

Procedimento Técnico e Prático para Fertirrigação



Eng. Agr. Denilson Luís Pelloso
Coord. Irrigação
Agrofito LTDA

Eng. Agr. Bruno Alves
Dep. Agrônomo
Netafim - Brasil

03/09/08

Conceitos básicos para a fertirrigação

Temas

1. Fontes e solubilidade;
2. Compatibilidade entre as fontes de fertilizantes;
3. Preparo da solução de fertilizantes;
4. Cálculo dos tanque, injetores e taxa de injeção;
5. Tempo de avanço;
6. Manejo da fertirrigação localizada;
7. Ferramentas de monitoramento da fertirrigação,
8. Exemplos de cabeçais de fertirrigação;
9. Resumo dos procedimentos para realizar uma fertirrigação.

1. Fontes e solubilidade

Características a serem observadas nas fontes de fertilizantes a serem usadas na fertirrigação

- **Solubilidade;**
- **Concentração dos nutrientes;**
- **Pureza,**
- **Condutividade elétrica;**
- **pH das fontes (reação ácida ou básica);**
- **Compatibilidade com outras fontes.**

1. Fontes e solubilidade

PRINCIPAIS FONTES DE FERTILIZANTES PARA FERTIRRIGAÇÃO E SUAS PROPRIEDADES (MACRONUTRIENTES)

Matérias Primas Solúveis	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO	CaO	pH	Condutividade	Solubilid. (g/L H ₂ O diferentes T°C)		
	-----%-----						(1g/L de solução a 20°C)	dS/m	5°C	15°C	30°C
FERT. NITROGENADOS											
Nitrato de Amônio	33			0,1			5,22	1,6	1368	1732	2278
Sulfato de Amônio	21			22			5,27	1,91	695	723	766
Uréia	46						5,71	0,01	853	1093	1162
FERT. FOSFATADOS											
MAP (purificado)	12	61		0,3			4,68	0,83	253	332	451
Ac. Fosfórico 85%		61		1-2			2,5	1,8	---	---	---
FERT. POTÁSSICOS											
Nitrato de Potássio	13,6		45				5,47	1,31	149	379	471
Sulfato de Potássio			50	18			5,62	1,47	88	126	184
Cloreto de Potássio			60				5,68	1,79	310	352	415
FERT. CALCICOS E MAGNESIANOS											
Nitrato de Calcio	15,5					27	5,09	1,16	2200	2058	1845
Nitrato de Calcio e Magnésio (CALMAG)	13,5				6	17	5,37	1,08	932	1418	2146
Sulfato de Magnésio Heptahidratado				13	16		4,02	0,73	357	430	540
Sulfato de Magnésio Anidro				26	32		5,73	1,28	271	437	401
Nitrato de Magnésio	11,5				16	1	5,56	0,85	1042	1007	937

Fonte: Libro Azul, Fertirriego

1. Fontes e solubilidade

FONTES E CONCENTRAÇÕES DE MICRONUTRIENTES USADAS NA FERTIRRIGAÇÃO

Fertilizante	Boro	Ferro	Manganês	Zinco	Cobre	Molibdenio
	-----%					
Fe EDTA		13				
Zn EDTA				14		
Cu EDTA					13	
Molibidato de sodio						39
Sulfato de Cobre					25	
Sulfato de Zinco				35		
Sulfato de Manganês			32			
Sulfato ferroso		20				
Ácido Bórico	17					

Fonte: Libro Azul, Fertirriego

obs: Há disponível no mercado quelatos de micronutrientes que possui em sua formulação diferentes proporções desses elementos

1. Fontes e solubilidade

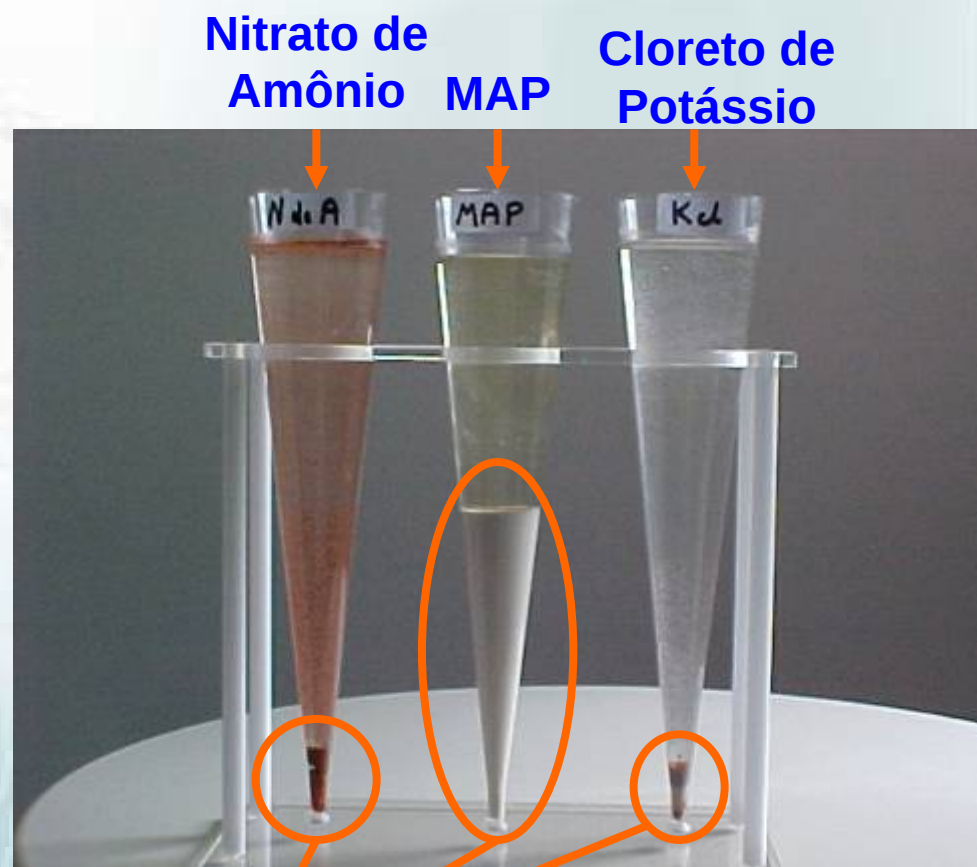
O poder acidificante dos fertilizantes é um importante parâmetro na escolha das fontes a serem usadas na fertirrigação, com objetivo de se evitar a acidificação do bulbo úmido.

Fertilizante	Equivalente CaCO_3 (kg CaCO_3 puro/100 kg do fertilizante)
Cloreto de amônio	-140
Sulfato de amônio	-110
Amônia anidra	-147
Uréia	-84
Nitrato de amônio	-62
Nitrocálcio	-28
Nitrato de cálcio	+20
Nitrato de sódio	+29
Nitrato de potássio	+26
Superfosfato simples	0
Superfosfato triplo	0
Fosfato monoamônico	-65
Fosfato diamônico	-75
Termofosfato	+50
Cloreto de potássio	0
Sulfato de potássio	0
Sulfato de cálcio	0

1. Fontes e solubilidade

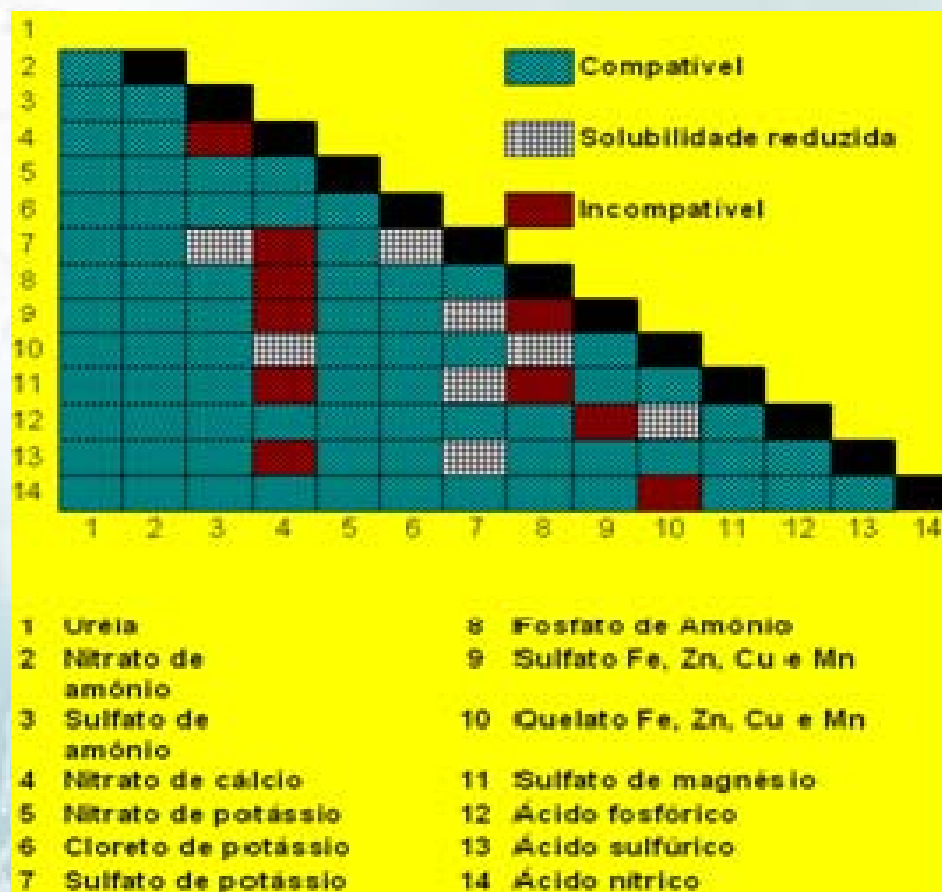
A solubilidade das fontes é um importante parâmetro na determinação dos volumes dos tanques e taxa de injeção dos injetores, bem como no manejo geral da fertirrigação.

Precipitado Insolúvel



2. Compatibilidade entre as fontes de fertilizantes

Deve-se evitar a mistura de fontes incompatíveis no mesmo tanque para que não tenha formação de compostos insolúveis na solução.



2. Compatibilidade entre as fontes de fertilizantes

Os precipitados insolúveis se injetados no sistema, causam obstrução parcial/total dos emissores. Portanto deve-se ter muito critério na preparo das soluções!

Formação de precipitado insolúvel devido a mistura de fontes incompatíveis.

Solução???

**DESCARTE DE TODA
SOLUÇÃO!!!**

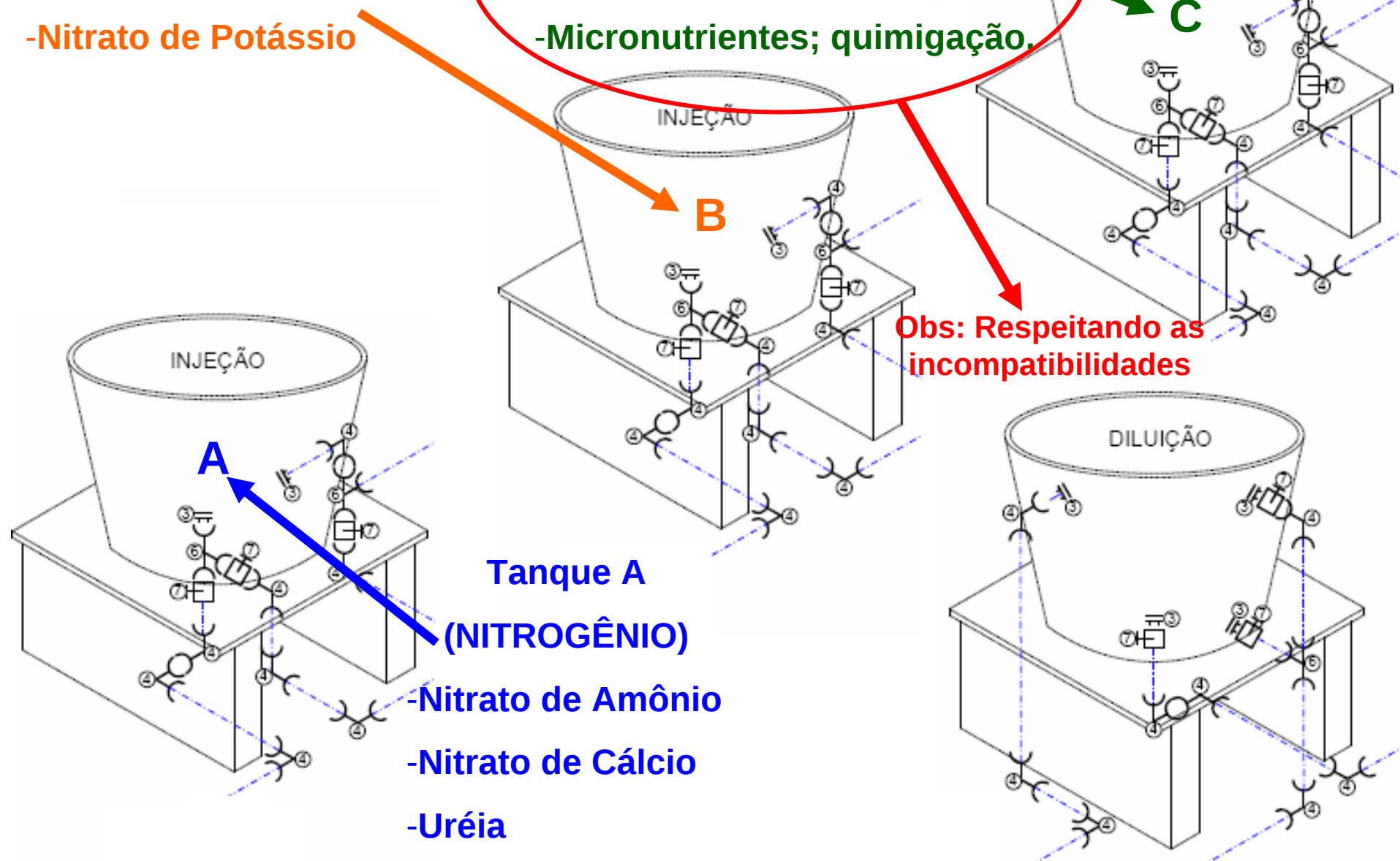


**Tanque B
(POTÁSSIO)**

- Cloreto de Potássio
- Nitrato de Potássio

**Tanque C
(OUTROS)**

- Fosfatos, Sulfatos;
- Micronutrientes; quimigação.



**Tanque A
(NITROGÊNIO)**

- Nitrato de Amônio
- Nitrato de Cálcio
- Uréia

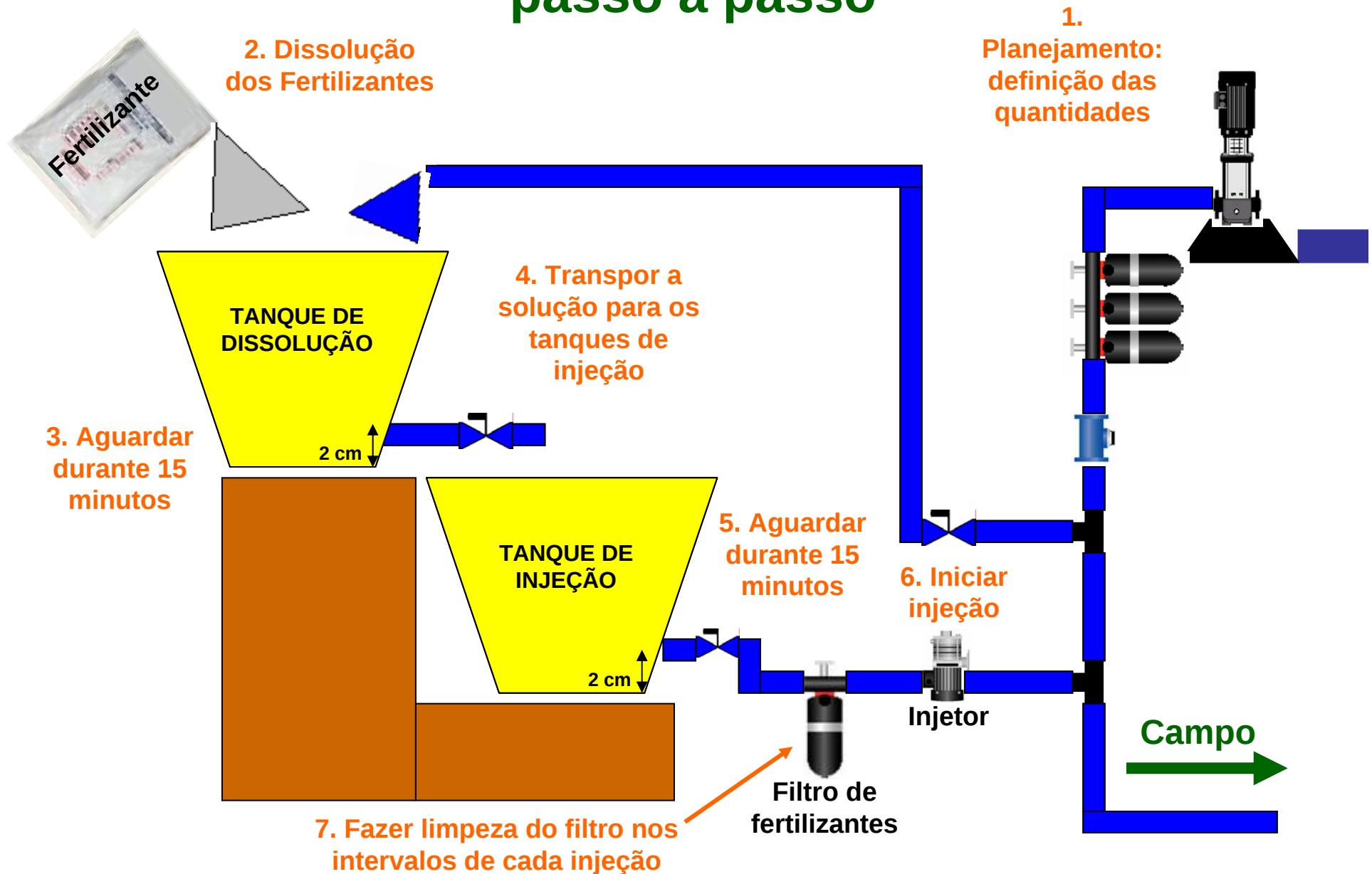
**Obs: Respeitando as
incompatibilidades**

3. Preparo das soluções de fertilizantes

1. Planejar e definir as quantidades e as fontes a serem usadas;
2. Dissolver os fertilizantes no tanque de dissolução (**Fontes Compatíveis!!!**);
3. Aguardar durante 15 minutos para decantar;
4. Transpor a solução para os tanques de injeção captando a 2 cm do fundo da caixa, de preferência passando por um filtro;
5. Nos tanques de injeção, aguardar mais 15 minutos;
6. Iniciar a injeção, captando também a 2 cm do fundo da caixa passando pelo filtro da fertirrigação;
7. Realizar no intervalo de cada injeção a limpeza do filtro da fertirrigação.

Preparo das soluções de fertilizantes

passo a passo



4. Cálculo dos tanques, injetores e taxa de injeção

Parâmetros para o dimensionamento:

- ✓ As quantidades de nutrientes anuais ou por ciclo;
- ✓ O mês ou período de maior demanda de nutrientes;
- ✓ Quantidades de parcelamento no mês ou período crítico. Fertirrigação quantitativa ou proporcional;
- ✓ Definir as fontes de fertilizantes a serem usadas;
- ✓ Solubilidade e compatibilidade das fontes;
- ✓ Condutividade elétrica da solução de fertilizantes;
- ✓ Tempo de avanço;
- ✓ Número de preparo de tanques a ser feito durante a operação (critério operacional).

Simulação de um dimensionamento. Situação comum no Estado de SP

- Área: 100 ha
- Espaçamento: 7 X 3,5 m
- Doses calculadas para o ciclo: 200 kg de N; 80 kg de P_2O_5 e 180 kg K_2O
- Fontes a serem usadas: Nitrato de Amônio (N); MAP (P_2O_5) e Cloreto de Potássio (K_2O)
- Número mínimo de parcelamentos/mês: 4
- No período crítico será usado: 15% do N; 15% do K_2O
- 100% do P_2O_5 será aplicado de uma vez a lanço

Simulação de um dimensionamento. Situação comum no Estado de SP (Características do projeto)

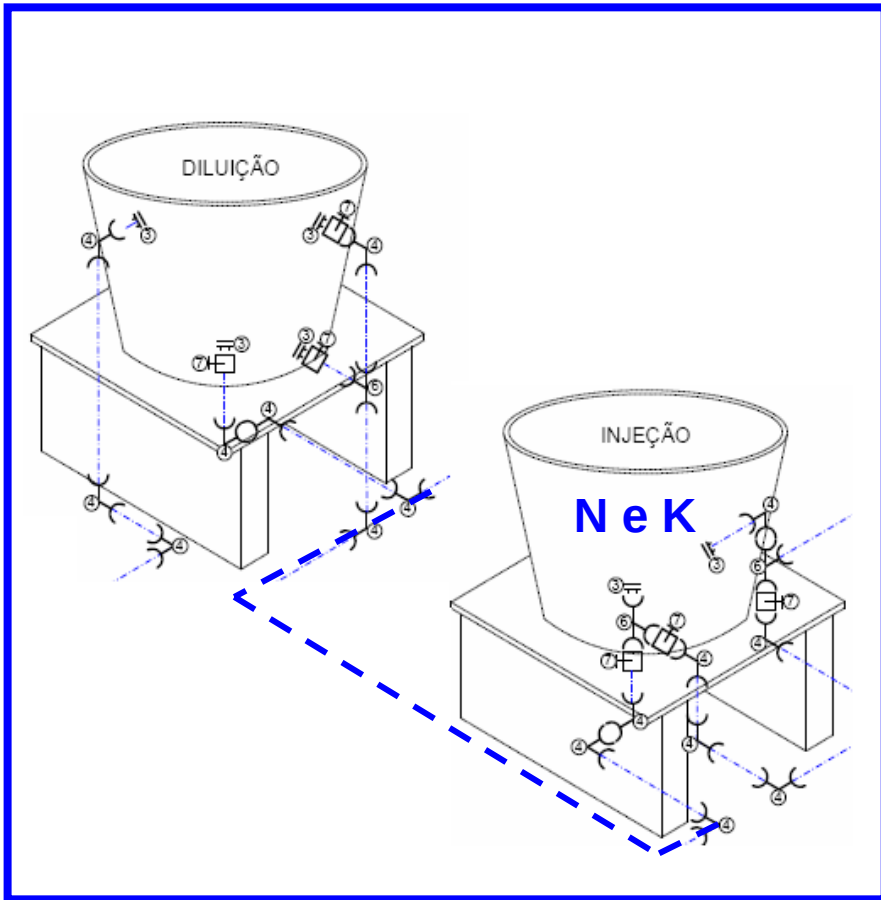
Cultura
Área (ha)

Citrus - SP
100

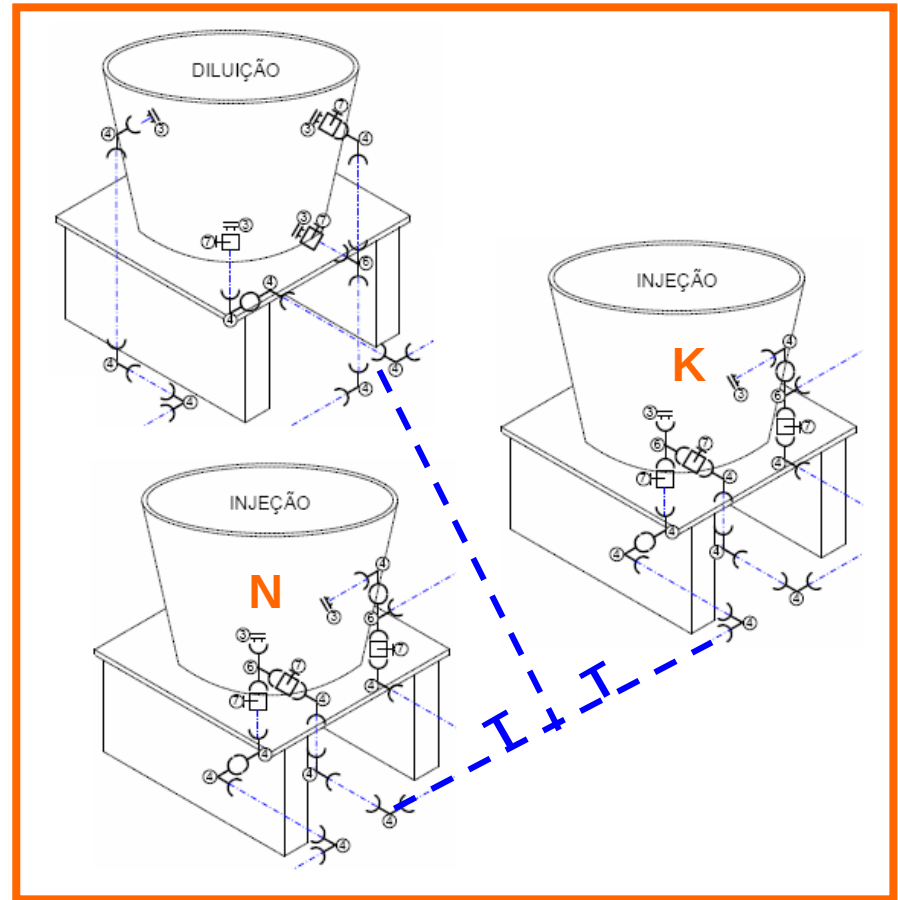
Emissor	Drip Net PC
Vazão do Emissor (L/h)	2
Lâmina (mm/dia)	3,08
Esp. Entre Linhas (m)	7,00
Esp. Entre Emissores (m)	0,65
Lâmina do Emissor (mm/h)	0,44
Número de Operações	3,0
Tempo por Operação (h)	7,0
Tempo Total (h)	21,0
Vazão da Operação (m ³ /h)	146,5

Opções de layout

OPÇÃO 1



OPÇÃO 2



Dimensionamento de Tanques para Fertirrigação

Opção 1 - Nitrogênio e Potássio



Departamento Agrônomo

1 Dados Gerais

Fazenda:	Netafim
Cultura:	Citrus
Espaçamento entre plantas	7 m
Espaçamento entre ruas	4 m

Área Total:	100 ha
Número de Operações:	3
Tamanho da Operação:	33,3 ha
Fase:	Citrus em produção

2 Expectativa de produtividade

>1200 caixas	QN (Kg/há)	240	QP (Kg/há)	80	QK (Kg/há)	180
--------------	------------	-----	------------	----	------------	-----

3 Ajustes

	N	P	K
	1	1	1
	N	P	K
Dose Calculada para o ano agrícola	N 240	P2O5 80	K2O 180

4 Período Crítico

	N	P	K
Outubro	15%	0%	15%

5 Fontes

	N	P	K
Nitrato de Amônio	33%		
MAP		60%	
Cloreto de Potássio			60%

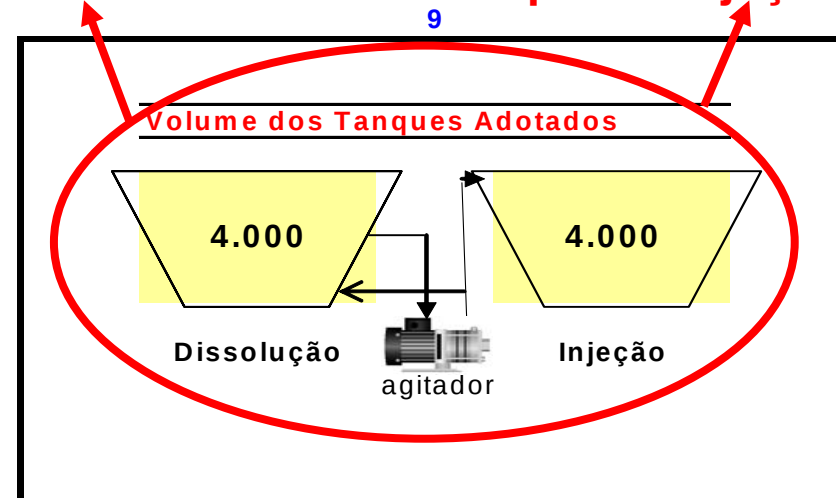
6 Número de Parcelamentos no Período Crítico

4

8 Tanques

	Kg Adubo	Solubilidade Kg/100l	Volume p/ Solução (l)
Nitrato de Amônio	909	50	1818
MAP	0	23	0
Cloreto de Potássio	375	24	1563

N e K no mesmo tanque de injeção



7 Número de Preparo de Tanques por Operação

1

Volume Total (l)

3.381

Dimensionamento de Tanques para Fertirrigação **Opção 2 - Nitrogênio**



Departamento Agrônomo

1 Dados Gerais

Fazenda:	Netafim
Cultura:	Citrus
Espaçamento entre plantas	7 m
Espaçamento entre ruas	4 m

Área Total:	100 ha
Número de Operações:	3
Tamanho da Operação:	33,3 ha
Fase:	Citrus em produção

2 Expectativa de produtividade

>1200 caixas	QN (Kg/há)	240	QP (Kg/há)	80	QK (Kg/há)	180
--------------	------------	-----	------------	----	------------	-----

3 Ajustes

	N	P	K
	1	1	1

	N	P	K
Dose Calculada para o ano agrícola	N	P2O5	K2O
	240	80	180

4 Período Crítico

	Outubro		
	N	P	K
	15%	0%	0%

5 Fontes

	N	P	K
Nitrato de Amônio	33%		
MAP		60%	
Cloreto de Potássio			60%

6 Número de Parcelamentos no Período Crítico

4

7

Número de Preparo de Tanques por Operação

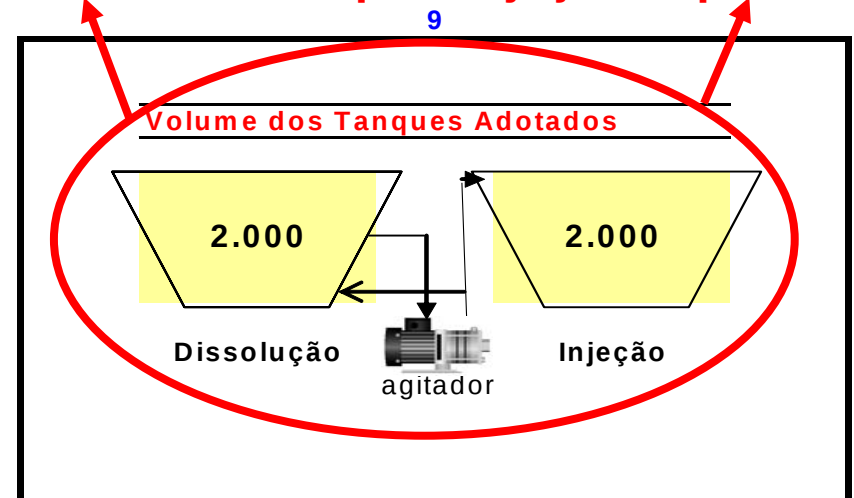
1

8 Tanques

	Kg Adubo	Solubilidade Kg/100l	Volume p/ Solução (l)
Nitrato de Amônio	909	50	1818
MAP	0	23	0
Cloreto de Potássio	0	24	0

Volume Total (l)
1.818

N e K em tanques injeção separados



Dimensionamento de Tanques para Fertirrigação **Opção 2 - Potássio**



Departamento Agrônomo

1 Dados Gerais

Fazenda:	Netafim
Cultura:	Citrus
Espaçamento entre plantas	7 m
Espaçamento entre ruas	4 m

Área Total:	100 ha
Número de Operações:	3
Tamanho da Operação:	33,3 ha
Fase:	Citrus em produção

2 Expectativa de produtividade

>1200 caixas	QN (Kg/há)	240	QP (Kg/há)	80	QK (Kg/há)	180
--------------	------------	-----	------------	----	------------	-----

3 Ajustes

	N	P	K
	1	1	1
	N	P	K
Dose Calculada para o ano agrícola	N 240	P2O5 80	K2O 180

4 Período Crítico

	Outubro		
	N	P	K
	0%	0%	15%

5 Fontes

	N	P	K
Nitrato de Amônio	33%		
MAP		60%	
Cloreto de Potássio			60%

6 Número de Parcelamentos no Período Crítico

4

7

Número de Preparo de Tanques por Operação

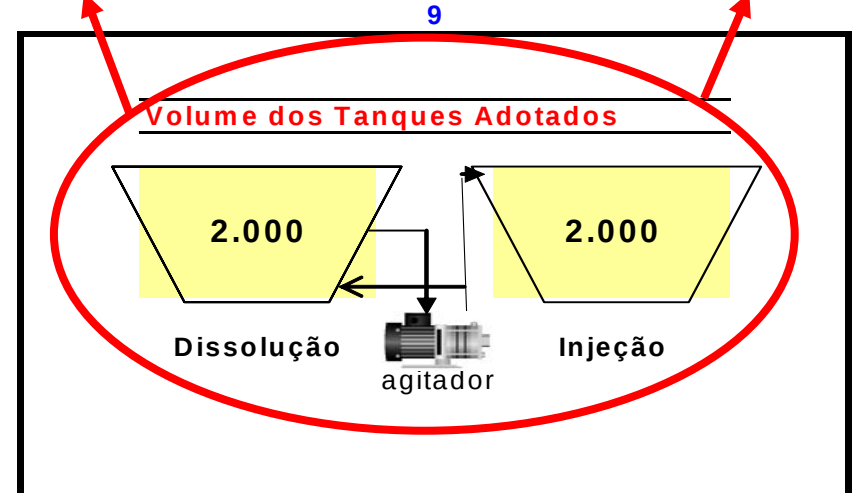
1

8 Tanques

	Kg Adubo	Solubilidade Kg/100l	Volume p/ Solução (l)
Nitrato de Amônio	0	50	0
MAP	0	23	0
Cloreto de Potássio	375	24	1563

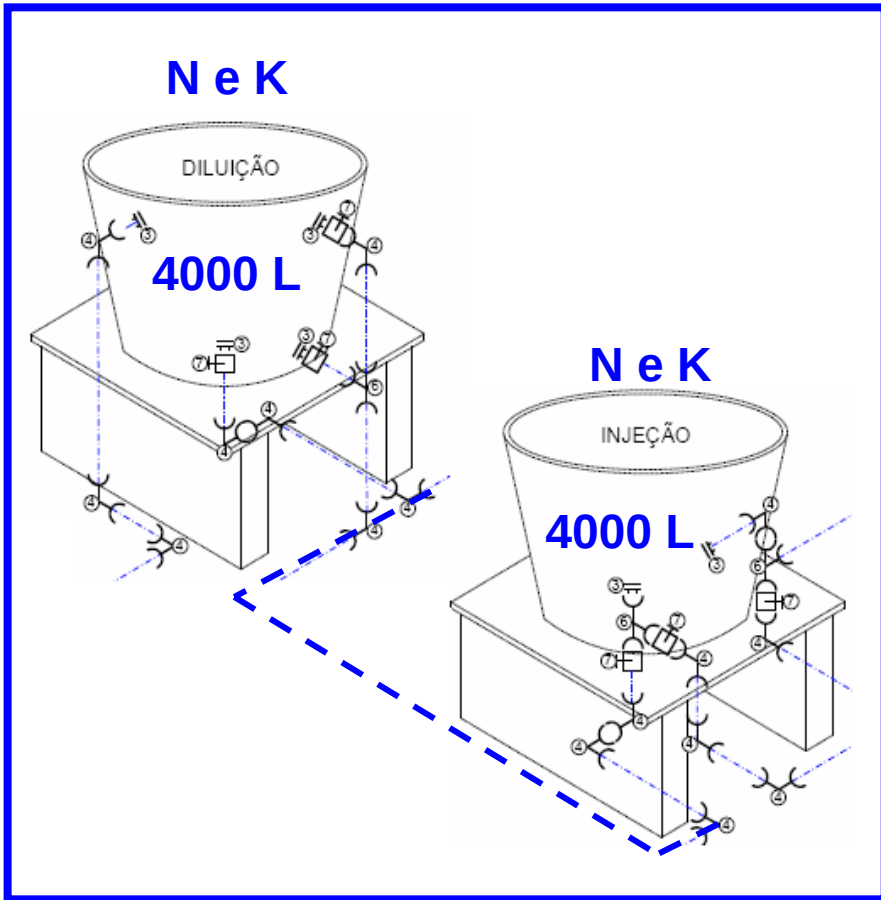
Volume Total (l)
1.563

N e K em tanques injeção separados

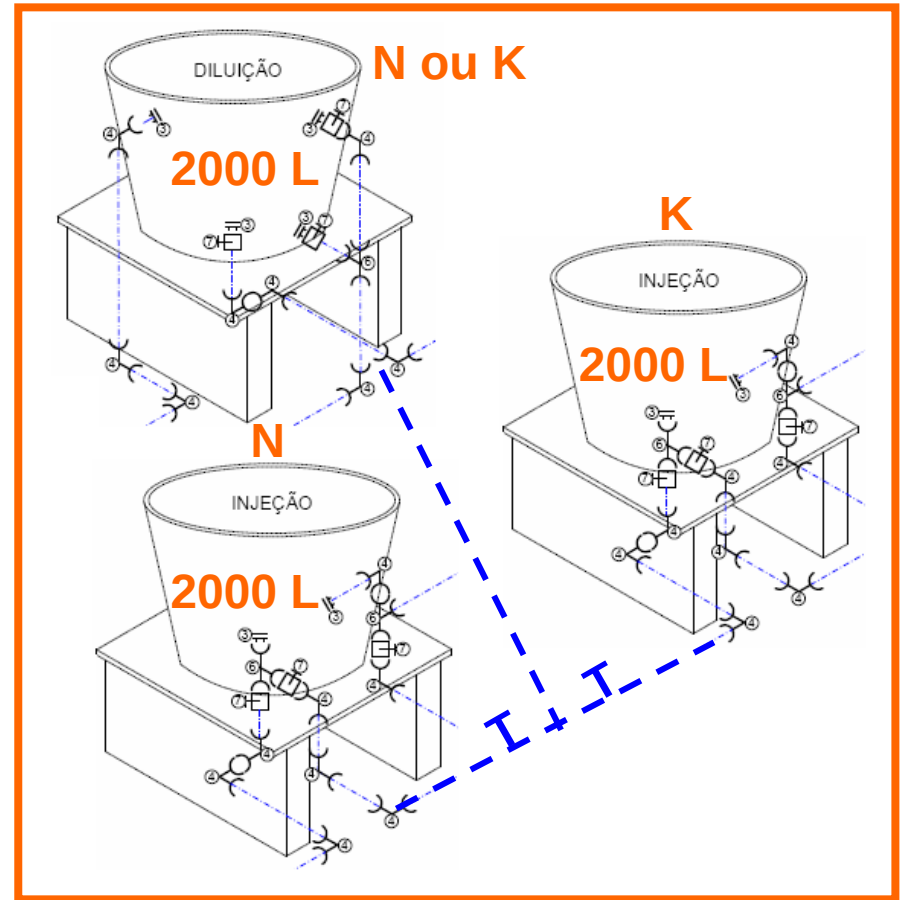


Tanques dimensionados

OPÇÃO 1



OPÇÃO 2



Dimensionamento do injetor

Dimensionamento de Injetor para Fertirrigação



Departamento Agrônômico

1 Dados Gerais

Vazão do Emissor	2 l/h
Espaçamento entre Emissores	0,65 m
Espaçamento entre Linhas	7 m
Taxa de Aplicação	0,44 mm/h

1 Dados gerais do projeto;

2 Tempo Mínimo de Injeção

1,63 h

2 Tempo **mínimo** de injeção para que haja formação de um bulbo fertirrigado que atinda um volume mínimo de raízes e que a condutividade elétrica não fique muito alta;

3 Vazão do Injetor

2.080 l/h

3 Vazão do injetor calculado.

Volume a injetar

3.381 l

Tempo Mín. Injeção

1,63 h

**Volume de N e K a ser
injetado no sistema no
período crítico**

**Vazão do injetor
dimensionado**

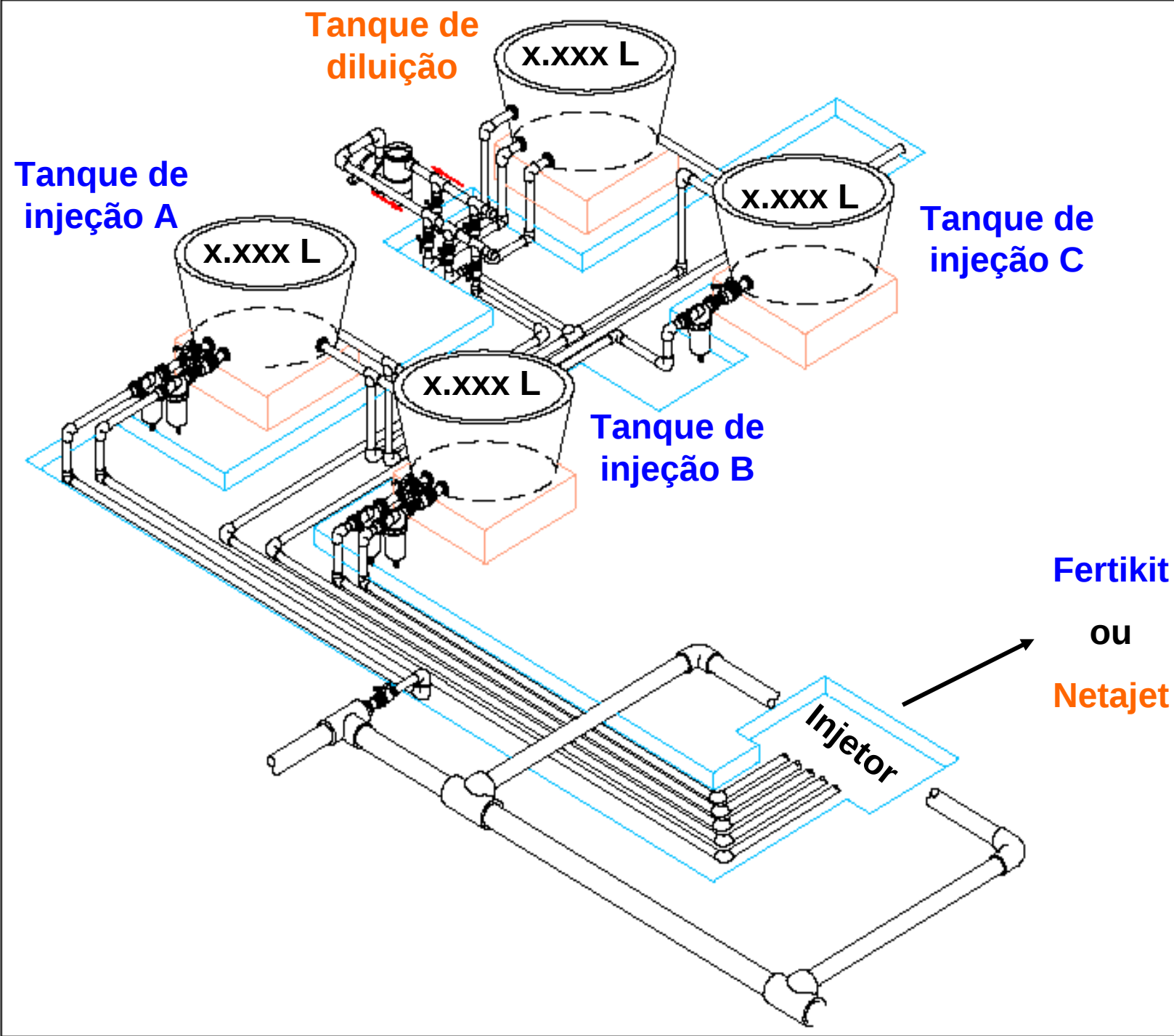
Padrões de injetores Netafim para citrus

São Paulo

Área (ha)	Tanques de Fertirrigação		Vazão do Injetor (l/h)
	Quantidade	Volume (l)	
0 a 40	4	1.000	1500 FK
40 a 80	4	2.000	1500 FK
80 a 120	4	3.000	1500 FK
120 a 200	4	5.000	5000 NJ
200 a 250	4	6.000	5000 NJ

FK: FERTIKIT

NJ: NETAJET



Injetores Netafim



FERTIKIT



NETAJET  **NETAFIM™**

Fertikit

5 Canais

300 l/h por canal

Capacidade Total: 1500 l/h

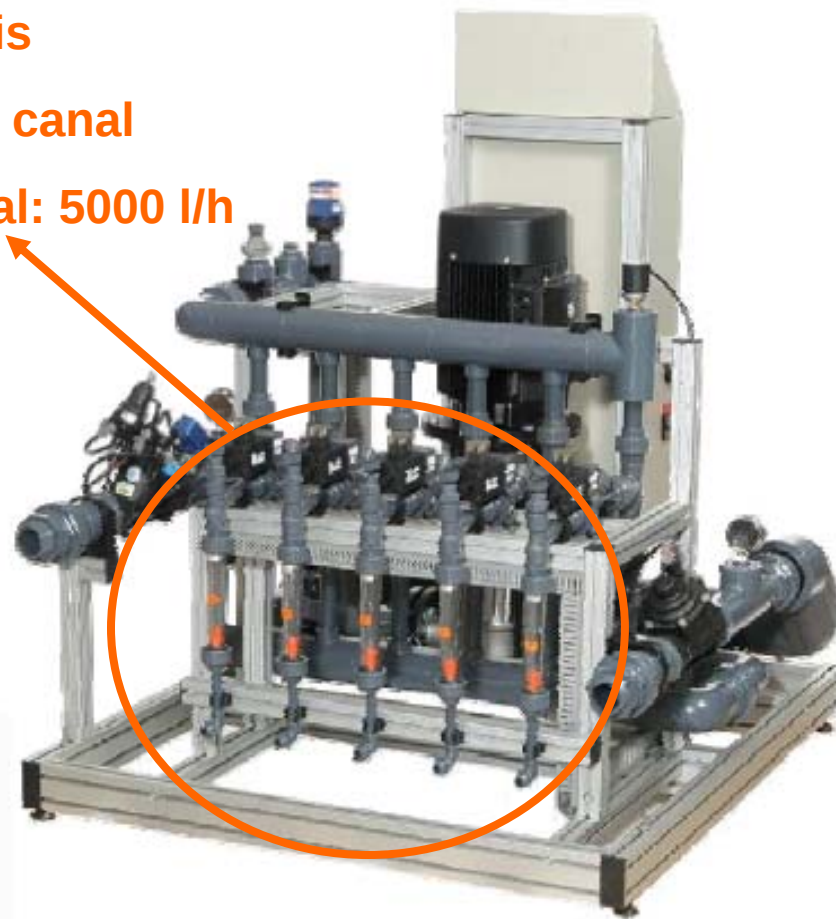


Netajet

5 Canais

1000 l/h por canal

Capacidade Total: 5000 l/h



Características dos injetores Netafim

- Podem automatizar todo o sistema;
- Injeção baseada em Venturis;
- Compactos;
- Prontos para conexão ao sistema;
- Usam todos os recursos dos controladores;
- Possui acessórios de proteção;
- Maior facilidade e praticidade;
- Possui flexibilidade na regulação da vazão de cada canal;
- Maior controle da fertirrigação.

Taxa de injeção baseada na condutividade elétrica da solução de fertilizantes

Segundo Gheyi et. al. (1999), a laranja é uma cultura sensível a salinidade do solo, com valor limiar de $1,7 \text{ dS m}^{-1}$, no qual o aumento unitário da condutividade elétrica do extrato de saturação pode causar 15,9% em redução no rendimento da cultura.

Manejo da injeção baseada na condutividade elétrica da solução de fertilizantes



Manejo da injeção baseada na condutividade elétrica da solução de fertilizantes

Para realizar a fertirrigação nas 5h e 30 min. deve-se regular o injetor de fertilizantes para injetar 730 l/h
(Volume da Caixa ÷ Tempo Máximo de Injeção)

Fontes	Quantidades (kg)	Volume Total da Injeção em 5,5 horas (Litros)	EC das Fontes (dS/m)	EC Total da Solução (dS/m)
Nitrato de Amônio	909	805.750	1,8	2,63
Cloreto de Potássio	375		0,83	

Qual a condutividade elétrica da solução de fertilizantes???

Ou seja a Condutividade está maior do que os 1,7 dS/m recomendado na literatura.

Solução???

Fazer 2
fertirrigações por
semana!!!

5. Tempo de avanço

Tempo necessário para que o fertilizante chegue ao ponto mais distante da operação

T1: Do ponto de injeção até a válvula;

T2: Da válvula até o fim da linha secundária;

T3: Do fim da linha secundária até o fim da linha lateral (último gotejador).

$T1 + T2 + T3$

TEMPO DE
AVANÇO

TEMPO 3

Do fim da linha
secundária até o
fim da linha lateral
(último gotejador)

TEMPO 2

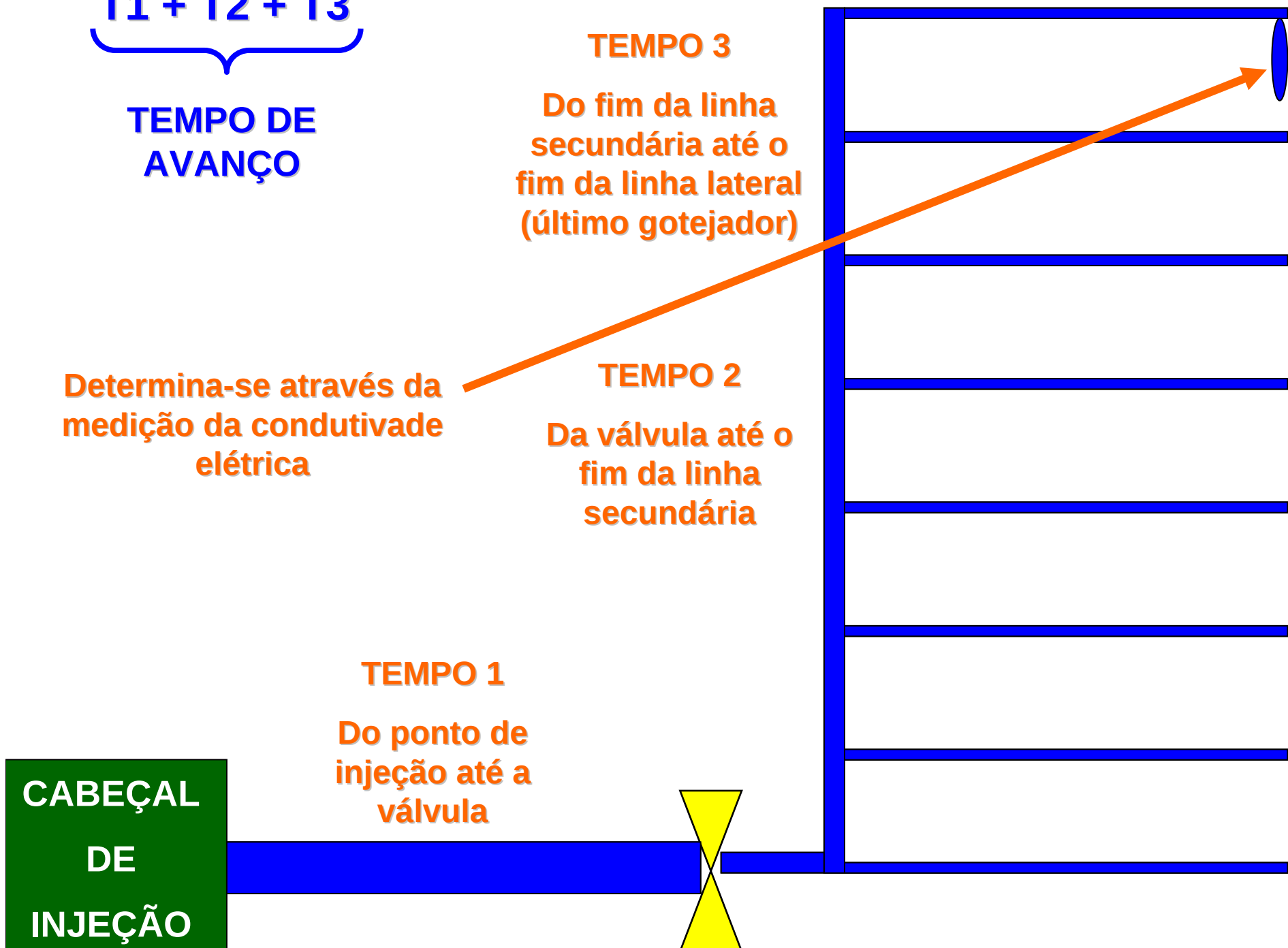
Da válvula até o
fim da linha
secundária

TEMPO 1

Do ponto de
injeção até a
válvula

CABEÇAL
DE
INJEÇÃO

Determina-se através da
medição da condutividade
elétrica



Tempo total para realizar uma fertirrigação

O tempo de avanço é um importante parâmetro a ser medido já que o mesmo irá determinar o tempo necessário para fazer a limpeza do sistema no fim de cada fertirrigação.

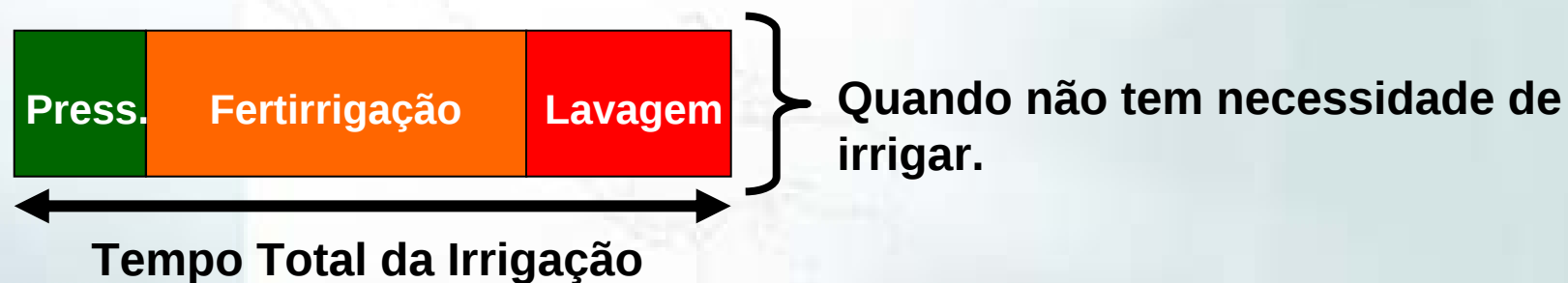
TEMPO TOTAL DA FERTIRRIGAÇÃO

TEMPO NECESSÁRIO PARA
INJETAR TODA SOLUÇÃO

TEMPO NECESSÁRIO
PARA LAVAR O
SISTEMA

CORRESPONDE AO TEMPO DE
AVANÇO CALCULADO!!!

Esquema de fertirrigação



6. Manejo da fertirrigação localizada

Comentários...

Ferramentas de monitoramento da fertirrigação

São ferramentas que permitem o monitoramento frequente de alguns parâmetros importantes ligados a fertirrigação. Com o auxílio dos extratores de solução do solo, pode-se determinar o pH, condutividade elétrica e análise de NO_3 , NO_2 , P_2O_5 e K_2O da solução do solo.

Extratores de solução do solo

Realizam a extração da solução do solo, e através dessa ferramenta pode-se monitorar o movimento de sais no perfil do solo, bem como monitorar os parâmetros citados adiante.



Monitoramento de NO_3 , NO_2 , P_2O_5 e K_2O na solução do solo



**Importante realizar
análises frequentes!!!**

Monitoramento do pH da solução



Importante o monitoramento frequente, já que o pH da solução do solo influencia diretamente na disponibilidade dos nutrientes para as plantas!!!

Monitoramento da Condutividade Elétrica



- Monitora a quantidade de sais diluidos na solução do solo.
- Quanto maior a concentração de sais, maior será a condutividade
- Importante monitorar para que não haja uma condutividade muito elevada no bulbo, bem como monitorar a lixiviação dos nutrientes.

Alguns exemplos de cabeçais de fertirrigação Netafim

Netajet



Alguns exemplos de cabeçais de fertirrigação Netafim

Netajet



Alguns exemplos de cabeçais de fertirrigação Netafim Fertikit



Alguns exemplos de cabeçais de fertirrigação Netafim

Fertikit



Outros exemplos de cabeçais de fertirrigação.



9. Resumo dos procedimentos para realizar uma fertirrigação

1. Definir as quantidades dos nutrientes e o parcelamento;
2. Definir fontes de fertilizantes a serem usadas;
3. Ter critério se for realizar misturas entre fontes de fertilizantes (**COMPATIBILIDADES**);
4. Preparar a solução (Dissolver nas caixas de dissolução e transpor para as caixas de Injeção);
5. Iniciar a injeção do fertilizante após o sistema estar pressurizado;
6. Realizar a limpeza do filtro da fertirrigação no intervalo de cada injeção;
7. No fim da fertirrigação, fazer a limpeza do sistema de acordo com o tempo de avanço determinado.

Eng. Agr. Denilson Luís Pelloso
Agrofito LTDA
denilson@agrofito.com.br

Eng. Agr. Bruno Alves
Departamento Agrônômico
NETAFIM BRASIL
bruno.alves@netafim.com.br

OBRIGADO!!!

