



***Irrigação em cultivo protegido
Manutenção e Manejo***

VII FÓRUM INTERNACIONAL DE PLASTICULTURA E TECNOLOGIA AGRÍCOLA

Eng°Agr°Carlos Barth
Suporte Técnico

NAANDANJAIN
A JAIN IRRIGATION COMPANY

Manejo do sistema de irrigação

Como fazer o manejo correto de um sistema de irrigação se:

- Foi mal projetado ou
- Mal instalado ou
- Manutenção inadequada ou
- Operado por pessoa sem treinamento

Manejo racional da irrigação

1 - Coleta de dados de campo para projeto

- 1.1 – Planta topográfica da(s) estufa(s)
- 1.2 - Água: qualidade e disponibilidade
- 1.3 - Energia elétrica: voltagem e potência disponível
- 1.4 - Tipo de cultivo: vasos, badeiras, solo, hidroponia
- 1.5 – Microaspersor invertido: altura livre entre emissor e cultivo
- 1.6 – Cultura e altura máxima
- 1.7- Disponibilidade de mão de obra: operação do sistema

Manejo racional da irrigação

2 - Elaboração do projeto

- 2.1- Escolha do emissor:
 - 2.1.1- Definição das linhas de emissores
 - 2.1.2- Cálculo da uniformidade de distribuição x altura aspersor
 - 2.1.3 – Tempo de avanço
- 2.2- Volume diária de água a aplicar
- 2.3- Sistema de injeção de fertilizantes
- 2.3- Sistema de irrigação: Manual ou automático

Manejo racional da irrigação

Água

- Qualidade: Presença de partículas minerais (areia)

Tratamento:

Tanque de decantação →

Cálculo do tanque de sedimentação

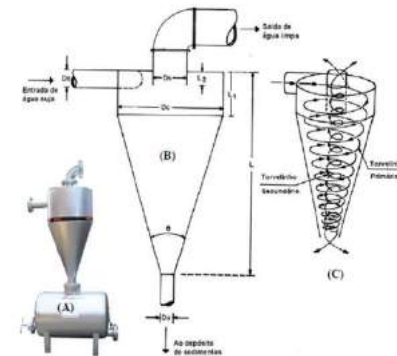
Vazão =	90 m ³ /h
Profundidade =	1,5 m (altura da água)
Largura =	6,0 m (largura média)
Comprimento 1 =	36,0 m (comprimento médio)
Comprimento 2 =	108,0 m (comprimento médio)

Comp. 1 = Tempo de permanência de 3:30 horas (somente decantação de partículas minerais)

Comp. 2 = Tempo de permanência de 10:00 horas (oxidação ferro²⁺ e decantação de partícula minerais)

ou

Hidrociclone →



Manejo racional da irrigação

Água - Qualidade:

Presença de material orgânico

- Aspersão: Filtro de tela com malha compatível com o bocal do aspersor
- Tipo de filtragem da água: V. tabela no próximo slide
- Em geral a filtragem deve reter partículas de 1/6 a 1/10 do diâmetro do bocal do emissor



Filtragem – Parâmetros para escolha de tipo

Tipo de contaminante	Concentração	Carga aproximada	Separador centrífugo	Filtro de tela	Filtro de areia
Orgânico ou mistura orgânico / inorgânico	Leve	$\leq 10\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Não	Sim
	Moderada	$10\text{-}25\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Não	Sim
	Média	$25\text{-}50\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Não	Sim
	Média/alta	$50\text{-}75\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Não	Sim
	Alta	$75\text{-}100\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Não	Sim
	Muito alta	$> 100\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Não	Sim <i>Nota 3</i>
Inorgânicos	Leve	$\leq 10\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Sim	Sim
	Moderada	$10\text{-}25\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Sim	Sim
	Média	$25\text{-}50\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Sim	Sim
	Média/alta	$50\text{-}75\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Sim <i>Nota 3</i>	Sim
	Alta	$75\text{-}100\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Não <i>Nota 3</i>	Sim
	Muito alta	$> 100\text{mg L}^{-1}$	Sim <i>Nota 2</i>	Não	Sim <i>Nota 3</i>

- Nota:
1. Recomenda-se tela na sucção da bomba somente como pré-tratamento antes do filtro primário;
 2. Separador centrífugo ou hidrociclone específico $\geq 2 \text{ g cm}^3$ e deve ser usado em conjunto com o filtro de tela ou areia;
 3. É recomendado um pré-tratamento com separador centrífugo.

Fonte: Phillips (1995), adaptado

NAANDANJAIN

A JAIN IRRIGATION COMPANY

Técnicas de fertirrigação

- O que é fertirrigação
- Vantagens/desvantagens
- Fertilizantes
- Injetores: bombas centrífugas, proporcionais, pistão e Venturi
- Tempo de avanço

Fertirrigação

- É a aplicação de fertilizantes através da água de irrigação
- Podem ser aplicados por meio da água de irrigação outros produtos tais como: inseticidas, fungicidas, herbicidas, reguladores de crescimento
- Esta prática de forma generalizada passou a ser conhecida também como QUIMIGAÇÃO. (Prof. Roberto Lyra Villas Boas - FCA- UNESP Botucatu)
- Irrigação com emissor Fogger é um excelente método para se fazer fumigação em estufas



Tempo de avanço em laterais

- Emissor 0,6l/h – 350m = 70 minutos
- Emissor 1,0l/h – 250m = 40 minutos
- Emissor 1,6l/h – 200m = 25 minutos



Especial atenção deve ser ao Tempo de Avanço na fase da definição do emissor e no projeto da malha hidráulica

Para redução no tempo de avanço reduzir o comprimento da linha de emissores

NAANDANJAIN

A JAIN IRRIGATION COMPANY

Tempo de Avanço

- Disponível em nosso site:
www.naandanjain.com.br Downloads

NAANDANJAIN
A JAIN IRRIGATION COMPANY

INFORMATIVO TÉCNICO Nº 04-11
22/04/2011

TEMPO DE AVANÇO

Define-se **Tempo de Avanço** como a demanda de tempo, que a interface água/solução de nutrientes ou outras soluções aplicadas em um sistema de irrigação, gasta entre o ponto de aplicação e o emissor mais distante deste ponto, independente da condição topográfica. Este tempo é medido a partir da estabilização da pressão do sistema ou da operação em questão. Uma vez determinado para cada operação, este tempo não mais será alterado, salvo alteração da malha hidráulica ou redistribuição das operações do sistema.

As principais aplicações deste **Tempo de Avanço** são:

- Tempo mínimo de funcionamento de uma operação do sistema de irrigação após a interrupção da aplicação de fertilizantes para que todo o fertilizante seja drenado da malha hidráulica do sistema,
- Tempo mínimo necessário para fazer a lavagem da malha hidráulica dos produtos aplicados via água de irrigação,
- Tempo mínimo em que a operação deve ficar ligada, após a estabilização da pressão, quando se aplica cloro ou outro produto que necessite permanecer em repouso, dentro da malha hidráulica.

Sua determinação pode ser feita a partir dos seguintes métodos:

Calculado – Necessita-se dos dados de comprimento total e diâmetro interno da linha de emissores onde se localiza o emissor mais distante do ponto de injeção do produto, vazão e espaçamento dos emissores, comprimento e diâmetro interno da linha ramal a qual abastece esta linha de emissores e espaçamento entre as linhas de emissores especificando se esta sai para um ou dois lados da lateral, comprimento, diâmetro interno e vazão dos trechos da linha principal que abastece esta linha ramal até o ponto de injeção. É importante observar que este tempo é calculado por operação do sistema e que a topografia não tem influência sobre ele. Caso haja interesse o **Depto. Técnico da NAANDANJAIN**, de posse destes dados, poderá fazer o cálculo.

Condutividade elétrica - Utilizando o injetor de fertilizantes do sistema, colocar um fertilizante de alto índice salino, p.e. Cloreto de Potássio branco, com concentração suficiente para que possa ser medida com um condutivímetro. Marcar o momento do início da injeção deste produto e coletar de forma contínua a água que sai do emissor mais distante do ponto da injeção, medindo constantemente a condutividade elétrica. Marcar momento em que houver elevação da condutividade. O tempo decorrido entre o início da injeção do sal e o momento da alteração da condutividade elétrica é o **Tempo de Avanço**. Seguir este mesmo procedimento para as demais operações do sistema de irrigação.

pH – De forma correlata com a condutividade elétrica, pode-se aferir o **Tempo de Avanço** injetando-se um ácido forte, p.e. Sulfúrico ou Fosfórico ao invés de um sal e medir a alteração de pH no emissor mais distante do ponto de injeção.

Cor – Também de forma correlata com a condutividade elétrica, injetar um corante forte e inerte para o solo e planta, observando o momento da alteração de cor da água no emissor mais distante do ponto de injeção.

O método **Calculado** é uma medição indireta e menos precisa e os demais são métodos diretos e mais precisos.

INFORMATIVO TÉCNICO 04-11. Responsável: Eng.º Agr.º Carlos Barão – F. +55 11 96428 4661 e-mail: barão@naandanjain.com.br

NAANDANJAIN

A JAIN IRRIGATION COMPANY

NaanDanJain Confidential & Proprietary Information

Fertirrigação - Vantagens

- Otimização do equipamento de irrigação
- Economia no custo de aplicação de fertilizantes – praticamente não utiliza máquinas e mão de obra
- Aplicação dos fertilizantes nas doses e momento exatos exigidos pelas culturas
- Maior eficiência no uso dos fertilizantes;
- Menor concentração (mais parcelado) e danos físicos às culturas
- Quando efetuado via sistema de irrigação as perdas são reduzidas ao mínimo

Incrustações de Cálcio em emissores

INFORMATIVO TÉCNICO Nº 08-13

05/04/2013

Incrustações de cálcio em emissores

Procedimento para limpeza

Os produtos *NaanDanJain* foram projetados e fabricados para operarem durante um longo período de tempo. No entanto, com o tempo, os depósitos de cálcio podem ocorrer, principalmente em águas duras. Este documento irá ajudar no procedimento para a sua remoção.

Medidas de segurança: Os recipientes a serem utilizados devem ser resistentes ao ácido a ser utilizado no processo de limpeza. EPI (Equipamento de proteção Individual) apropriado deve ser utilizado de modo a evitar qualquer contato direto com o ácido e solução.

Adquirir o ácido, conforme especificação abaixo, apenas de fornecedores que estão oficialmente certificados para fornecê-lo e usá-lo de acordo com os procedimentos indicados na embalagem, pelo fabricante. Descartar a embalagem conforme informação do fabricante.

A solução de limpeza é feita na concentração de 0,6% de ácido clorídrico (HCl) na concentração de 32%.

IMPORTANTE: Colocar o ácido na água, **NUNCA** o contrário.

Exemplo 1: Diluir 0,6 litros de ácido clorídrico com uma concentração de 32% em 100 litros de água. Caso a concentração do ácido seja diferente da especificada no exemplo, a quantidade deve ser corrigida.

Exemplo 2: Caso a concentração do ácido clorídrico a ser utilizado for 12% a correção deve ser feita da seguinte forma: Quantidade de ácido = $0,2$ dividido por $0,12 = 1,66$ ou seja: Diluir 1,6 litros de ácido clorídrico com uma concentração de 12% em 100 litros de água.

Os emissores devem ser imersos na solução preparada anteriormente (ver exemplos 1 ou 2 acima) durante 3 horas e em seguida lavar os emissores com água. O processo pode ser repetido mais 3 vezes, se necessário caso o primeiro ciclo de limpeza conseguir o efeito desejado.

IMPORTANTE: Você pode danificar os emissores caso utilize alta concentração de ácido. Certifique-se de seguir as instruções acima exatamente.

Para certificar que o tratamento é efetivo e que não danifica as peças a serem limpas, primeiro testar em pequeno número de emissores.

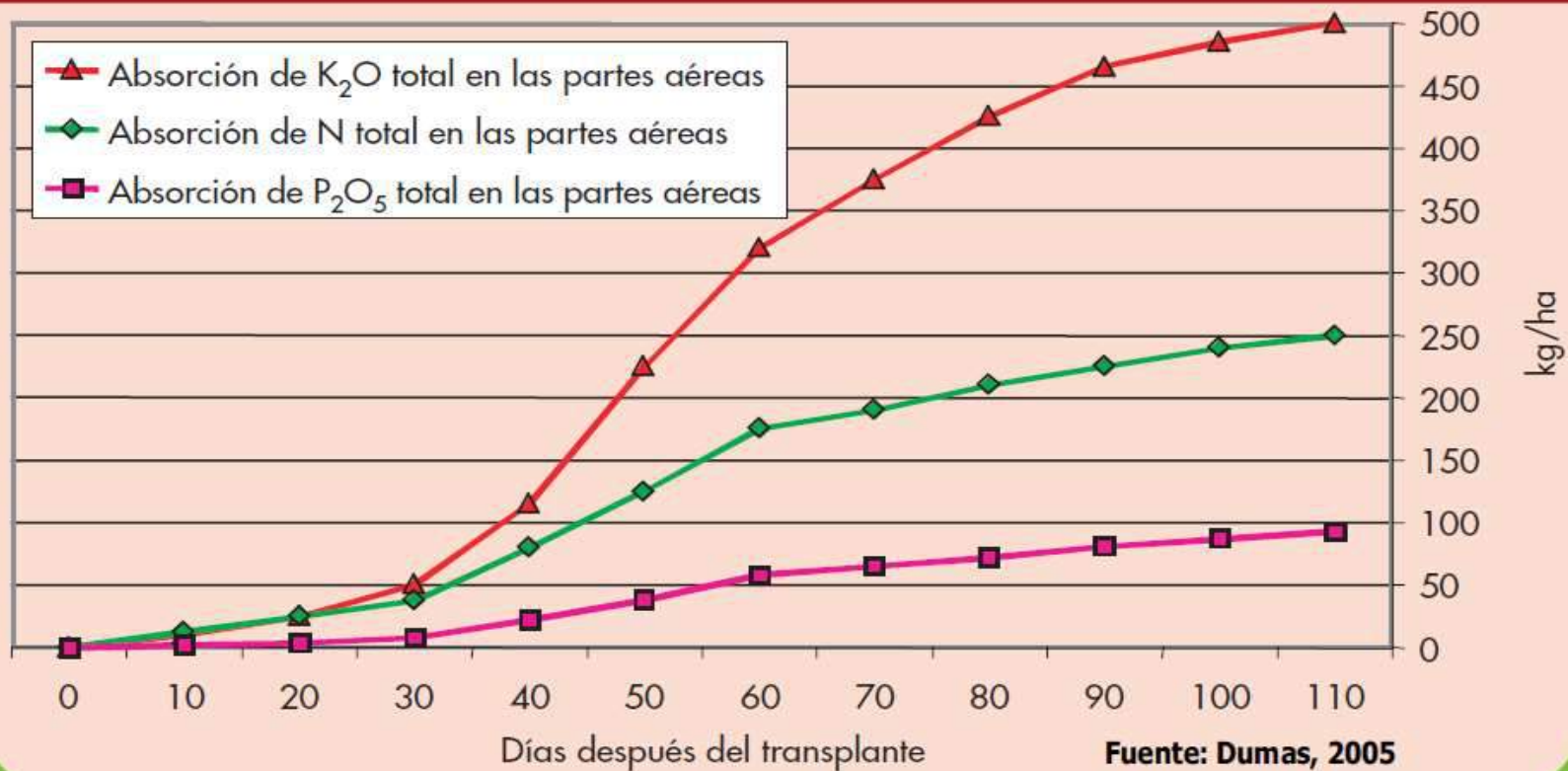
Fertilizantes – Eficiência na aplicação (%)

Nutriente	Forma de aplicação		
	No solo sem irrigação	No solo com gotejamento	Fertirrigação com gotejamento
N	30 a 50	65	95
P	20	30	45
K	50	50	80

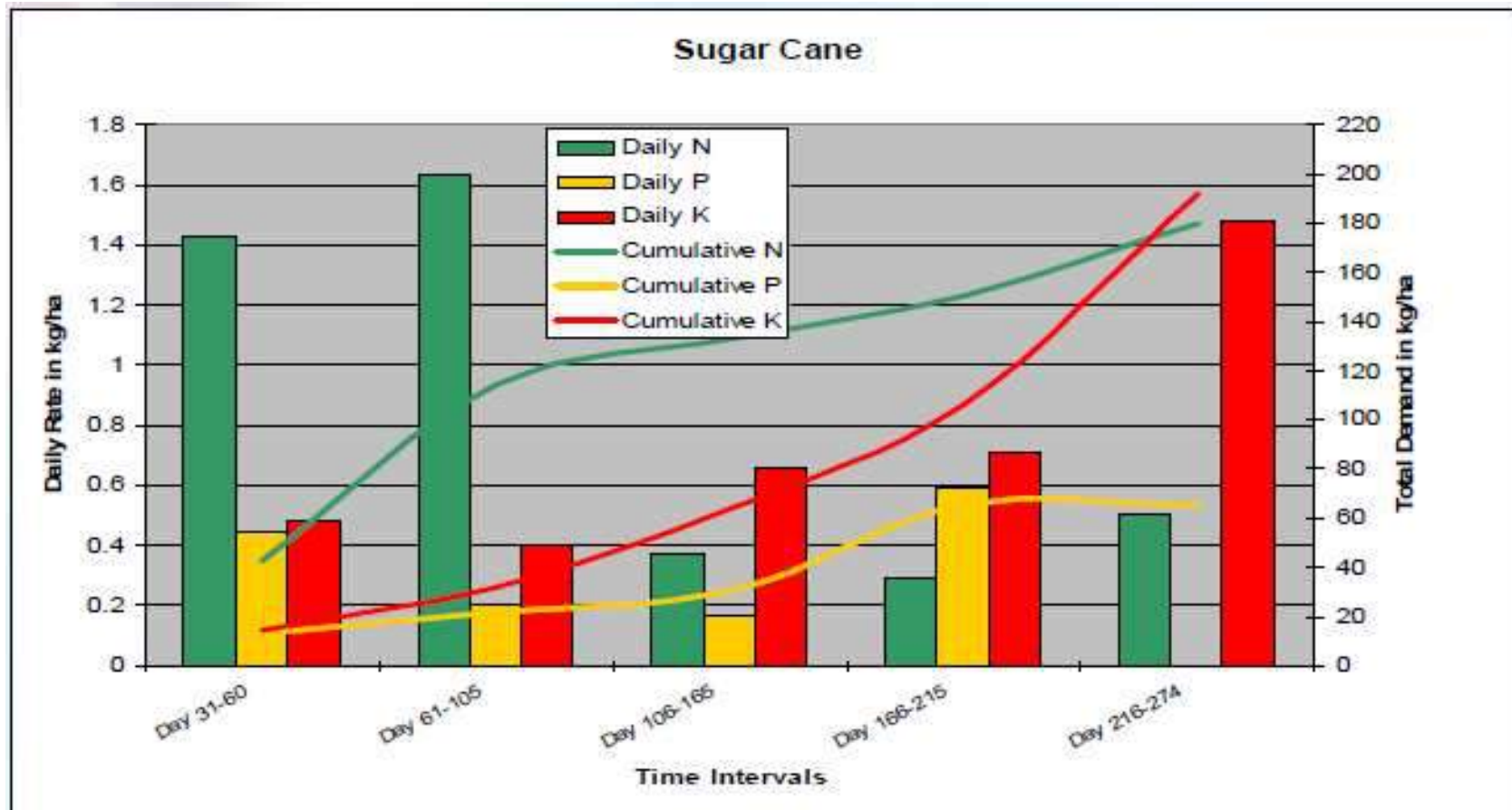
Fonte: WTC, TNAU

Fertilizantes em tomateiros

Curvas de Absorción de N, P y K en Tomate



Fertilizantes em cana – Requerimentos e épocas



Source: DUCLOS International

Fertilizantes – Salinidade x Produtividade

tolerância de culturas e potencial produtivo de culturas seleccionadas influenciada pela salinidade ÁGUA DE IRRIGAÇÃO (w CE) ou salinidade do solo

$$(CE_e) \frac{1}{\sqrt{w}}$$

O potencial de rendimento \hat{a}

CAMPO DE CULTURAS	100%		90%		75%		50%		0%	
	"Máximo" $\frac{3}{\sqrt{w}}$									
	CE _e	w CE	CE _e	w CE	CE _e	w CE	CE _e	w CE	CE _e	w CE
Hortaliças										
Squash, abobrinha (courgette) <i>(Cucurbita pepo melopepo)</i>	4.7	3.1	5.8	3.8	7.4	4.9	10	6.7	15	10
Beterraba, vermelha <i>(Beta vulgaris)</i> \hat{a}	4.0	2.7	5.1	3.4	6.8	4.5	9.6	6.4	15	10
Brócolis <i>(Brassica oleracea botrytis)</i>	2.8	1.9	3.9	2.6	5.5	3.7	8.2	5.5	14	9.1
Tomate <i>(Lycopersicon esculentum)</i>	2.5	1.7	3.5	2.3	5.0	3.4	7.6	5.0	13	8.4
O pepino <i>(Cucumis sativus)</i>	2.5	1.7	3.3	2.2	4.4	2.9	6.3	4.2	10	6.8
Repolho <i>(Brassica oleracea capitata)</i>	1.8	1.2	2.8	1.9	4.4	2.9	7.0	4.6	12	8.1
Batata <i>(Solanum tuberosum)</i>	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Milho doce (milho) <i>(Zea mays)</i>	1.7	1.1	2.5	1.7	3.8	2.5	5.9	3.9	10	6.7
Batata-doce <i>(Ipomoea batatas)</i>	1.5	1.0	2.4	1.6	3.8	2.5	6.0	4.0	11	7.1
Pimenta <i>(Capsicum annuum)</i>	1.5	1.0	2.2	1.5	3.3	2.2	5.1	3.4	8.6	5.8
Alface <i>(Lactuca sativa)</i>	1.3	0.9	2.1	1.4	3.2	2.1	5.1	3.4	9.0	6.0
Rabanete <i>(Raphanus sativus)</i>	1.2	0.8	2.0	1.3	3.1	2.1	5.0	3.4	8.9	5.9
Cebola <i>(Allium cepa)</i>	1.2	0.8	1.8	1.2	2.8	1.8	4.3	2.9	7.4	5.0
Cenoura <i>(Daucus carota)</i>	1.0	0.7	1.7	1.1	2.8	1.9	4.6	3.0	8.1	5.4
Feijão <i>(Phaseolus vulgaris)</i>	1.0	0.7	1.5	1.0	2.3	1.5	3.6	2.4	6.3	4.2
Nabo <i>(Brassica rapa)</i>	0.9	0.6	2.0	1.3	3.7	2.5	6.5	4.3	12	8.0

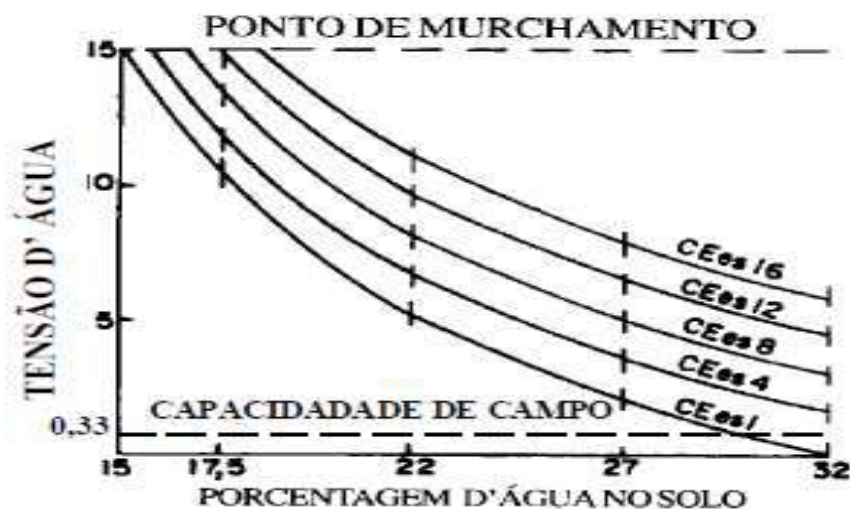
Medição em Campo - EC



NAANDANJAIN

A JAIN IRRIGATION COMPANY

Água no solo e salinidade

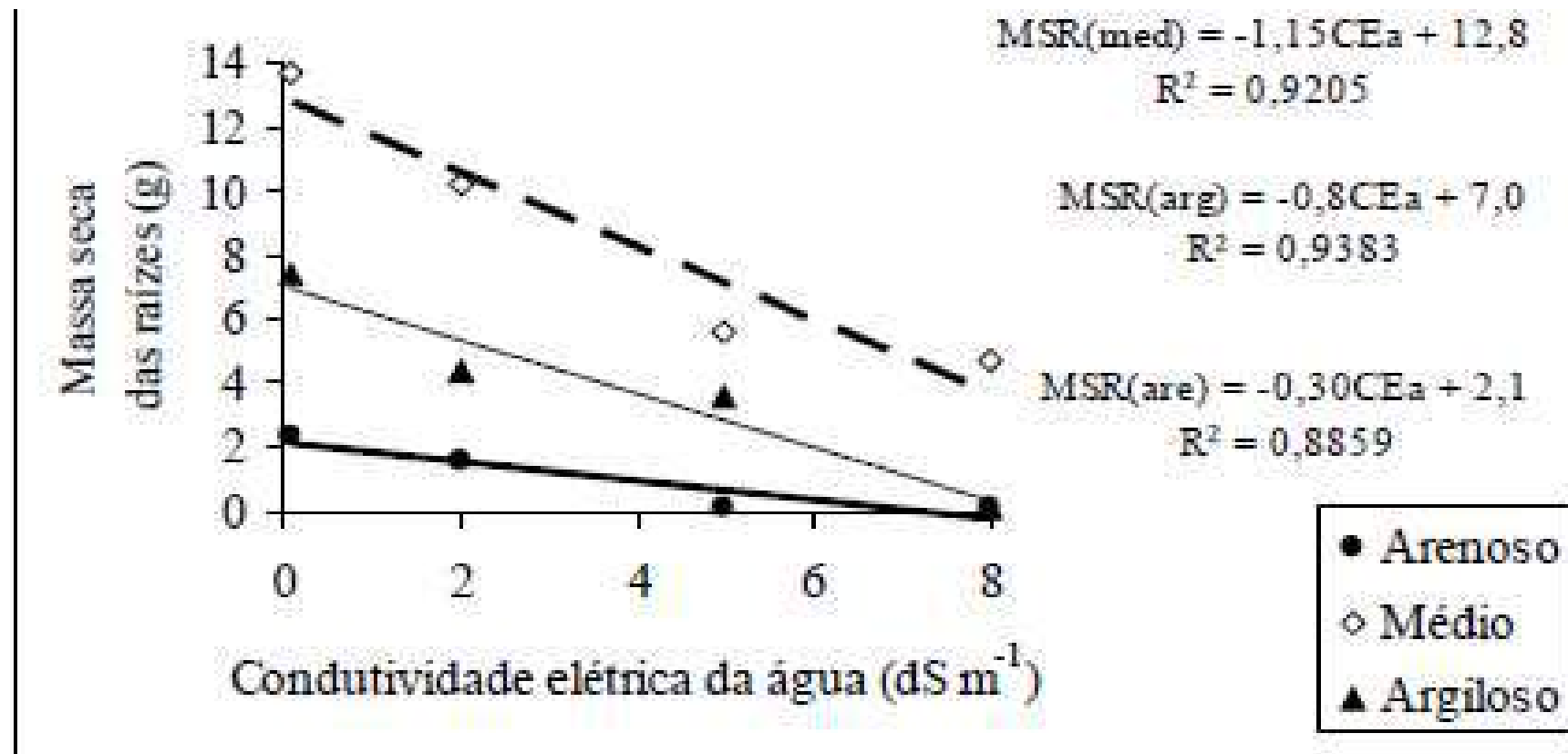


Supõe-se:

1. Não há aumento nem diminuição de sais na água do solo
2. Os efeitos de esgotamento e da salinidade na disponibilidade de água se somam (Potencial osmótico = - 0,36 CE)
3. A água disponível é a diferença entre a capacidade de campo e o ponto de murchamento
4. A água é extraída do solo por efeito de evapotranspiração da cultura (ETc)

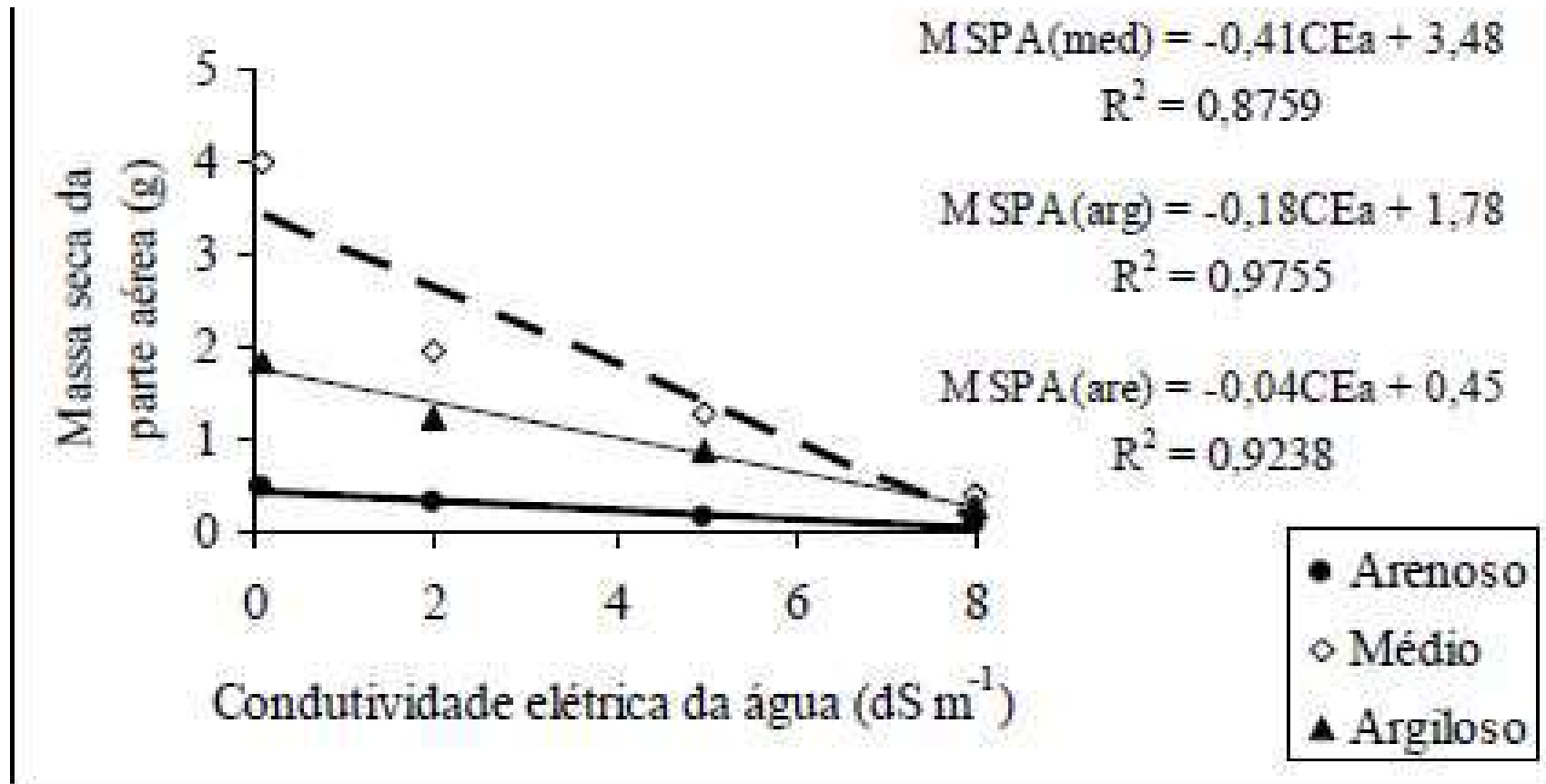
Figura 1. Curvas de retenção de água de um solo franco-argiloso para vários níveis de salinidade (Ayres & Westcot, 1999)

Raízes e salinidade



Massa seca das raízes da cana-de-açúcar em função da salinidade da água de irrigação. Fonte: Santana, M. J. de et al

Planta e salinidade



· Massa seca da parte aérea da cana-de-açúcar em função da salinidade da água de irrigação. Santana, M. J. de et al

NAANDANJAIN

A JAIN IRRIGATION COMPANY

Fertilizantes – Índice salino relativo

Índice salino de diversos fertilizantes, determinado em relação ao nitrato de sódio tomado como índice 100.

Fertilizantes	Índice salino
Nitrato de sódio	100
Nitrato de amônio	105
Sulfato de amônio	69
Fosfato monoamônico	30
Fosfato diamônico	34
Nitrocálcio	61
Uréia	75
Amônia anidra	47
Superfosfato simples	8
Superfosfato triplo	10
Cloreto de potássio	116
Sulfato de potássio	46
Sulfato de potássio e magnésio	43

Fertirrigação - Desvantagens

- Exige cálculos precisos para quantificar concentrações e doses dos fertilizantes
- Necessita de adubos totalmente solúveis e mais puros
- Se utilizado de forma incorreta pode causar obstruções no sistema de irrigação
- Pode levar à salinidade pelo uso incorreto de fertilizantes
- Necessita de mudança de mentalidade do produtor
- Conhecer a curva de necessidade de nutrientes das plantas

Fertirrigação - Roteiro

- Todos os fertilizantes a serem aplicados devem ser solúveis em água.
- Uma vez escolhido o fertilizante fazer o teste do jarro (Jar Test)
- Verificar o funcionamento de todos os componentes de injeção de fertilizantes do sistema de irrigação, com ênfase especial ao filtro de fertilizantes - Parte importante da proteção do sistema de irrigação.
- Fazer a pré-diluição (solução concentrada) do fertilizante em um reservatório destinado a este fim. Observar que certos sais absorvem temperatura, reduzindo a temperatura do líquido, tornando menor a solubilidade do sal.

Fertirrigação - Roteiro

- Depois de completada a pré-diluição transportar a somente a fase líquida (solução) para o reservatório de aplicação. Neste não poderão ter resíduos sólidos
- Iniciar a aplicação na dosagem calculada somente após transcorrido o tempo de pressurização do sistema
- Após a aplicação da quantidade desejada da solução de fertilizante(s), desligar o injetor, deixando o sistema de irrigação funcionar durante o **tempo de avanço** mais dez minutos, para a correta distribuição do(s) fertilizante(s) nos pontos mais distante e proporcionar a lavagem do sistema.
- Sistema com válvulas antidrenantes a injeção de fertilizantes é contínua

Injetor de fertilizantes

Tres fases

- Presurização do sistema (aguardar a estabilização do manômetro)
- Injeção dos produtos (por venturi, bomba centrífuga, bomba de diafragma ou de pistão, proporcional, etc.)
- Final - Esperar o “**Tempo de Avanço**” da operação, mais 10 minutos para limpar a rede hidráulica

Passar para a operação seguinte ou desativar o sistema de irrigação



NAANDANJAIN

A JAIN IRRIGATION COMPANY

Fertilizantes – Tempo de Avanço

- Para a aplicação de qualquer produto junto com a água de irrigação é importante conhecer o **TEMPO DE AVANÇO** de cada uma das operações do sistema de irrigação
- Tempo de Avanço se define como a demanda de tempo, que a interface água/solução de nutrientes em um sistema de irrigação, entre o ponto de aplicação e o emissor mais distante, independente da condição topográfica
- Este tempo se mede a partir da estabilização da pressão do sistema
- Uma vez que se determina o tempo de avanço para cada uma das operações, este não mais será modificado exceto se houver mudanças na malha hidráulica ou redistribuição das operações do sistema de irrigação

Tempo de Avanço – Aplicações

- Tempo mínimo para trabalhar a operação do sistema de irrigação, depois da aplicação de todo o fertilizante, para que não fique fertilizante na malha hidráulica.
- Tempo mínimo requerido para fazer a lavagem da malha hidráulica dos produtos aplicados na água de irrigação
- Tempo mínimo para que a operação permaneça ligada, quando se aplica cloro ou outro produto que tenha que permanecer em repouso, dentro da malha hidráulica.

Tempo de avanço - Determinação

- **Cáculado** - O cálculo deve ser baseado no comprimento total e diâmetro interno de toda a tubulação, desde o ponto de injeção até o emissor mais distante, e o diâmetro, a vazão e o espaçamento dos emissores.
- É importante observar que este tempo é calculado para cada uma das operações do sistema de irrigação e que a topografia não tem nenhuma influência sobre ele
- Caso esteja interessado em ter o Tempo de Avanço de seu sistema de irrigação, contatar a NaanDanJain para fazer o cálculo.

Tempo de avanço - Determinação

- **Condutividade elétrica** - Usando o sistema de injeção de fertilizantes colocar uma alta dose de fertilizante de alta salinidade, por exemplo, cloreto de potássio branco, o suficiente para que se possa medir a condutividade elétrica da solução
- Marcar a hora quando a injeção do produto se inicia, e continuamente coletar a água que sai do emissor mais distante do ponto de injeção, com medição contínua da condutividade elétrica. Quando o valor da condutividade elétrica aumente, anotar a hora.
- A diferença de tempo entre o início da aplicação e da hora da alteração da condutividade, é o **Tempo de Avanço**. Siga este mesmo procedimento para as outras operações do sistema de irrigação

Tempo de avanço - Determinação

- **pH** – De forma correlacionada com condutividade elétrica, pode-se medir o Tempo de Avanço, fazendo a injeção de um ácido forte, por exemplo ácido sulfúrico ou fosfórico em lugar de um sal e medir o tempo de alteração de pH na água que sai do emissor mais distante do ponto de injeção
- **Cor** – Também de forma correlacionada com a condutividade elétrica , injeta um produto de alto contraste na água de irrigação (corante forte), inerte ao solo e a planta, tomando nota da hora da alteração de cor da água no emissor mais distante do ponto de injeção



Manutenção

- Limpeza com cloro: eficiente para oxidação material orgânico, de ferro e de manganês (alta eficiência em pH 6 e baixa eficiência em pH 8)
- Limpeza com ácido: eficiente para material orgânico e depósitos de cálcio.
pH da água de irrigação = 2,0

Tratamento contínuo - Cl

Com tempo de aplicação de 1 hora mais o tempo de avanço

Concentração de cloro do produto comercial	12	%
Vazão do sistema de irrigação	14	m ³ /h
Vazão do injetor de fertilizantes	50	l/h
Tempo de avanço	15	min.
Volume de produto comercial para injetar no sistema	0,7	litros
Tempo de aplicação	1,25	horas
Volume de água para diluir o cloro *	61,78	l

*No tanque do injetor de fertilizantes

Importante: Preencher somente as células de cor azul

Tratamento contínuo com 5 ppm de Cl

Tratamento com ácido

Com tempo de tratamento de 15 minutos

Titulação: Quantidade de ácido para obter pH 2 em 10 litros de água	6	ml
Vazão do sistema de irrigação	20	m ³ /h
Vazão de aplicação do injetor de fertilizantes	60	l/h
Volume de ácido para injetar durante 15 minutos	3,00	litros
Volume de água para solubilizar o ácido *	12,00	litros

Manejo racional da irrigação

Bom manejo da irrigação é dependente de:

- **Projeto criterioso**
- **Instalação no campo de acordo com o projeto**
- **Manutenção adequada**
- **Ferramentas para medição de água no solo e salinidade**

