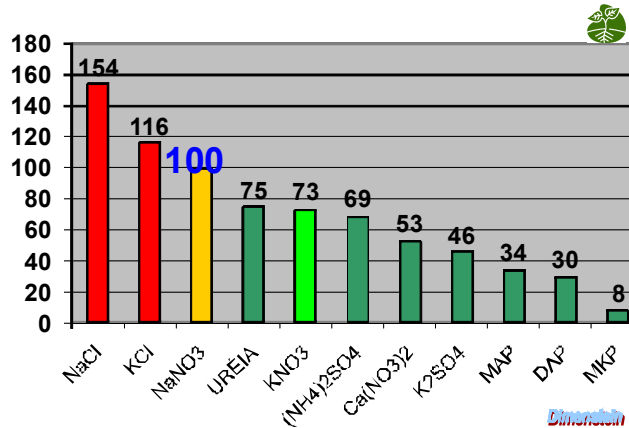
1 meq/L = CE de 0,1 mS/cm
10 meq/L = CE de 1,0 mS/cm

CE é o somatório de todos os cátions OU todos os ânions

Excesso de fertilizantes é a prática agrotécnica mais comum por desinformação do que ocorre no solo em cultivos frequentemente irrigados, mas não frequentemente fertirrigados



Índice Salino

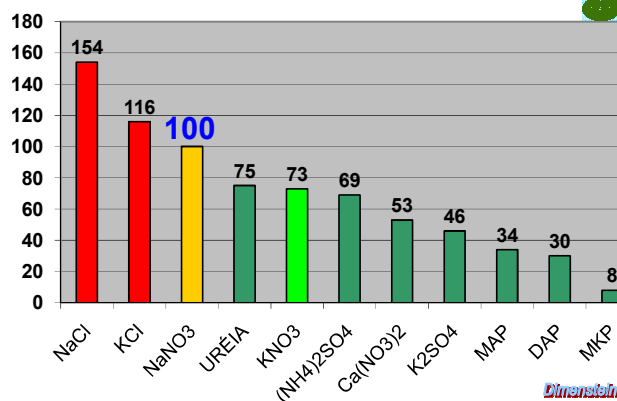


KNO ₃	CE - mS/cm	pH
1Kg/m ³	1,3	8,7
2Kg/m ³	2,6	9,3
10Kg/m ³	11,4	9,9
MAP	CE - mS/cm	pH
1Kg/m ³	0,86	4,7
2Kg/m ³	1,66	4,6
10Kg/m ³	7,4	4,4

Limites de CE para 100% de produtividade de alguns cultivos em mS/cm

Cultivo	Limite	Cultivo	Limite	Cultivo	Limite
Algodão	7.7	Abobrinha	4.7	Aspargos	4.1
Ervilha	3.2	Brocolis	2.8	Tomate	2.5
Pepino	2.5	Espinafre	2	Repolho	1.8
Uva	1.8	Maçã	1,7	Cana	1.7
Milho	1.7	Batata	1.7	Pimentão	1.5
Alface	1.3	Cebola	1.2	Beringela	1.1
Morango	1.0	Feijão	1.0	Cenoura	1.0

Índice Salino



Relação entre ppm e %

1 ppm = 1 / 1.000.000

1 % = 1 / 100

Diferença de 10.000

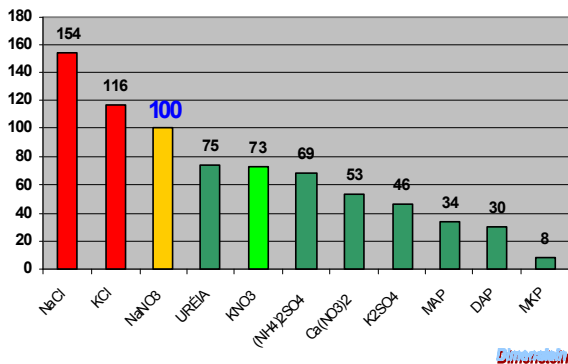
1% = 10.000 ppm



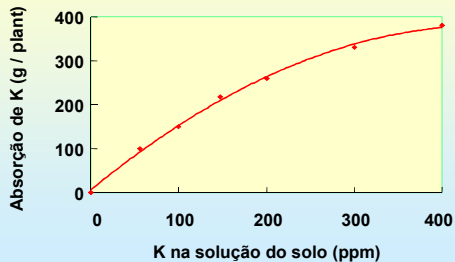
Poder salinizante de alguns fertilizantes

Fertilizantes (1 kg/m ³)	Salinidade (mS/cm)
Ác. Fosfórico	2,2
Cloreto de Potássio	1,7
Sulfato de Potássio	1,7
PeKacid	1,4
Nitrato de Potássio	1,3
Nitrato de Magnésio	0,9
NPK 19-19-19+Micros	0,86
MAP purificado	0,8
MKP - PeaK	0,7
MagPhos	0,65

Índice Salino



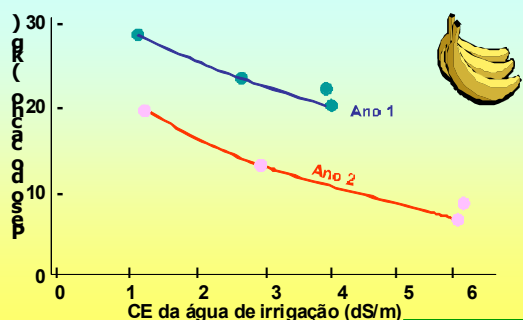
Efeito da Concentração de K na solução do solo na absorção pela Bananeira durante o desenvolvimento dos frutos



Lahav and Turner, 1989

Inf. Horto. Chemicals Ltd.

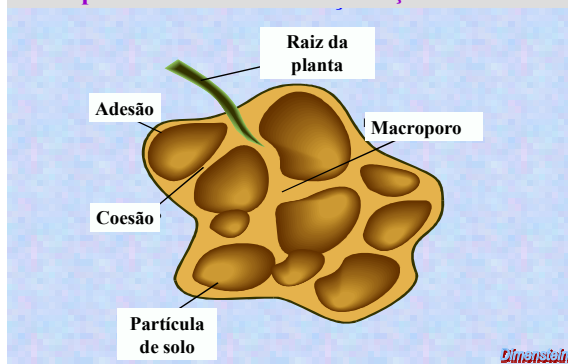
Relação entre CE da água de irrigação e peso do cacho de banana em 2 anos*



* - Israeli et al., 1986

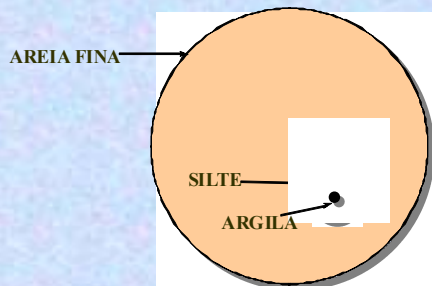
Inf. Horto. Chemicals Ltd. By: U. J. Montag

Esquema da Influência da Textura do Solo na Capacidade de Armazenar Solução Nutritiva



Dimenstein

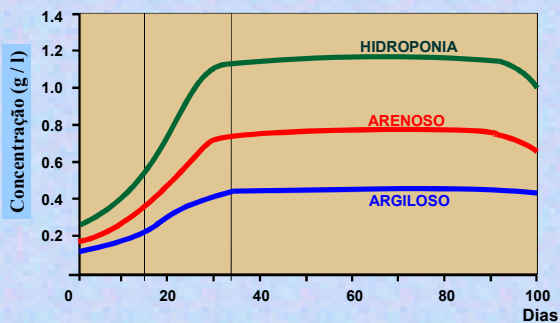
PARTÍCULAS QUE COMPÕEM O SOLO



Tamanho Relativo de: Areia, Silte e Argila

Inf. Horto. Chemicals Ltd. By: U. J. Montag

Comparação entre Concentração de Fertilizantes Aplicados e Diferentes Texturas de Solo e Hidroponia



Parâmetros para Determinar o Número de Estações



- **Textura do Solo**
- **Espécie e Variedade**
- **Idade do Cultivo**
- **Topografia**


Dimenstein

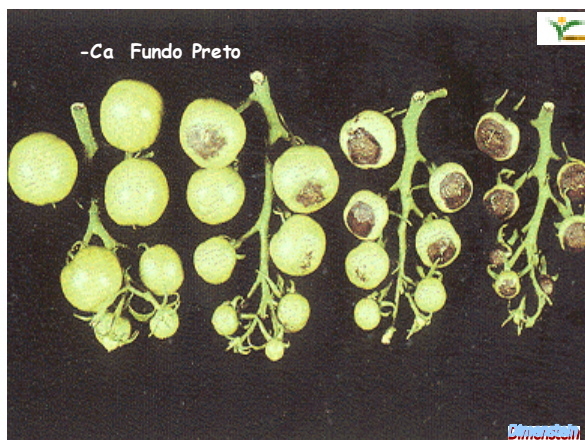
MAP purificado

12-61-00

MAP g /1000 l água	Concentração de Nutrientes (ppm)		
	N	P ₂ O ₅	P
100	12	61	27
200	24	122	54
370	44	225	100

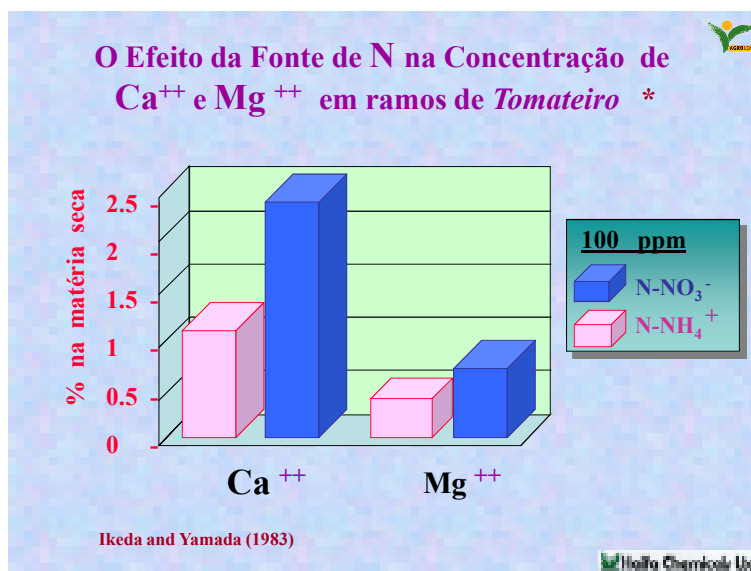
Qualidade Química Ltda.
By: U. J. Montag

Dimenstein Consultoria Ltda		Fone-Fax: 11-3062-5915																														
E-mail: ldimenstein@uol.com.br		Celular: 11-9109-8340																														
MONITORAMENTO MENSAL DOS NUTRIENTES PARA FERTIRRIGAÇÃO																																
				<i>Área n°</i>	<i>Data</i>																											
15 cm																																
CE																																
pH																																
NO ₃ ⁻																																
K ⁺																																
PO ₄ ⁻																																
Cl ⁻																																
NH ₄ ⁺																																
Dureza																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
30 cm																																
CE																																
pH																																
NO ₃ ⁻																																
K ⁺																																
PO ₄ ⁻																																
Cl ⁻																																
NH ₄ ⁺																																
Dureza																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
45 cm																																
CE																																
pH																																
NO ₃ ⁻																																
K ⁺																																
PO ₄ ⁻																																
Cl ⁻																																
NH ₄ ⁺																																
Dureza																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	



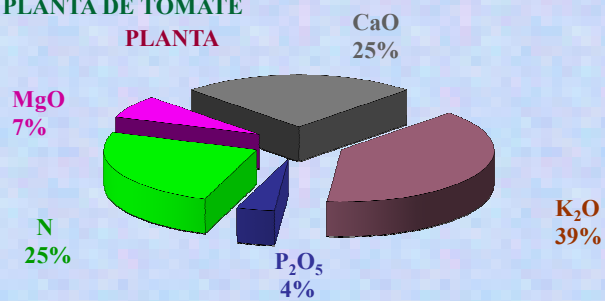
Fonte: A. Bar-Tal et. Al., Volcani Center, Israel, 2001

- Nitrogênio é 20 vezes mais móvel que o Cálcio na planta (xilema)
- Cálcio tem baixa solubilidade no solo em comparação com Nitrogênio
- Carência de Cálcio quando há muito Nitrogênio é o problema
- Evitar o uso de Uréia como única ou principal fonte de N. Nitrato de Cálcio é excelente fonte de Cálcio e dos 3 tipos de N, o nítrico é o único sinérgico ao cálcio enquanto o Amônio é antagônico.
- Cloreto de Cálcio $[Ca(Cl)_2]$ pode ser uma boa alternativa para alterar a relação N : Ca, aplicando em conjunto com Nit Cálcio, porém, tem Cloretos de alta salinidade.
- A absorção de Cálcio é passiva
- O pH alcalino diminui a solubilidade do Cálcio
- A solubilidade do Carbonato de Cálcio é de 80 g / L de água enquanto do Nitrato de Cálcio é de 600 g / L de água



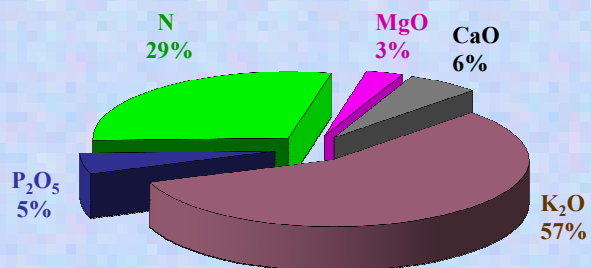
COMPOSIÇÃO DA PLANTA DE TOMATE

PLANTA



COMPOSIÇÃO DO FRUTO DE TOMATE

FRUTO

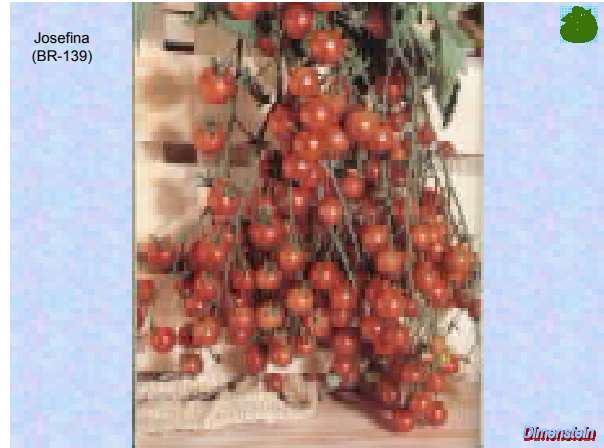


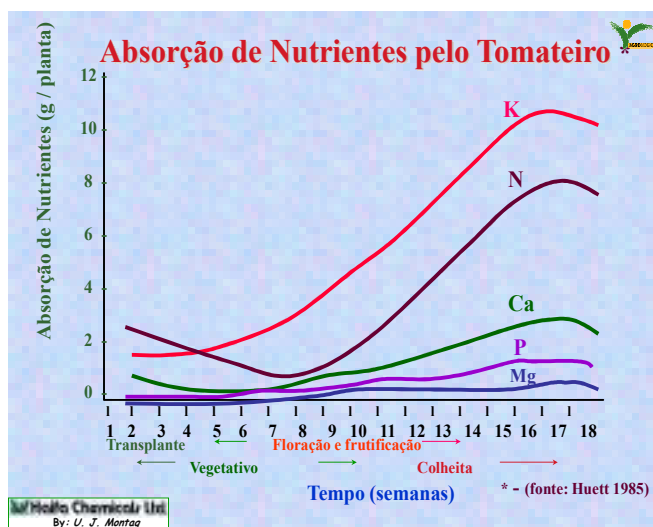
Haifa Chemicals Ltd.
By: U. J. Montag

Daniela
ou
Carmem



Dimenstein





TOMATE		Programa Básico Campo Aberto	
SEMANA	ETAPA	FÓRMULA	CE mS/cm
1 - 2	INICIAL	MAP 12-61-00/ URÉIA 46-0-0 ou NA 34-0-0	1.0 - 1.2
3	VEGETATIVO	MAP / URÉIA ou NA	1.2 - 1.4
4	VEGETATIVO	MAP/ URÉIA ou NA / Nit Pot 13-02-44	1.4 - 1.6
5	VEGETATIVO	MAP / URÉIA ou NA / Nit Pot / MagPhos 00-55-19+7MgO	1.6 - 1.8
6	VEGETATIVO	MAP / URÉIA ou NA / Nit Pot / Nit Mag 11-00-00+16 / Nit Cálcio 15,5-00-00+25,5	1.8 - 2.0
7 - 8	FLORAÇÃO	Nit Mag / Nit Cálcio / MKP 0-52-34	1.8 - 2.0
9	FRUTIFICAÇÃO	MagPhos / Nit Cálcio / MKP / Nit Pot	2.0 - 2.4
10 - 11	FRUTIFICAÇÃO	Nit Pot / Nit Cálcio / KCl Fru Grade 00-00-61,5	2.4 - 2.8
12 - 13	FRUTIFICAÇÃO	Nit Pot / SOP 00-00-50 / KCl Fru Grade	2.4 - 2.8
14 -15	MATURAÇÃO/ COLHEITA	Nit Pot / SOP / KCl Fru Grade	> 3.0
16	COLHEITA		Dimenstein

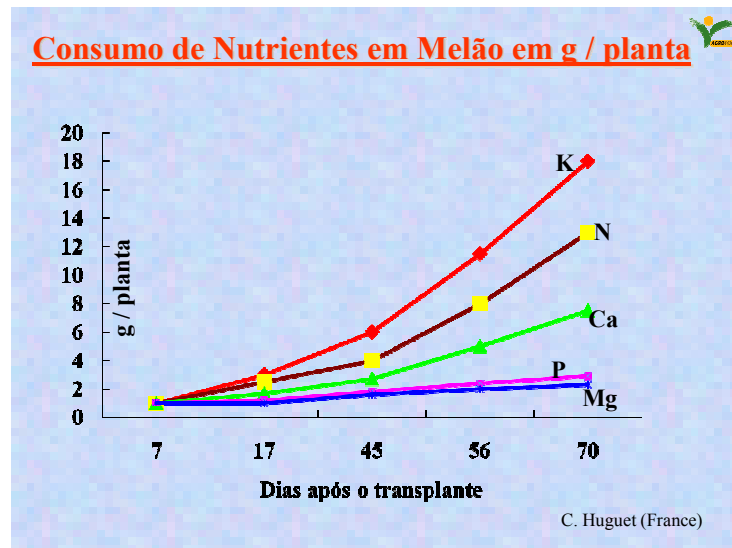
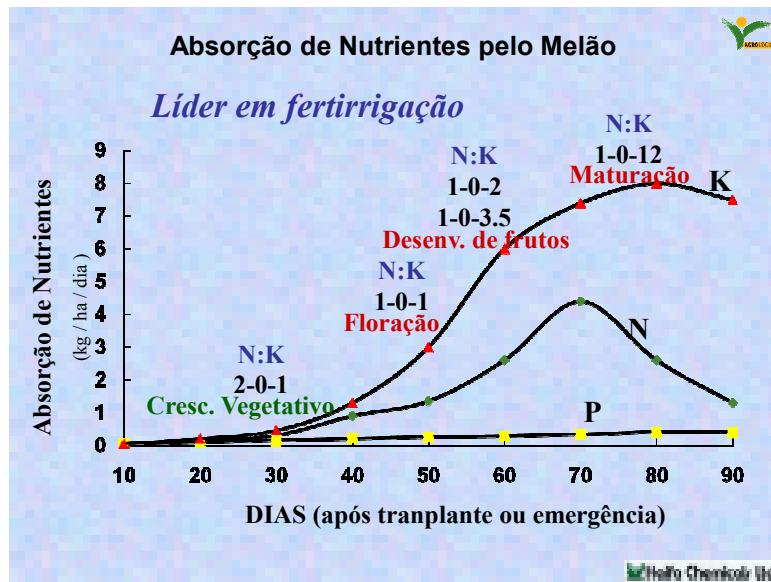
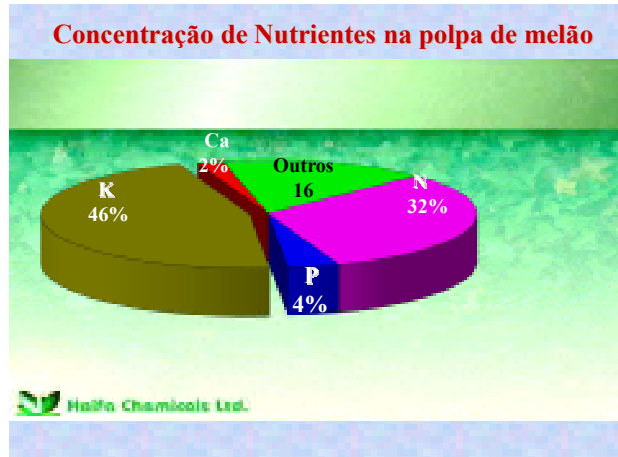
Estimativa de produtividade e consumo de nutrientes para tomate de mesa




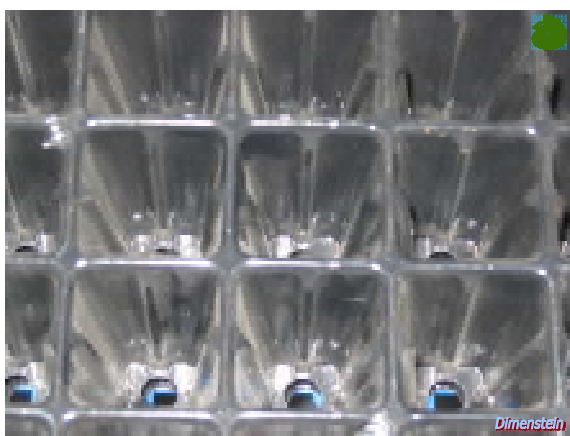
Ton/Ha	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
100	350	200	660	140	80
120	410	210	770	160	90
140	470	230	890	180	105
160	530	245	1000	195	120
180	590	260	1115	220	130
200	650	275	1230	240	140

Dimenstein

CITROS	MÊS	FASE	FÓRMULAS	CE mS/cm
	SET	FLORAÇÃO	MKP 00-52-34 / MagPhos 00-55-19+8MgO MAP purificado 12-61-00 – NPK 19-19-19	0.8 - 1.0
	OUT	FLORAÇÃO	MKP – MagPhos - Nit Potássio 13-02-44 MAP purificado	0.8 - 1.0
	NOV	FRUTIFICAÇÃO	MKP – MagPhos - Nit Potássio - Uréia 45-00-00 – NPK 16-08-32	1.0 - 1.2
	DEZ	FRUTIFICAÇÃO	Nit Potássio – Uréia – Nit de Cálcio 15,5-00-00+26,5CaO - Nit Magnésio 11-00-00+15,5MgO	1.2 - 1.5
	JAN	FRUTIFICAÇÃO	Nit Pot - SOP 00-00-50 KCl Fru Grade 00-00-61,5	1.5 - 1.8
	FEV	FRUTIFICAÇÃO	Nit Potássio - SOP - KCl Fru Grade - Uréia	1.8 - 2.0
	MAR	MATURAÇÃO	SOP – KCl Fru Grade	1.8 - 2.0
	ABR	COLHEITA		
	MAI	STRESS		
	JUN	VEGETATIVO	Uréia – MAP Purificado – NPK 15-30-15	1.0 - 1.2
	JUL	VEGETATIVO	Uréia – MAP Purif. - Nit Potássio – Nit Magnésio – NPK 15-30-15	1.0 - 1.2
	AGO	VEGETATIVO	Uréia – MAP Purif - Nit Pot – Nit Cal – NPK 19-19-19	1.0 - 1.2



MELÃO / MELANCIA	PROGRAMA		Dimenstein 
SEMANA	ETAPA	FÓRMULAS	CE mS/cm
1 - 2	INICIAL	Uréia 45-00-00 ou NA 34-00-00 / MAP 12-61-00	1.0 - 1.4
3 - 4	VEGETATIVO	Uréia ou NA / MAP / Nit. Pot 13-02-44 / NPK 15-30-15	1.4 - 1.8
5	VEGETATIVO / FLORAÇÃO	Uréia ou NA / MKP 00-52-34 / Nit. Cálcio 15,5-00-00+25,5CaO / Nit. Mag 11-0-0+16MgO	1.8 - 2.5
6	FLORAÇÃO	MKP / Nit. Cálcio / Nit. Mag / NPK 19-19-19	< 1.5
7	FRUCTIFICAÇÃO	Nit. Pot / Nit. Cálcio / NPK 16-08-32	1.5 - 2.0
8	FRUCTIFICAÇÃO	Nit. Pot / Nit. Cálcio / NPK 16-08-32 / KCl Fru Grade 00-00-61,5	2.0 - 2.5
9	FRUCTIFICAÇÃO	Nit. Pot / SOP 00-00-50 / KCl Fru Grade	2.5 - 3.0
10 - 11	MATURAÇÃO / COLHEITA	Nit. Pot / SOP / KCl Fru Grade	> 3.0



Demanda de nutrientes em kg por hectare para
Mamão e Banana



Produtividade estimada tons/ha	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
Mamão	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
20	250	105	380	220	85
30	350	135	535	310	120
40	440	160	685	395	160
Banana	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha	Kg/ha
30	220	125	1030	250	95
40	270	150	1280	300	115
50	320	170	1530	360	135
60	375	195	1780	410	155



Níveis Recomendados na
Solução Nutritiva do Solo

Mamão

CE mS/cm	pH	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	PO ₄ ⁻ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)
1,5 - 3,0	6 - 7	< 300	150 - 300	25 - 50	200 - 500	50 - 80

Níveis Recomendados na
Solução Nutritiva do Solo

Banana

CE mS/cm	pH	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	PO ₄ ⁻ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)
1,5 - 2,5	6 - 7	< 300	100 - 400	25 - 50	300 - 800	50 - 120

Níveis Recomendados na
Solução Nutritiva do Solo

Citros

CE mS/cm	pH	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	PO ₄ ⁻ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)
1,0 - 3,0	6 - 7	< 300	100 - 400	25 - 50	200 - 600	40 - 80

Níveis Recomendados na Solução Nutritiva do Solo

Uvas

CE mS/cm	pH	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	PO ₄ ⁻ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)
1,0 - 3,0	6 - 7	< 300	100 - 400	25 - 50	200 - 600	80 - 200

Dimenstein

Níveis Recomendados na Solução Nutritiva do Solo

Manga

CE mS/cm	pH	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	PO ₄ ⁻ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)
1,0 - 2,5	6 - 7	< 200	100 - 300	25 - 50	100 - 500	50 - 150

Dimenstein

Níveis Recomendados na Solução Nutritiva do Solo

CAFÉ

CE mS/cm	pH	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	PO ₄ ⁻ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)
1 - 2,5	6 - 7	< 200	100 - 400	25 - 50	200 - 400	50 - 80

Dimenstein

Parâmetros gerais para flores na solução nutritiva do solo aproximação

CE mS/cm	pH	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	PO ₄ ⁻ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)
1,5 - 2,5	6 - 7	< 50	100 - 300	25 - 50	150 - 400	40 - 80

Observação: Em substrato a CE drenada deve ser 0,5 mS/cm a mais do a CE aplicada.

Dimenstein





Programa Complementar de Nutrição Foliar

Aplicações de nutrientes via foliar de acordo com a fase fenológica sempre aproveitando a aplicação de defensivos:

Nitrato de Magnésio – (Magnific) 11-00-00+9,3Mg (vegetativa e frutificação)

MKP – PeaK (Mono Potássio Fosfato) 00-52-34 (floração e início frutificação)

MagPhos (Fosfato de Magnésio e Potássio) 00-55-19+4,3Mg (floração e frutificação)

multi-nPK (Nit.Pot.) 13-02-44 (frutificação)

Bonus-nPK (Nit.Pot.) 13-02-44 + aditivos (frutificação)

multi-ProteK (Fosfito + Fosfato de Potássio) 00-56-37 (vegetativa e frutificação)

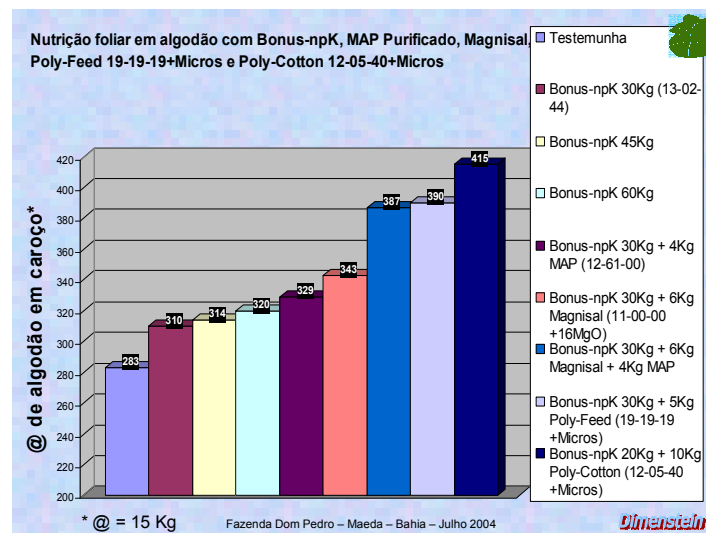
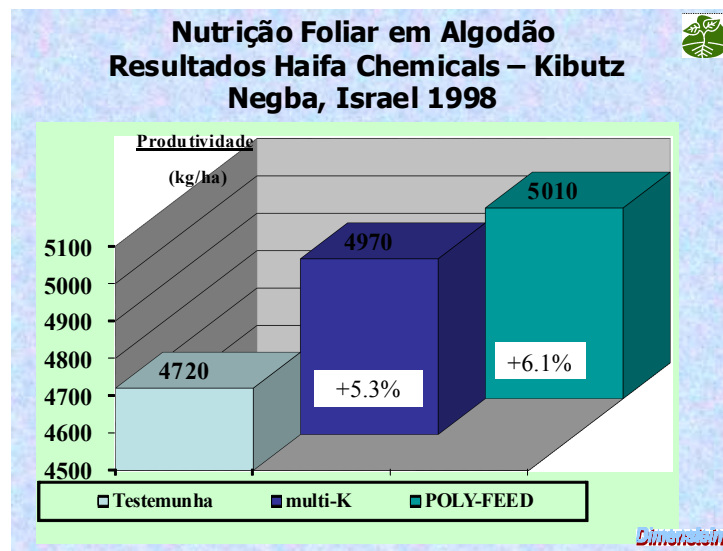
NovaNPK ou Nutrivant 19-19-19+Micros (vegetativa e floração)

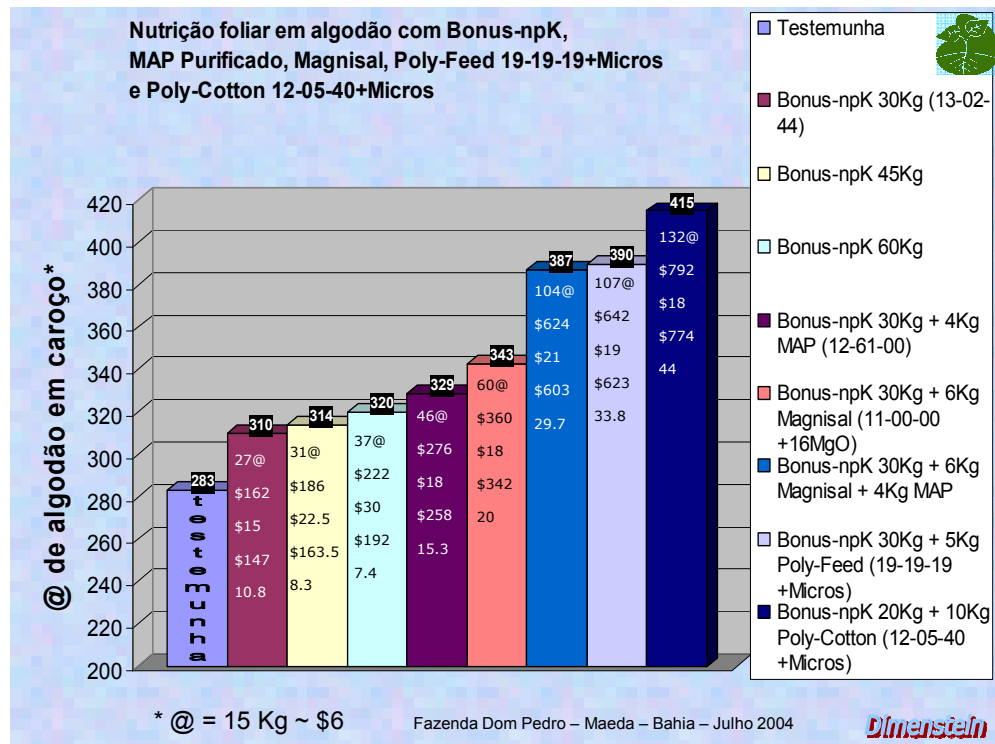
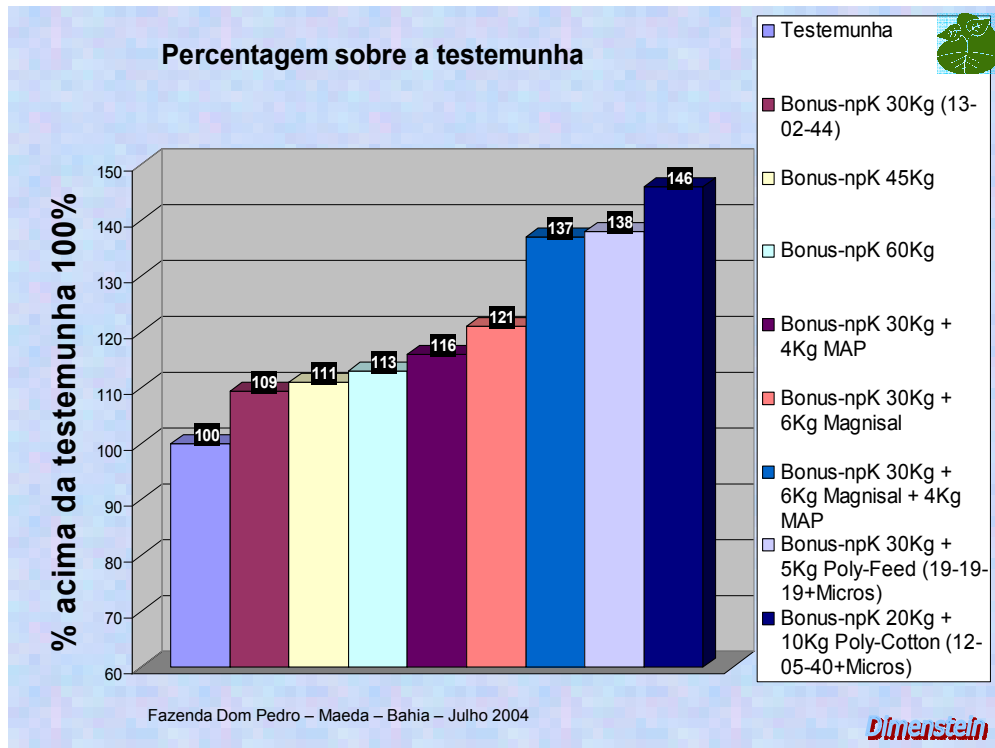
NovaNPK ou Nutrivant 15-30-15+Micros (vegetativa)

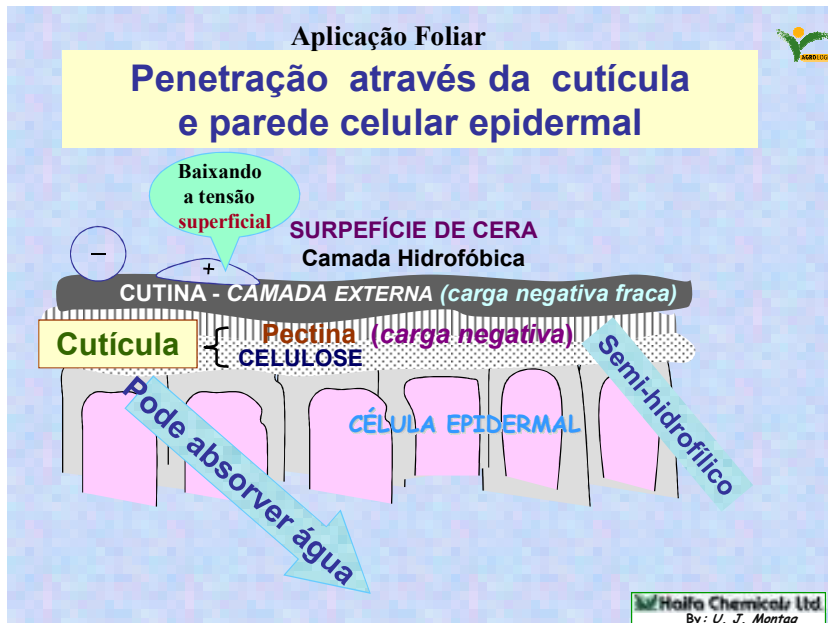
NovaNPK ou Nutrivant 16-08-32+Micros (frutificação)

Todos esses fertilizantes possuem o pH levemente ácido que é ideal para aplicações foliares.

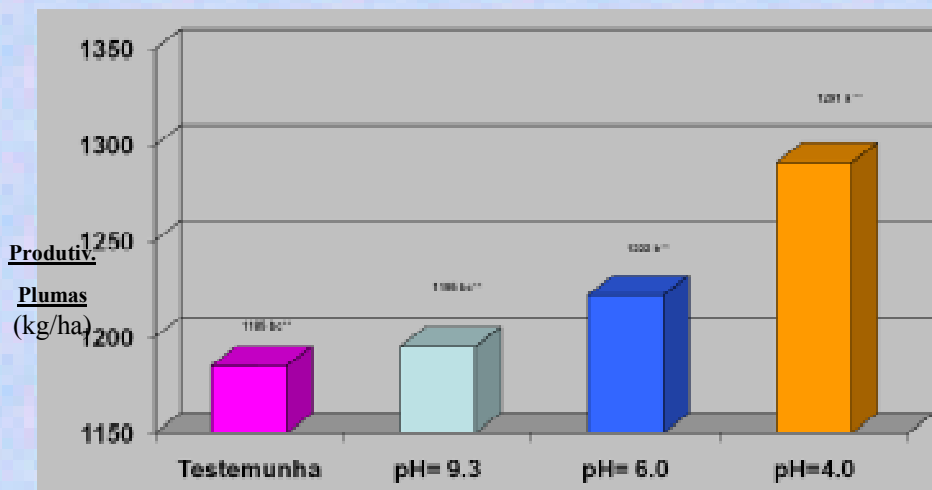
Dimenstein







Nutrição Foliar em Algodão com Nitrato de Potássio

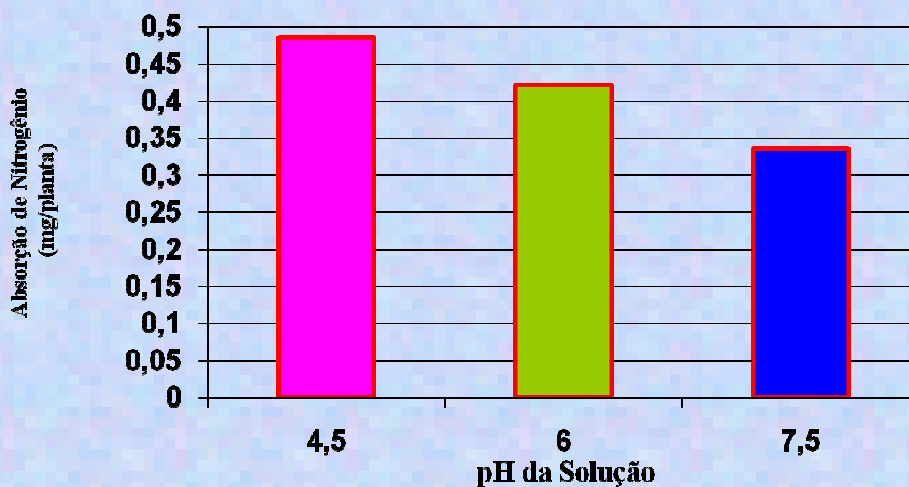


* Howard, Gwathmey & Sams, Tennessee, 1998.

** P < 0.05

Holfa Chemicals Ltd

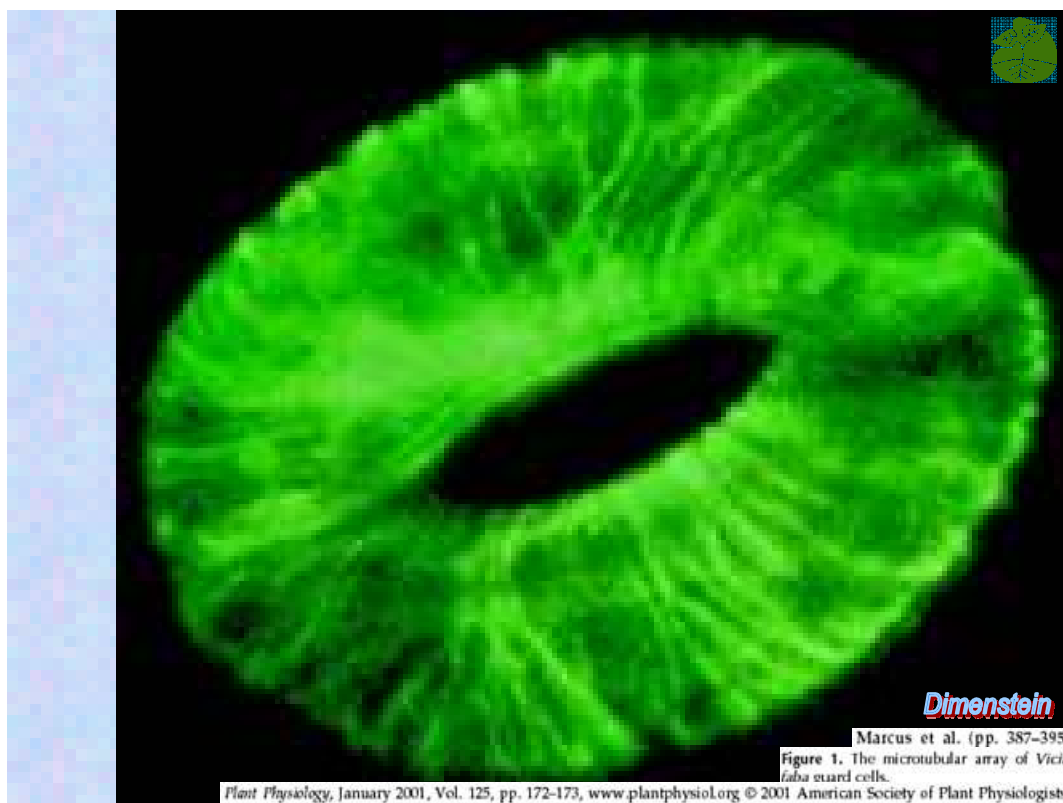
Efeito do pH da Solução na Absorção de N¹⁵-Nitrato pela Folha de Tomate*



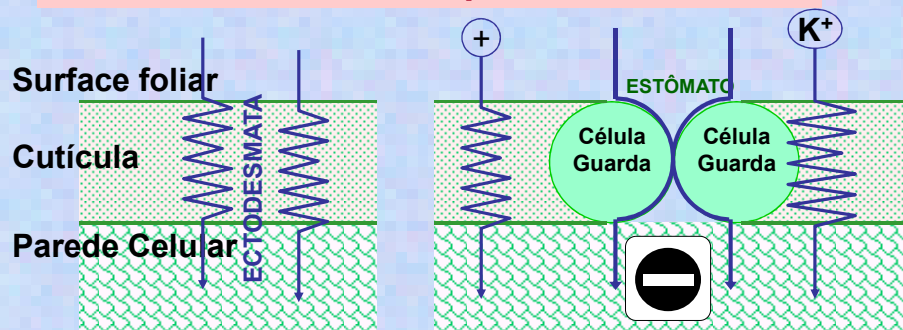
* Dados obtidos 2 dias após a aplicação de solução NaN¹⁵O₃ na superfície superior da folha

Tan, Ikeda & Oda, 1999.

Holfa Chemicals Ltd
By: O. Achilea Ph.D



Penetração de solutos através da camada cuticular das células epidermais da folha

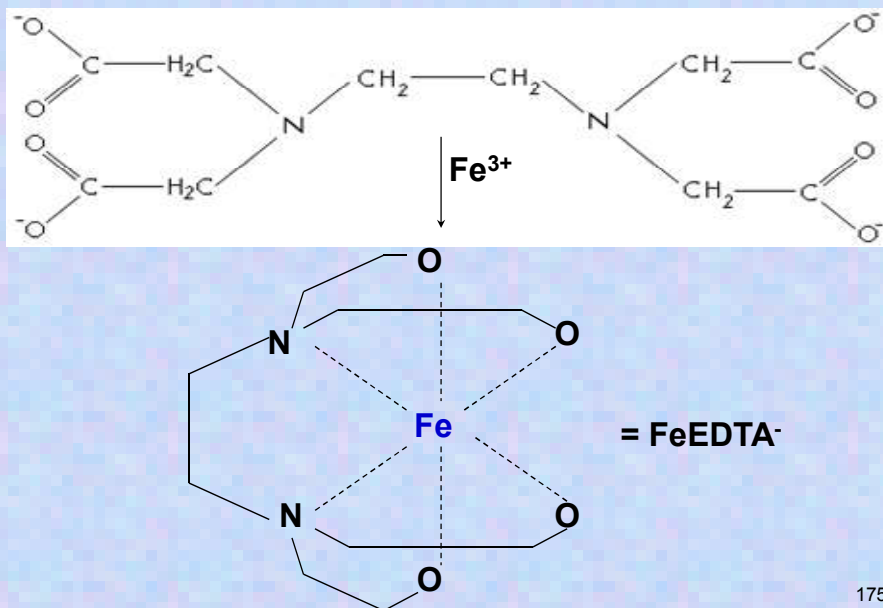


★ **Absorção iônica é mais alta a noite (estômatos fechados) do que durante o dia**

★ **Maior parte dos solutos não penetram através dos estômatos abertos**

Hoifa Chemicals Ltd.
By: U. J. Mantag

EDTA Quelato

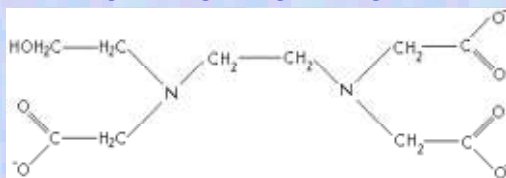


175

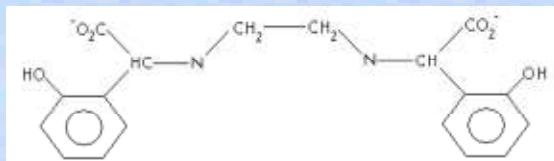
Heita Chemicals Ltd

Agentes Quelantes

HEDTA - HydroxyEthyl Ethylene Diamine Tri Acetic Acid



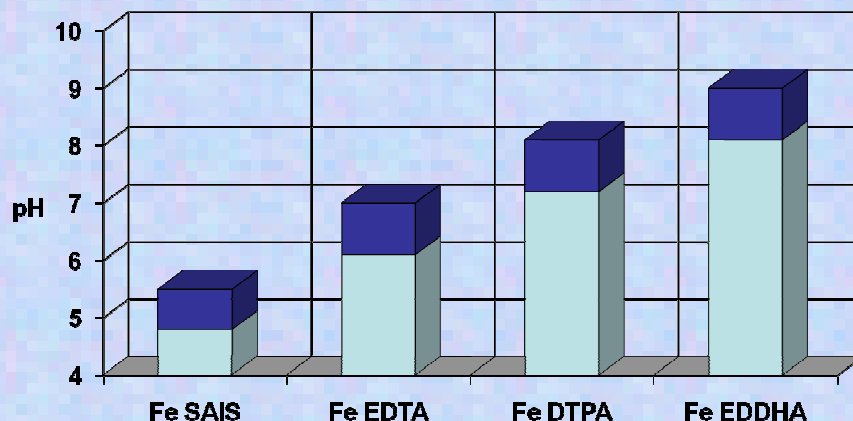
EDDHA - Ethylene Diamine DiHydroxy phenyl Acetic Acid



176

Heita Chemicals Ltd

Eficácia dos quelatos de Fe em pH altos



177

Hoff Chemicals Ltd

Custo aproximado em relação ao Sulfato como unidade

EDDHA	LS	EDTA	SULFATO
40	20	10	1

LS = Ligno sulfonato

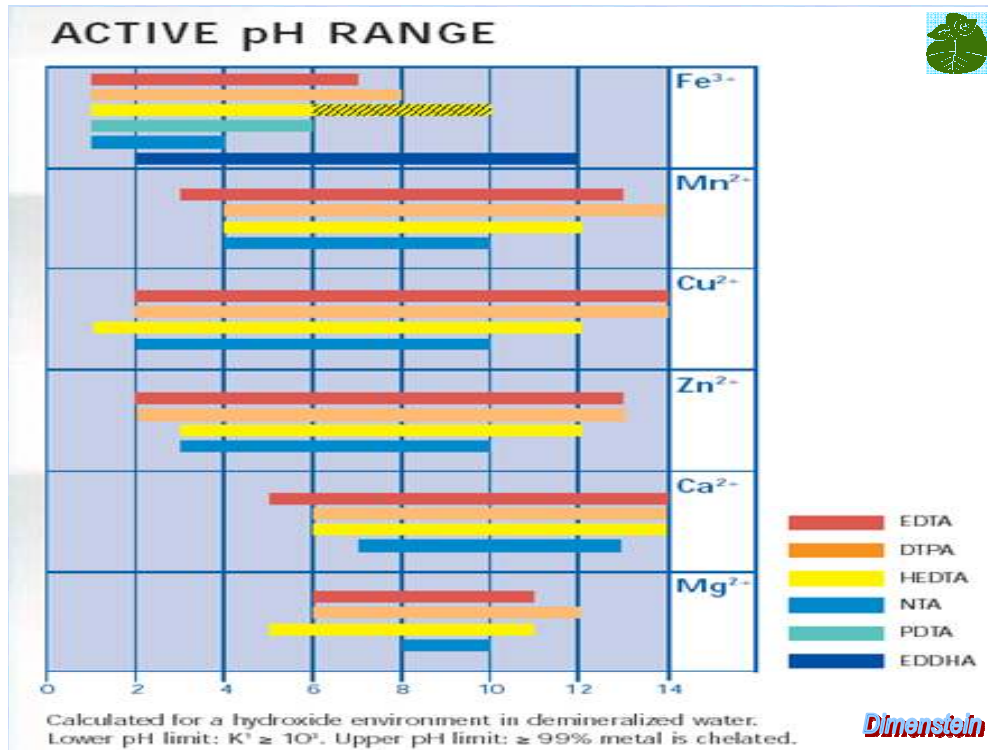
Dimension

Eficiência Nutricional em Aplicação Foliar

Micronutriente	forma	Total absorvido pela planta (%)	
			Folha tratada
Fe	Sulfato	1.3	
	+EDTA	72.5	
	+EDDHA	76.3	
	+ DTPA	77.6	
Zn	Sulfato	90.3	
	+EDTA	88.7	
	+EDDHA	85.2	
	+ DTPA	51.3	
Mn	Sulfato	96.9	
	+EDTA	91.8	
	+EDDHA	69.5	
	+ DTPA	86.5	

Ferrandon & Chamel Plant Physio.Biochem 1989 27 (5) Folha da pera - *pyrus communis*

Dimension



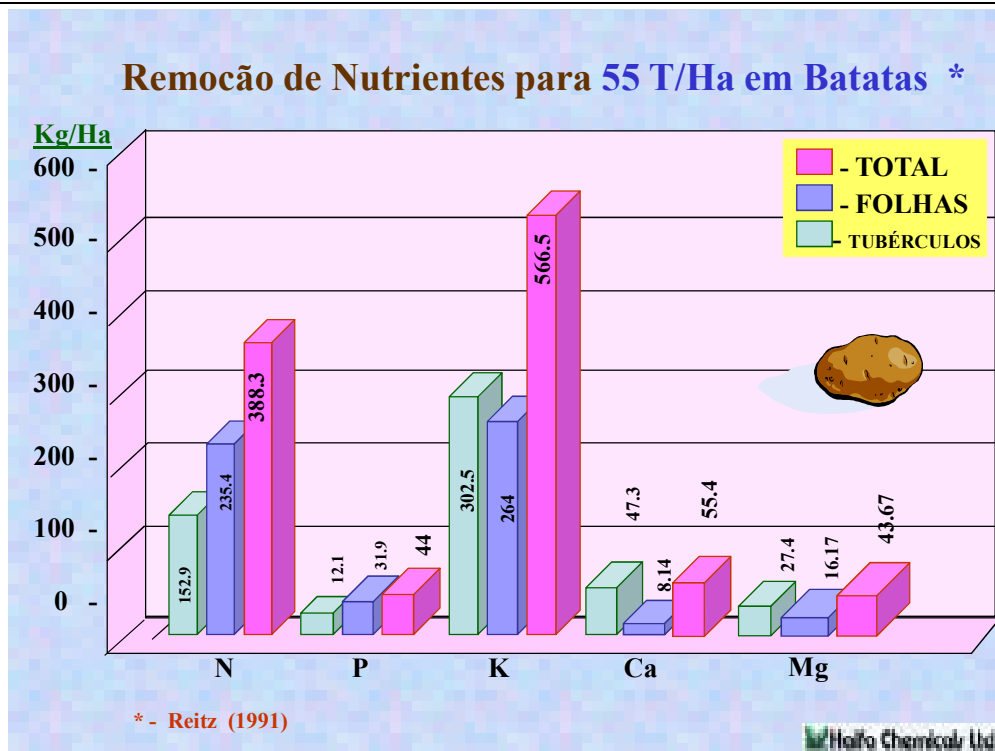
Dimenstain




Dimenstain



Dimenstain

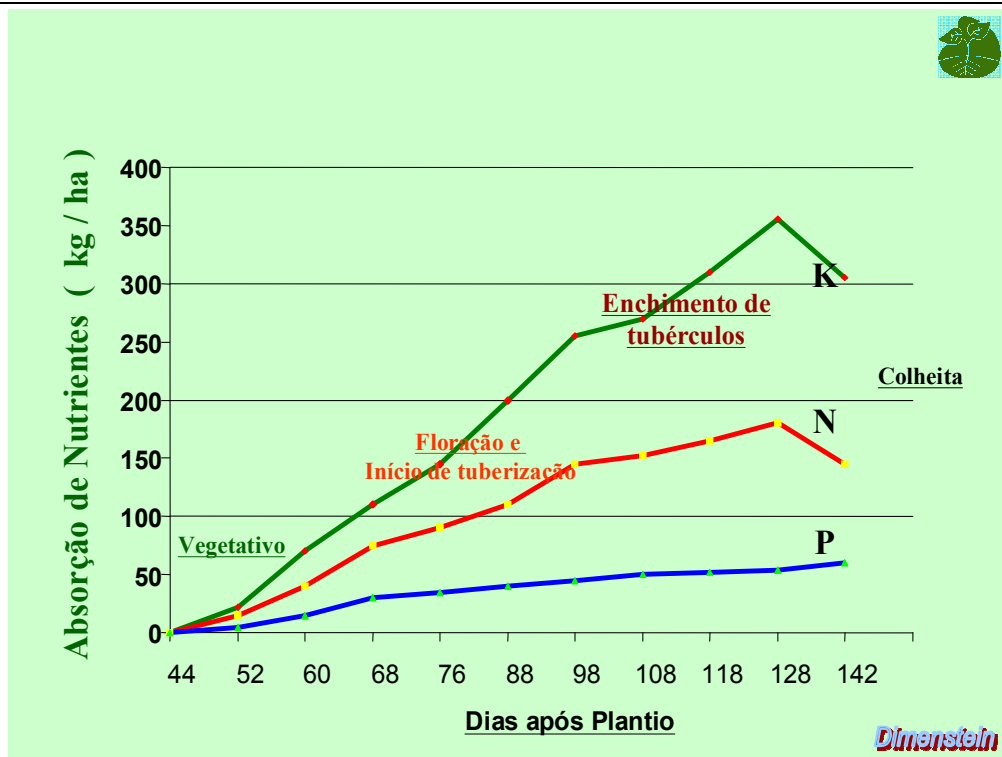



Batata



Produtividade	N	P2O5	K2O	CaO	MgO
50 tons	260	200	430	30	35

Dimenstein

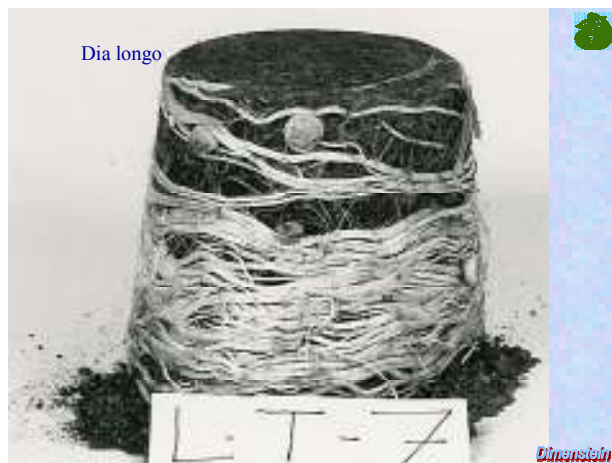


BATATAS		PROGRAMA Macronutrientes	
SEMANA	ETAPA	FÓRMULA	CE mS/cm
1 - 2	INICIAL	MAP Purificado 12-61-00 / Uréia ou Nit.Am	0.8 - 1.0
3 - 4	VEGETATIVO	MAP Purificado / Uréia ou Nit.Am.	1.0 - 1.2
5 - 6	VEGETATIVO	MAP Purificado / Nit. Potássio 13-02-44 / Nit. Cálcio 15-0-0+26CaO / Nit.Mg 11-0-0+16MgO	1.0 - 1.2
7 - 8	ESTOLONIZAÇÃO	Nit. Potássio / Nit Cálcio / Nit Mg / MKP 0-52-34	1.2 - 1.4
9	TUBERIZAÇÃO	Nit. Potássio / Nit Cálcio / Nit Mg / MKP	1.4 - 1.6
10	TUBERIZAÇÃO	Nit. Potássio/ Nit Cálcio/ KCl Fru Grade 0-0-61,5	1.6 - 1.8
11	TUBERIZAÇÃO	Nit Pot / KCl Fru Grade	1.6 - 1.8
12	TUBERIZAÇÃO	Nit Pot / KCl Fru Grade	1.8 - 2.0
13	TUBERIZAÇÃO	Nit Pot / SOP 0-0-50	2.0 - 2.2
14	MATURAÇÃO	SOP / KCl Fru Grade	< 1.5
15	MATURAÇÃO	SOP / KCl Fru Grade	< 1.2
16	COLHEITA		< 1.0

Níveis Recomendados na Solução Nutritiva do Solo

BATATA

CE mS/cm	pH	Cl ⁻ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	PO ₄ ⁻ (ppm)	K ⁺ (ppm)	Ca ⁺⁺ (ppm)
0,8 - 2,2	5,5 - 6,5	< 300	100 - 400	25 - 50	100 - 600	40 - 60



DADOS PRELIMINARES PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS EM AÇAIZEIRO SOB IRRIGAÇÃO EM TERRA FIRME NO ESTADO DO PARÁ

1. INTRODUÇÃO

O açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma espécie frutífera e produtora de palmito, nativa da Amazônia e tem com centro de origem o Estado do Pará que é o maior produtor e o principal consumidor, onde estão estabelecidas densas e diversificadas populações naturais.

Atualmente, a demanda e o potencial de mercado do açai cresceu de maneira significativa e deixou de possuir uma dimensão regional para ganhar importância nacional e mais recentemente internacional, graças a qualidade nutricional da bebida resultante da maceração dos seus frutos denominada vinho ou suco de açai. O crescimento do mercado do açaizeiro está associado aos benefícios à saúde que a ciência vem atribuindo à ingestão desse alimento que apresenta baixo nível de calorias, altas concentrações de vitaminas, fibras, sais minerais e elevado teor de antocianinas (Rogez, 2000).

Trata-se de uma espécie perene, que é propagada principalmente por sementes (Jardim, 1991; Oliveira et al., 2002), preferencialmente alógama com 12,9% de autofecundação em condições naturais (Souza, 2002), tendo como principal característica a formação de agrupamentos de estipes denominado touceira (Calzavara, 1988) e para Clement (1992) trata-se de uma espécie semi-domesticada ou em fase de domesticação.

O açaizeiro encontra condições ideais de cultivo nas faixas climáticas com regular distribuição de chuvas e em áreas que, mesmo com período de estiagem definido, disponham de umidade satisfatória no solo, como nas várzeas. Quando cultivado em área de terra firme, com tipo climático Am (apresenta índice de pluviométrico anual que defini uma estação relativamente de estiagem, mas com precipitação acima de 2.500 mm anual) e Aw (índice pluviométrico anual entre 1.000 a 2.500 mm com nítida estação de estiagem), para evitar a redução ou paralisação do crescimento, floração e frutificação é importante planejar, nos períodos menos chuvosos, a utilização de irrigação (Calzavara, 1972). Para Taiz & Zeiger (2004), a resposta ao estresse hídrico limita o tamanho e o número de folhas, levando a redução do consumo de carbono e energia por esse órgão da planta, ocorrendo grande alocação de fotoassimilados para o sistema radicular. Observa-se, também, redução da expansão foliar, altura e diâmetro das plantas, resultando em perda da biomassa vegetal.

O Estado do Pará apresenta precipitação pluviométrica elevada. Entretanto, apresenta também considerável variação temporal e espacial da precipitação. Déficit hídrico causa redução na produtividade e a sazonalidade (entressafra) da produção.

A entressafra do açaizeiro que se dá no primeiro semestre se constitui no grande desafio da pesquisa, haja vista que estimativas apontam que somente 20-30% de todo o açaí ofertado em Belém se dá nesse período, acarretando aumentos altamente significativos no preço do suco prejudicando principalmente a classe de menor renda que tem no suco do açaí um importante complemento alimentar e inviabilizando o funcionamento das agroindústrias nesse período por conta do alto preço do fruto. Variações quanto a época de produção de frutos é marcante entre as populações de açaizeiro em sua área de ocorrência natural, fato que abre possibilidade de selecionar materiais com essa característica.

Sabe-se que o período compreendido da abertura da inflorescência à colheitas dos frutos se dá em aproximadamente seis meses. Portanto, para que ocorra a produção de frutos no primeiro semestre, há necessidade de umidade no solo nos meses de agosto a novembro, período de menor precipitação no estado.

De acordo com o exposto o estudo visa estudar a variabilidade genética, estimar parâmetros genéticos e fenotípicos e realizar a predição de valores genéticos dos indivíduos de açaizeiro irrigado no estado do Pará, visando à seleção e melhoramento genético da produção de frutos.

2. PROGRAMA DE MELHAMENTO GENÉTICO DO AÇAIZEIRO EM TERRA FIRME

O programa de melhoramento genético do açaizeiro para as condições de terra firme irrigado na Embrapa Amazônia Oriental é recente e o método de seleção empregado tem sido os testes de progênies de polinização livre, que são úteis para os objetivos de seleção, melhoria genética e o estudo dos parâmetros genéticos. Estudos realizados por Farias Neto et al. (2005, 2007 e 2008) empregando características vegetativas/produtivas em açaizeiro sugerem a existência de variabilidade entre e dentro de procedência/progênies.

Atualmente três populações de açaizeiro estão em avaliação sob irrigação: população de Afuá, Chaves e Anajás, todas apresentando como características diferencial a produção de frutos em sua área de ocorrência no primeiro semestre do ano, considerada como entressafra na região próxima à cidade de Belém.

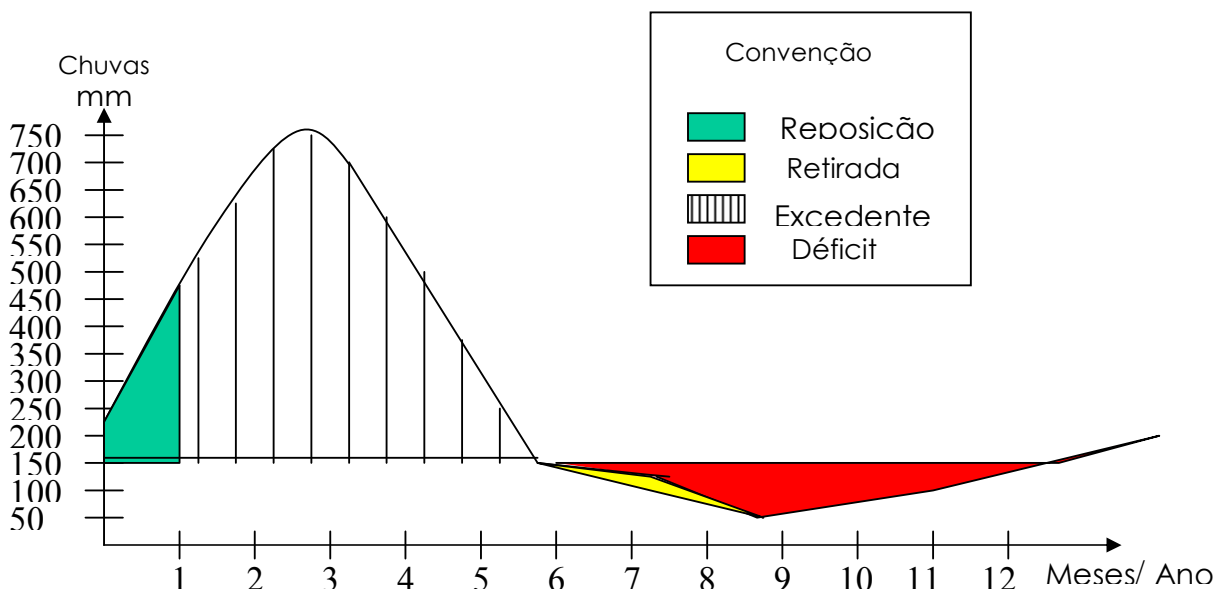
3. CARACTERIZAÇÃO, LOCALIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

O estudo foi realizado na base experimental da Embrapa Amazônia Oriental localizada no município de Tomé-Açu, no nordeste paraense, aproximadamente entre as latitudes de 01°57'38'' e 03°16'37'' S e as longitudes de 47°53'32''W e 48°49'15''W. Os parâmetros meteorológicos climáticos indicam clima quente e úmido, ajustando-se ao tipo climático Ami, da classificação de Köppen (Pacheco & Bastos, 2001). A precipitação pluviométrica é caracterizada por dois períodos distintos de chuvas, um de dezembro a maio, com índices superiores a 150 mm/mês, onde se concentram cerca de 80% do total anual de precipitação, e outro, de junho a novembro, com índice variando, de 49 mm a 105 mm (Tabela 1 e Figura 1). A topografia da área é plana e solo Latossolo amarelo de textura pesada. O sistema de irrigação usado é o de microaspersão com vazão de 47 litros/água/hora.

Tabela 1. Dados climáticos observados no município de Tomé-Açu (média 10 anos).

Mês	TX	TC°	TM°	UR (%)	CT (mm)	M24	N.D.	BS (h)
Jan.	32,1	25,8	22,0	87	293,7	79,8	15	165
Fev.	32,1	25,8	22,0	88	336,9	94,7	16	147
Mar.	31,9	25,8	22,3	89	458,3	96,3	19	131
Abr.	32,2	26,2	22,5	88	402,5	197,5	18	155
Mai.	32,5	26,5	22,3	87	268,8	95,6	13	204
Jun.	32,7	26,4	21,6	85	105,1	91,4	7	240
Jul.	32,7	26,0	21,0	84	68,4	68,7	5	259
Ago.	33,2	26,2	20,9	83	49,1	43,2	3	256
Set.	33,6	26,5	21,2	81	50,4	25,0	4	214
Out.	33,7	26,9	21,5	80	66,8	81,7	5	212
Nov.	33,4	26,9	21,9	81	91,1	74,0	4	186
Dez.	33,0	26,7	22,1	83	153,0	86,8	7	177
Ano	32,8	26,3	21,8	85	2.344	-	116	-

TX: temperatura máxima; TC°: temperatura mínima; TM: temperatura média; UR: umidade relativa do ar; CT: total de chuvas; N.D.: número de dias com chuva; BS: brilho solar.



4. CARACTERIZAÇÃO DAS FAMÍLIAS USADAS NO TESTE

Os experimentos foram estabelecidos em março de 2003 em 2 láticas 5 x 5 com duas repetições e 5 plantas por parcela no espaçamento de 5 m x 5 m totalizando 50 progênies além de uma bordadura externa ao experimento. Os tratamentos foram representados por progênies de polinização livre, originadas de plantas selecionadas nos municípios de Afuá e Chaves, região norte da Ilha de Marajó. As plantas de ocorrência nessa região apresenta como principal característica a produção de frutos em período considerado como entressafra na região próxima à cidade de Belém.

Na seleção fenotípica das árvores em condições naturais utilizou-se como critérios de seleção o número de cacho por planta, tamanho do cacho, presença de perfilhos e estado fitossanitário das plantas.

A avaliação das progênies teve início em agosto de 2006 quando as plantas estavam com 3,5 anos até setembro de 2007 (4,5 anos) ao nível de indivíduos para os caracteres altura do primeiro cacho (APC), peso total do cacho (PTC), peso total de fruto (PTF), número de cacho (NC), peso médio do cacho (PMC), comprimento médio da ráquis (CMR), número médio de ráquulas (NMR), número de perfilhos (NP) e peso médio de cem frutos (PM100). Os dados se encontram desbalanceados em virtude da perda

(morte) de algumas plantas nas parcelas. Atualmente a colheita dos frutos é realizada quinzenalmente.

5. ESTIMATIVAS DO CONSUMO DE ÁGUA POR TOUCEIRA EM AÇAIZEIRO – TOMÉ-AÇU (PA)

Idade	Número de estipes/touceira	Litros/touceira	Litros/há/dia
0 a 1 ano	1 a 2	40	16.000
2 e 3 anos	2 a 3	60	24.000
A partir de 3 anos	3 a 4	120	48.000

Fonte: Estimado pelo método de Blaney Criddle

6. CARACTERÍSTICAS MORFO-AGRONÔMICAS OBSERVADAS NOS EXPERIMENTOS

6.1. AÇAIZEIRO IRRIGADO – AOS 5 ANOS

- Produção de frutos ininterrupta - entretanto há necessidade de observações nos anos seguintes;
- Maior produtividade de frutos – cachos mais frutos/pesados;
- Não influenciou no início da produção de frutos;
- Maior altura da planta/menor internóide;
- Maior número de folhas emitidas (média de 1 folha/22 dias -16 folhas/ano)

6.2. AÇAIZEIRO NÃO IRRIGADO – AOS 5 ANOS

- Sazonalidade na produção de frutos;
- Menor produtividade de frutos;
- Menor altura e diâmetro das plantas, baixo nível de sombreamento e maior ocorrência de plantas daninhas;
- Alta queda de frutos;
- menor emissão de folhas.

As estimativas de correlações genótípicas entre os nove caracteres são apresentadas na Tabela 3. As correlações genótípicas de maiores magnitudes foram aquelas envolvendo o peso total do cacho e peso total de frutos (0,9916), peso total do cacho e número de cacho (0,8941), peso total do cacho e peso médio do cacho (0,5130), peso total do cacho e número médio de ráquias (0,5252), fatos que asseguram que a seleção em um deles promoverá mudanças, indicando que a seleção . O peso total de frutos apresentou altos valores, com número de cachos (0,8864) e valores de média magnitude com número médio de ráquias (0,4922) e com peso médio do cacho (0,4456). Assim, todos esses caracteres mencionados apresentam importância no melhoramento genético do açaí para produção de frutos para a seleção direta e indireta.

Tabela 2 - Estimativas de correlações genótípicas entre os caracteres altura do primeiro cacho (APC), peso total do cacho (PTC), peso total de frutos (PTF), peso médio do cacho (PMC), comprimento médio do ráquis (CMR), número médio de ráquias (NMR), peso médio de cem sementes (P100), número de perfilhos (NP) e número de cacho (NC) em açaizeiro. Belém, PA. 2007.

Variável	APC	PTC	PTF	PMC	CMR	NMR	P100	NP	NC
APC	1	-0,4120	-0,4118	-0,2984	-0,0311	-0,1814	-0,1108	0,1497	-0,3506
PTC		1	0,9916	0,5130	0,1688	0,5252	0,2803	-0,2373	0,8941
PTF			1	0,4456	0,0917	0,4922	0,2659	-0,2386	0,8864
PMC				1	0,4859	0,6238	0,4334	-0,1962	0,1916
CMR					1	0,2470	0,2299	0,2496	0,0506
NMR						1	0,1212	-0,2371	0,2682
P100							1	0,0372	0,1469
NP								1	-0,1628
NC									1

Os dados relativos a seleção de plantas para produtividade total de frutos (PTF) empregando duas modalidades de seleção são apresentados na Tabela 4. A seleção dos 20 indivíduos visando transformar o teste em pomar de sementes por muda, simulando um programa a curto prazo é representado por 9 famílias e propicia ganho estimado de 45,33% em relação à média, fato que eleva a média do caráter PTF de 8.966 kg para 13,031 kg (5.512 kg/ha) com tamanho efetivo populacional de 12,43, suficiente para prevenir a ocorrência de depressão endogâmica na geração de plantio. A produtividade estimada de 5.512 kg/há é superior a estimada para a cultivar BRS Pará na mesma idade.

Por outro lado, a seleção dos 50 melhores indivíduos correspondente a aproximadamente 10% do total dos indivíduos existente no experimento para o

estabelecimento de uma população de melhoramento, simulando programa a longo prazo é constituída por 23 progênies e proporcionou um ganho estimado de 28,09% em relação à média, elevando a média populacional de 8.966 kg para 11.486 kg (4.594 kg/ha) e um tamanho efetivo de 29,29, suficiente para manutenção da variabilidade genética e obtenção de ganhos em ciclos subsequentes de seleção. Vale ressaltar que os valores genéticos aditivos são também úteis no planejamento dos cruzamentos para avaliação no próximo ciclo seletivo, podendo os indivíduos com os maiores valores genéticos aditivos participarem de maior número de cruzamentos.

Tabela 3 - Valores genéticos aditivos individuais, ganho genético e tamanho efetivo populacional (Ne) com a seleção dos 20 melhores indivíduos e do indivíduo de número 50 para o caráter produção total de frutos, em açazeiro visando propagação sexuada. Belém, PA. 2007. Dados de produção de frutos no período de 3,5 aos 4,5 anos pós plantio.

Ordem	Valor Fenotípico (kg)	Valor Genético Aditivo (kg)	Produtividade de frutos/há	Ganho Genético Acumulado (%)	Ne
1	35.366	16.760	-	86,91	1,00
2	30.108	16.145	-	80,05	2,00
3	30.677	15.444	-	72,24	3,00
4	25.810	15.228	-	69,83	3,49
5	29.930	15.063	-	68,00	4,49
6	23.272	14.360	-	60,16	4,64
7	22.384	14.129	-	57,57	4,64
8	23.988	14.033	-	56,50	5,59
9	21.240	13.830	-	54,24	5,47
10	25.548	13.804	-	53,95	6,38
11	22.892	13.698	-	52,79	7,05
12	26.396	13.484	-	50,38	7,97
13	26.244	13.444	-	49,94	8,65
14	27.224	13.347	-	48,85	9,56
15	24.564	13.334	5.334	48,71	10,49
16	22.192	13.321	5.328	48,56	11,16
17	20.798	13.301	5.320	48,34	11,84
18	20.712	13.178	5.271	46,96	12,25
19	20.458	13.111	5.244	46,22	12,43
20	19.764	13.031	5.212	45,33	12,43
N	N	N	N	N	n
50	13.112	11.486	4.594	28,09	29,29
Média da população	8.966	-	-	-	-

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERTIRRIGAÇÃO E NUTRIÇÃO VEGETAL

1. Achilea, Oded, Central de Informações da Haifa Chemicals Ltd. Israel. Coletânea de dados atualizada a 2001.
2. Mottes, Adi, Manual de instruções de Mottes Tensiômetros Ltd. Israel. Análises da solução nutritiva do solo e o Método dos extratores de solução do solo à vácuo, atualizada para 2001.
3. Manual de interpretação de análises de solo e solução do solo, Hach, USA, 1992.
4. Montag, Uzi (Jerry), Guia para preparação de misturas de fertilizantes sólidos solúveis e de soluções de fertilizantes, Haifa Chemicals Ltd. Israel, 1998.
5. Elharrar, Gad, Fertirrigação de solo com Poly-Feed drip, Haifa Chemicals Ltd. 1999.
6. Achilea, Oded, multi-K para fertirrigação cultivos de campo aberto e para aumento de produtividades em hortaliças e cultivos intensivos, Haifa Chemicals, 2001.
7. Navarro, Gines Garcia y Navarro, Simon Blaya, Química Agrícola. Ediciones Mundi-Prensa, 2000.
8. Bagueño, Hector, La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchados Plásticos, Bursag, s.c. México. Vols 1, 2 y 3, 1999.
9. Kramer, Paul J. and Boyer, John S, Íon Transport and Nitrogen Metabolism, in Water Relations of Plants and Soil, Associate Press – AP, pp 283-315, 1995.
10. Steudle, Ernest, Water uptake by roots: effects of water deficit. Journal of Experimental Botany, Vol. 51, No.350, pp 1531 – 1542, 2000.
11. Oparca, J. Karl and Santa Cruz, Simon, THE GREAT ESCAPE: Phloem Transport and Unloading of Macromolecules. In Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 51:323-347, 2000.
12. Raghothama, K. G., Phosphate Aquisition. In Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50:665-693, 1999.
13. McCully, Margaret E., ROOTS IN SOIL: Unearthing the Complexities of Roots and Their Rhizospheres. In Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology, 50:695-718, 1999.
14. Schachtman, Daniel P; Reid, Robert J. and Ayling, S. M., Phosphorus Uptake by Plants: From Soil to Cell. Plant Physiology, 116:447-453, 1998.

-
-
15. Smith, Jeffrey L. and Doran, John W., Measurement and Use of pH and Electrical Conductivity for Soil Quality Analysis. In Methods for Assessing Soil Quality. Soil Science Society of America, Special Publication 49, 169-186, 1996.
 16. Lindsay, W. L. and Catlett, K. M., Chemistry of the Soil Solution. In Plant Physiology. Soil Science Society of America, pp 123-140, 1998.

DADOS PRELIMINARES PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS EM AÇAIZEIRO SOB IRRIGAÇÃO EM TERRA FIRME

CALZAVARA, B.B.G. **As possibilidades do açaizeiro no estuário Amazônico.** Belém, PA: FCAP, 1972. 103p. (FCAP, Boletim, 5).

CLEMENT, C.R. Domesticated palms. **Principes**, Lawrence, v. 36, n.2, p. 70-78. 1992.

FARIAS NETO, J.T. de; OLIVEIRA, M.S.P. de; MULLER, A.A.; NOGUEIRA, O.L.; ANAISSI, D.F.S.P. Variabilidade genética em progênies jovens de açaizeiro. **Cerne**, Lavras, v.11, n.4, p.336-341, 2005.

FARIAS NETO, J.T. de; RESENDE, M.D.V.D de; OLIVEIRA, M.S.P. de; SANTOS, N.S.A.; CANUTO, E.L.; NOGUEIRA, O.L.; MULLER, A.A. Avaliação genética de progênies de polinização aberta de açaí (*Euterpe oleracea*) e estimativas de parâmetros genéticos. **Cerne**, Lavras, v.13, n.4, p. 376-383. 2007.

FARIAS NETO, J.T. de; RESENDE, M.D.V.D de; OLIVEIRA, M.S.P. de; NOGUEIRA, O.L.; FALCÃO, P.N.B.; SANTOS, N.S.A. Estimativas de parâmetros genéticos e ganhos de seleção em progênies de polinização aberta de açaizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 2008 (no prelo).

JARDIM, M.A.G. **Aspectos da biologia reprodutiva de uma população natural de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) no Estuário Amazônico.** 1991. 90f Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, M.S.P de; CARVALHO, J.E.U de; NASCIMENTO, W.M.O do; MULLER, C.H. **Cultivo do açaizeiro visando à produção de frutos.** Belém,PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 18p (Embrapa Amazônia Oriental. Circular Técnica, 026).

PACHECO, N.A.; BASTOS, T.X. **Caracterização climática do Município de Tomé-Açu, PA.** Belém,PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2001. 18p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 87).

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação.** Belém, PA: EDUFPA, 2000, 312p.



SOUZA, P.C.A. de. **Aspectos ecológicos e genéticos de uma população natural de *Euterpe oleracea* Mart. no Estuário Amazônico.** 2002. 60f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.



CURRÍCULO DO INSTRUTOR

Nome:	LUIZ DIMENSTEIN		
Empresa / Instituição:	ICL BRASIL LTDA		
Cargo:	GERENTE FERTILIZANTES SOLÚVEIS		
Endereço:	RUA MADRE CABRINI	Nº:	332
Bairro:	VILA MARIANA	Complemento:	23-A
Cidade:	SÃO PAULO	UF:	SP
		CEP:	04020-900
Telefone:	11 5084.5775	Fax:	11 5084.5775
		Cel:	11 9489.6726
E-mail 1:	luiz.dimenstein@iclbrasil.com.br		
E-mail 2:	ldimenstein@uol.com.br		

PRINCIPAIS PONTOS DO CURRICULUM VITAE PARA SUA APRESENTAÇÃO NA SALA

- Engenheiro Agrônomo pela UFRPE em Recife;
- Mestrado pela Univ. Hebraica de Jerusalém, Rehovot e Instituto Vulcani Center de Israel;
- Agrônomo para as empresas de sementes Zeraim Gedera e Hazera em Israel;
- Diretor da Dimenstein Consultoria no Brasil para temas de fertirrigação;
- Gerente técnico da Haifa Química do Brasil; Gerente Fertilizantes Solúveis da ICL Brasil.



CURRÍCULO DO INSTRUTOR

Nome:	JOÃO TOMÉ DE FARIAS NETO		
Empresa / Instituição:	EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL		
Cargo:	PESQUISADOR A		
Endereço:	AVENIDA 25 DE SETEMBRO	Nº:	1073
Bairro:	MARCO	Complemento:	
Cidade:	BELÉM	UF:	PA
		CEP:	66093-000
Telefone:	91 3204.1009	Fax:	
		Cel:	91 9163.3999
E-mail 1:	tome@cpatu.embrapa.br		

PRINCIPAIS PONTOS DO CURRÍCULUM VITAE PARA SUA APRESENTAÇÃO NA SALA

- Engenheiro Agrônomo, formado pela Universidade Federal Rural da Amazônia em 1981;
- Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental desde 1987;
- Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas pela ESALQ em 1986;
- Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas pela ESALQ em 1996;
- Atualmente desenvolve pesquisas com melhoramento de palmáceas principalmente açaí e pupunha para palmito e fruto;
- Publicou diversos artigos em revistas e congressos sobre melhoramento de espécies frutíferas perenes/florestais nativas.