



ISSN 1414-4530

Universidade de São Paulo - **USP**  
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - **ESALQ**  
Divisão de Biblioteca e Documentação - **DIBD**

USP - ESALQ  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA  
E DOCUMENTAÇÃO

**Nildo da Silva Dias**  
**Sergio Nascimento Duarte**  
**Ênio Farias de França e Silva**  
**Marcos Vinícius Folegatti**

**Manejo da Fertirrigação Utilizando**  
**Extratores de Solução do Solo**  
Série Produtor Rural – nº 25

**Piracicaba**  
2004

27 OUT 2004

USP/ESALQ  
Divisão de Biblioteca

PROJETO  
**100**  
MIL LIVROS

Comemoração  
aos 110 anos  
da ESALQ

2011

## **Série Produtor Rural, nº 25**

### **Divisão de Biblioteca e Documentação - DIBD**

Av. Pádua Dias, 11 – Caixa Postal 9

Cep: 13418-900 - Piracicaba - SP

e-mail: biblio@esalq.usp.br

<http://dibd.esalq.usp.br>

### **Revisão e Edição:**

Eliana Maria Garcia

### **Editoração Eletrônica:**

Serviço de Produções Gráficas - USP/ESALQ

### **Tiragem:**

300 exemplares

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

#### **Divisão de Biblioteca e Documentação - ESALQ/USP**

Manejo de fertirrigação utilizando extratores de solução do solo / Nildo da Silva Dias [et al.]. - Piracicaba : ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 2004.  
23p. : Il. (Série Produtor Rural, nº 25)

Bibliografia  
ISSN

1. Fertilidade do solo 2. Fertirrigação 3. Salinidade do solo 4. Umidade do solo I. Dias, N.S. II. Duarte, S.N. III. Silva, E.F.F. IV. Folegatti, M. I. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Divisão de Biblioteca e Documentação II. Título III. Série

CDD 631.7

**Nildo da Silva Dias** <sup>1</sup>  
**Sergio Nascimento Duarte** <sup>2</sup>  
**Ênio Farias de França e Silva** <sup>3</sup>  
**Marcos Vinícius Folegatti** <sup>4</sup>

<sup>1</sup> PG - Departamento de Engenharia Rural - ESALQ/USP

<sup>2</sup> Professor Doutor do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ/USP

<sup>3</sup> Pós-doutorando do Departamento de Engenharia Agrícola - ESALQ/USP

<sup>4</sup> Professor Associado do Departamento de Engenharia Rural - ESALQ/USP

## **Manejo da fertirrigação utilizando extratores de solução do solo**

Série Produtor Rural – nº 25

**Piracicaba**  
2004

# SUMÁRIO

USP - ESALQ  
DIVISÃO DE BIBLIOTECA  
E DOCUMENTAÇÃO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 DEFINIÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE EXTRATORES .....</b>	<b>10</b>
3.1 Vantagens .....	10
3.2 Desvantagens .....	10
<b>4 INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>5 OBTENÇÃO DO EXTRATO E DETERMINAÇÃO DA CE<sub>es</sub> .....</b>	<b>12</b>
<b>6 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
6.1 Salinidade do solo .....	18
6.2 Concentrações iônicas adequadas à nutrição das plantas .....	21
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>22</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Na região Sudeste do Brasil, a prática da fertirrigação em cultivo sob estufa constitui uma das técnicas que visam garantir a alta produtividade; no entanto, quando não se tem um controle adequado da quantidade de cada fertilizante aplicado via água de irrigação, o acúmulo de sais no solo ocorre com frequência. Esse aumento é proporcionado pela ausência de precipitações e pelas aplicações em excesso de fertilizantes, tornando o solo improdutivo em curto espaço de tempo.

Observa-se também, embora em pequena intensidade, que a salinização pode provir da utilização de águas salinas oriundas de poços tubulares profundo. No entanto, na maioria dos casos, o aumento da salinidade em estufas desta região dá-se em função do excesso de fertilizantes aplicados via água de irrigação. Assim, a utilização de uma estratégia de controle da salinidade por intermédio da aplicação de lâminas de irrigação em excesso (lâminas de lixiviação) não seria a prática de manejo mais adequada, visto que os sais acumulados no solo, que seriam lixiviados, foram adquiridos por investimento de capital (Silva et al., 1999). O teor de sais, ou seja, de fertilizantes no solo deve ser sempre inferior ao nível nocivo às plantas cultivadas. Assim, a manutenção da concentração da solução do solo a níveis inferiores ao máximo tolerado pela cultura e superiores ao mínimo necessário para sua nutrição, é uma prática considerada ideal, por ser mais econômica e menos agressiva ao ambiente.

Desse modo, faz-se necessário realizar um monitoramento da concentração iônica ao longo do ciclo dos cultivos, devido ao fato de haver variabilidade da salinidade do solo, tanto nos diferentes pontos da estufa quanto ao longo do tempo. Neste monitoramento são verificados quais os fatores que estão ocasionando o aumento da salinidade do solo e a partir daí elabora-se planos estratégicos de manejo e recuperação das áreas. A identificação dos solos afetados por sais baseia-se em uma série de observações e estudos da área, incluindo características visuais de campo e diversas análises que são feitas, tanto por métodos de laboratório como por métodos de campo. No laboratório, a salinidade do solo pode ser estimada a

partir de medidas de condutividade elétrica do extrato de saturação ( $CE_{es}$ ) ou da condutividade em diferentes relações solo seco:água destilada (Richards, 1954). Em campo, vários métodos são disponíveis para determinar a condutividade elétrica (CE) e monitorar a concentração salina no solo, tais como técnica de indução eletromagnética, “sigma probe”, “time domain reflectometry-TDR”, e ainda, mediante o uso de extratores de solução. Cada um desses métodos apresenta vantagens e desvantagens, sendo que o uso de extratores de solução de cápsula porosa é atualmente um dos mais recomendados ao agricultor em função da relação favorável entre custo e precisão do método (Silva, 2002), além do fato da CE obtida por esse método refletir as condições reais em que a planta desenvolve-se. Este método surge como uma alternativa de custo reduzido, capaz de ser aplicada a situações de campo.

Considerando que os extratores de solução no solo proporcionam informação imediata e são de fácil fabricação e uso, os mesmos surgem como uma excelente opção para manejar a fertirrigação e controlar a salinidade em estufas plásticas. Assim, o principal objetivo deste informativo é oferecer instruções de como instalar, usar e manter os extratores de soluções no campo, em condições ótimas de funcionamento, visando o monitoramento da fertirrigação e o controle de nutrientes em solos de estufas e, conseqüentemente, evitar o processo de salinização dos solos causada pela aplicação excessiva dos fertilizantes. Para que os extratores de solução do solo apresentem desempenho satisfatório é indispensável observar uma série de cuidados e procedimentos simples no preparo, instalação, operação e manutenção.

## 2 DEFINIÇÃO

Os extratores de solução são equipamentos que retiram parte da solução do solo, necessária para determinar o nível de salinidade ou de nutrientes, nas condições de umidade do solo em que as plantas desenvolvem-se. Consiste de uma cápsula de cerâmica porosa inserida na base de um tubo de PVC rígido opaco de ½” e outro transparente de 12 mm, com sua extremidade superior hermeticamente fechada com uma borracha de vedação de silicone, cuja configuração é ilustrada na Figura 1. A cápsula de cerâmica é penetrada no solo com uma leve pressão manual ou com auxílio de trados, sendo instalada na profundidade desejada, na zona radicular da cultura. Caracteriza-se por possuir uma construção fina, mas ao mesmo tempo robusta, possibilitando ao usuário fácil transporte e manipulação.

Para obter a solução no solo, deve-se criar um vácuo na câmara interna do extrator de aproximadamente 8 metros de coluna de água, com o uso de bomba ou seringa. Quando o extrator entra em contato com o solo a solução do solo é removida para o interior do extrator até que seja estabelecido um equilíbrio entre o meio de origem da solução (solo) e o destino (interior do extrator de solução). Uma vez obtida a solução do solo, determina-se a condutividade elétrica e/ou a concentração de íons específicos da mesma.

O extrator retira a solução do solo de acordo com o teor de umidade existente no momento da extração, sendo esta geralmente menor que a umidade observada no ponto de saturação do solo. No método padrão, a salinidade é medida no extrato de saturação do solo, fazendo com que haja uma diluição maior dos sais desta solução, diminuindo a concentração salina e, conseqüentemente, o valor da condutividade elétrica. Além disso, a salinidade medida utilizando-se o extrator é pontual (ao redor da cápsula), enquanto que no método padrão a amostragem representa a média de uma certa porção de solo.

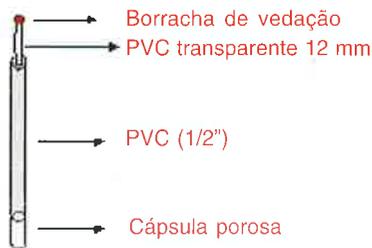


Figura 1 - Extrator de solução do solo

### 3 VANTAGENS E DESVANTAGENS DO USO DE EXTRATORES

#### 3.1 Vantagens

- Possibilidade do monitoramento contínuo da fertirrigação, avaliando-se a solução do solo no volume onde estão localizadas as raízes da cultura;
- Facilidade na utilização (desde que instalados corretamente);
- Custo relativamente baixo;
- A amostragem é pontual, podem ser repetidas várias vezes e não é destrutiva;
- A CE obtida por esse método reflete as condições reais de umidade em que a planta desenvolve-se.

#### 3.2 Desvantagens

- É necessário cuidado na instalação, havendo a possibilidade da cápsula trincar;
- Há necessidade de se conhecer a umidade do solo no momento da retirada da solução para se poder interpretar os resultados.

## 4 INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO

A instalação dos extratores de solução no solo é um processo simples, requerendo apenas uma barra de aço com ponta ou um trado que tenha diâmetro igual ou um pouco menor que o diâmetro da cápsula. Para que não caia terra dentro da perfuração, é conveniente molhar ligeiramente o solo ao redor da barra antes desta ser retirada. A ponta da barra é introduzida até a profundidade desejada e em seguida retirada; depois, deve-se inserir, cuidadosamente, o corpo do extrator no solo, até a cápsula de cerâmica atingir a profundidade ideal para planta (que é função da profundidade efetiva da zona radicular da cultura). A Tabela 1 apresenta a profundidade recomendada de instalação dos extratores para algumas culturas. Durante a instalação deve-se atentar para que a cápsula fique em perfeito contato com o solo; para manter um bom contato entre a cápsula o solo, este deve estar preferencialmente úmido antes de se introduzir o extrator, mantendo um funcionamento adequado. Após a instalação, é conveniente comprimir levemente a superfície do solo ao redor do extrator e elevar o solo em volta em cerca de 3 cm para evitar infiltração preferencial de água junto ao tubo.

Antes de levar os extratores ao campo deve-se atentar para deixá-los em um balde com água limpa por 24 horas no mínimo, para saturação dos poros das cápsulas com água. É necessário não haver vazamentos no local onde a cápsula e o tubo transparente foram colados ao tubo de PVC opaco. Os extratores devem ser instalados em locais representativos do campo. Devido à grande variabilidade dos solos e dos sistemas de cultivo, não é possível recomendação específica com respeito ao número de extratores necessário por área e o local de instalação, sugerindo-se instalá-los em pelo menos 3 locais representativos. A profundidade de instalação depende da cultura (Tabela 1) e deve ser instalada na profundidade na qual fica a maioria das raízes, a uma distância de 5 a 10 cm da planta. Para hortaliças esta profundidade raramente é maior do que 15 a 30 cm, sendo mais rasa para plantas mais novas. No caso de se utilizar a irrigação por gotejamento, sugere-se instalar o extrator a 10 cm do gotejador.

O extrator precisa ser novamente instalado quando: a) estiver localizado perto de plantas mortas, plantas muito pequenas ou muito grandes; b) a cápsula ficou próxima de vazamentos, áreas sombreadas ou áreas marginais.

Tabela 1. Profundidade de instalação dos extratores para diferentes culturas

Cultura	Profundidade de instalação do extrator (cm)*
Alface	25
Batata	22,5
Cebola	30
Cenoura	25
Melão	30
Morango	30
Pimentão	20
Tomate	15 e 30

\*Fonte: Santana et al. (2002).

## 5 OBTENÇÃO DO EXTRATO E DETERMINAÇÃO DA CEes

Para obtenção do extrato, deve-se retirar o ar de dentro dos extratores, introduzindo-se uma agulha através da na borracha especial de vedação, acoplada a uma seringa de 60 mL ou por meio de uma bomba de vácuo, criando uma sucção interna de aproximadamente 8 m.c.a. (Figura 2). Sugere-se que a aplicação do vácuo seja feita entre 12 a 24 horas após a irrigação. O extrato (solução do solo) deve ser coletado 24 horas após a aplicação do vácuo, sendo as amostras então conduzidas ao laboratório para se efetuar as leituras de condutividade elétrica e concentração iônica, por meio de condutímetro e medidores de íons específicos, respectivamente (Figura 3). A solução do solo é facilmente coletada no interior do extrator com o uso de um microtubo e uma seringa descartável de 30 mL, conforme ilustrado na Figura 4. No momento da aplicação do vácuo deve-se verificar a umidade do solo, por meio do uso de tensiômetros. Sugere-se que os tensiômetros sejam instalados

do lado oposto aos extratores, a uma distância de 10 cm da planta (Figura 5). O Kit com extrator, tensiômetro e acessórios é ilustrado na Figura 6.

Para um bom monitoramento da solução do solo, recomenda-se que este procedimento seja repetido uma vez por semana ou a cada 15 dias, ao longo do ciclo da cultura.



Figura 2 - Eliminação do ar no interior do extrator com bomba de sucção (A) e com seringas descartáveis (B)



Figura 3 - Aparelho para medição de condutividade elétrica (condutivímetro) e cartela para determinação rápida da concentração iônica



Figura 4 - Coleta da solução do solo com uso de um microtubo e uma seringa descartável

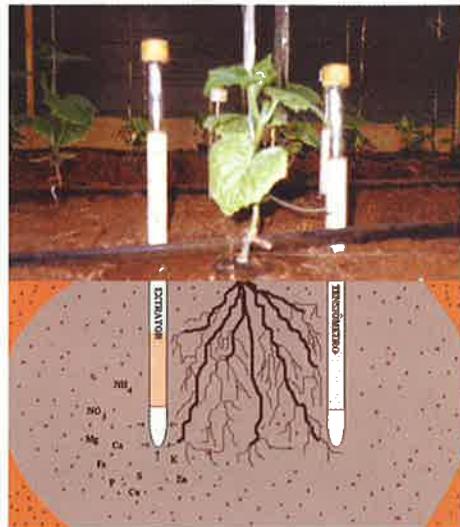


Figura 5 - Esquema de instalação dos extratores e tensiômetros

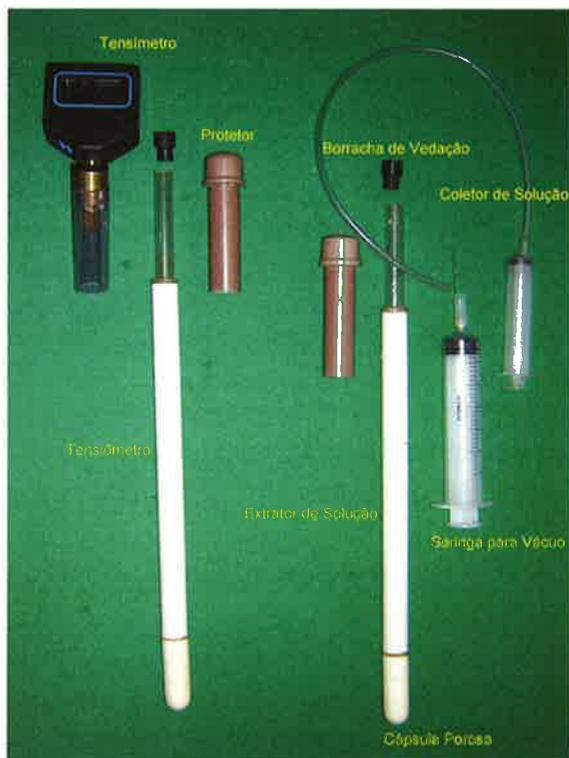


Figura 6 - Kit com extrator, tensiômetro e acessórios

Em condições de saturação, a solução extraída é mais diluída, devido à concentração de sais presentes, em relação à obtida em condições de capacidade de campo. Caso o extrato seja obtido com solo mais seco, a solução terá uma concentração ainda maior do que quando o solo está na capacidade de campo. Por esta razão, deve-se considerar a condição de umidade do solo quando se fazem comparações com valores obtidos em laboratório de análises de solo.

Visando eliminar os efeitos da interferência da variação dos níveis de umidade do solo sobre a condutividade elétrica, recomenda-se corrigir as leituras da condutividade elétrica obtidas pelo método do extrator de solução para a umidade do método padrão ( $CE_{es}$ ), ou seja a umidade de saturação,

proposta por Richards (1954) como unidade padrão para a análise da resposta das culturas à salinidade. Deste modo, a condutividade elétrica do extrato de saturação ( $CE_{es}$ ) pode ser estimada a partir da condutividade elétrica da solução do solo obtida com extrator de cápsula, de acordo com a Eq (1):

$$CE_{es} = \frac{CE_{scp} \cdot U_{scp}}{U_s} \quad (1)$$

em que

$CE_{es}$  = condutividade elétrica do extrato de saturação,  $dS\ m^{-1}$ ;

$CE_{scp}$  = condutividade elétrica da solução do solo obtida com extrator de cápsula porosa,  $dS\ m^{-1}$ ;

$U_{scp}$  = Umidade do solo no momento da retirada da solução com o extrator de cápsula porosa,  $g\ g^{-1}$ ;

$U_s$  = Umidade do solo na pasta saturada,  $g\ g^{-1}$ ;

A umidade do solo na pasta de saturação do solo é determinada quando o solo se encontra em forma saturada, ou seja, todos os espaços porosos disponíveis são preenchidos pela água destilada. Na análise de rotina de um laboratório, sua determinação consiste na agitação, com uma espátula, de amostra aproximadamente 400 g de solo seco ao ar durante a adição gradual de água destilada, até que a mesma apresente as características desejadas, como superfície brilhosa, movimento lento em posição inclinada e fácil deslizamento sobre a espátula. Após atingir o ponto de saturação deve-se anotar o volume de água utilizado para se fazer a pasta e calcular a sua umidade de saturação, expressando-as em gramas de água por grama de solo seco.

Para se avaliar adequadamente as leituras obtidas na solução do solo, principalmente para o nitrato, o potássio e a condutividade elétrica, é necessário se estimar o grau de tensão da solução do solo durante o tempo

de coleta da solução por meio da tensiometria. O tensiômetro é instalado a uma determinada profundidade no solo que se deseja conhecer a tensão com que a água é retida, ou seja, na mesma profundidade do extrator de solução. Conhecendo-se a relação entre o conteúdo de água no solo e a tensão com que está retida no solo, ou seja, a curva de retenção da solução no solo, é possível determinar-se a umidade do solo no momento da retirada da solução com o extrator de cápsula porosa, a partir da leitura do tensiômetro. A curva de retenção da solução no solo varia de acordo com as propriedades físicas de cada solo e pode ser construída em laboratórios especializados (Laboratório de Física do Solo do Departamento de Engenharia Rural da ESALQ, por exemplo)<sup>1</sup>.

Silva et al. (1999) comprovaram que a CE obtida por extratores corrigida para umidade de saturação, conforme propõem a Equação (1), equivale à CE medida diretamente no extrato de saturação pelo método padrão. Ficou demonstrado, portanto, que para a faixa de valores de concentração da solução do solo no qual se encontram comumente os solos de estufas, a utilização de um ajuste linear (Equação 1) propicia uma precisão satisfatória.

Uma maneira prática de se obter o valor de  $CE_{es}$  seria corrigir os valores de  $CE_{scp}$  com base em informações da literatura. Dias (2000) observou que, em solo de textura franco-argilo-arenosa, a condutividade elétrica medida no extrato de saturação do solo foi aproximadamente igual 0,70 vezes a condutividade elétrica do extrator ( $CE_{es} = 0,7 \times CE_{scp}$ ), aproximando-se da razão entre a umidade no momento da extração e a umidade de saturação. Entretanto, o valor 0,70 precisa ainda ser testado para outros tipos de solo.

---

<sup>1</sup> Laboratório de Física do Solo do DER. ESALQ/USP, LER, C.P. 09, CEP 13418-900, Piracicaba, SP. Fone: (19) 3429-4217 (ramal 271).

## 6 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 Salinidade do solo

Os solos são considerados salinos quando contêm concentração de sais solúveis em quantidades elevadas para interferir no crescimento da maior parte das espécies cultivadas. A quantidade de sais que caracteriza um solo salino não é fixa, pois depende da espécie da planta, da textura do solo e da composição de sais presentes na solução. Deste modo, o critério para classificação dos solos afetados por sais é arbitrário, existindo várias classificações, sendo que a classificação mais simples e mais utilizada tem sido a americana. Esta classificação foi proposta pelo Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos (Richards, 1954) e baseia-se nos efeitos da salinidade sobre as plantas e nos efeitos do sódio trocável sobre as plantas e sobre as propriedades do solo, expressos em termos de  $CE_{es}$  e Percentagem de Sódio Trocável (PST), respectivamente. Desta forma, os solos com problemas de sais são classificados em três categorias: salino, sódico e salino - sódico (Tabela 2).

Tabela 2. Classificação dos solos afetados por sais (Richards, 1954)

Classificação	$CE_{es}$ (dS m <sup>-1</sup> à 25 °C)	PST (%)	pH <sub>ps</sub>
Solos sem problemas de sais	< 4	< 15	< 8,5
Solos salinos	> 4	< 15	< 8,5
Solos salino-sódicos	> 4	> 15	≤ 8,5
Solos sódicos	< 4	> 15	≥ 8,5

A  $CE_{es}$  está relacionada ao conteúdo de sais na solução do solo. O excesso de sais na zona radicular, sem considerar o tipo de espécie iônica predominante, ou seja, qualquer que seja o sal, prejudica a germinação, o desenvolvimento e a produtividade das plantas. Isto ocorre porque a maior concentração da solução nas raízes requer maior energia para que a planta consiga absorver a água, devido o efeito osmótico, energia esta que será desviada dos processos metabólicos essenciais.

Pode existir também efeito tóxico direto ocasionado pelos íons presentes em excesso, como o sódio, o cloreto e o boro. Esses efeitos estão intimamente ligados ao desajuste no funcionamento dos sistemas enzimáticos das plantas. O excesso de sódio trocável afeta também a estrutura do solo, deteriorando-a. De modo geral, a resposta das plantas a diferentes níveis de condutividade elétrica do extrato de saturação pode ser resumida conforme apresentada na Tabela 3.

Tabela 3. Resposta das plantas a diferentes níveis de salinidade do solo

$CE_{es}$ à 25 °C(dS m <sup>-1</sup> )	RESPOSTAS DAS PLANTAS
0 – 2,0	Os efeitos da salinidade são imperceptíveis
2,0 – 4,0	A produtividade das plantas muito sensíveis à salinidade pode ser reduzida
4,0 – 8,0	A produtividade das plantas muito sensíveis à salinidade é reduzida significativamente
8,0 – 16,0	Somente plantas tolerantes à salinidade podem produzir satisfatoriamente
> 16,0	Poucas plantas tolerantes à salinidade produzem satisfatoriamente

A tolerância relativa da maioria das culturas é razoavelmente conhecida, o que permite a preparação de diretrizes técnicas para se lidar com a salinidade. A Tabela 4 inclui valores de tolerância de algumas hortaliças para os sais normalmente encontrados nos solos e na água de irrigação de regiões áridas e semi-áridas. Ayers & Westcot (1991) apresentaram valores de salinidade máxima tolerada sem queda de produção (salinidade limite) para várias culturas. Estes valores, entretanto, estão baseados no acúmulo de sais que ocorre em regiões áridas e semi-áridas, e são apenas indicativos quando se trata de manejar a salinidade em estufas de regiões úmidas, como no caso da região Sudeste do Brasil, pois nestas o excesso de sais geralmente advém da aplicação excessiva de fertilizantes, cujos efeitos possivelmente são diferentes e ainda não foram suficientemente investigados.

Tabela 4. Tolerância à salinidade de algumas hortaliças e seu rendimento potencial, em função da salinidade do extrato de saturação do solo (Maas & Hoffman, 1977)

Culturas	Rendimento Potencial				
	100 %	90 %	75 %	50 %	0 %
	CE <sub>es</sub>	CE <sub>es</sub>	CE <sub>es</sub>	CE <sub>es</sub>	CE <sub>es</sub>
Beterraba	4,0	5,1	6,8	9,6	15,0
Brócolis	2,8	3,9	5,5	8,2	14,0
Tomateiro	2,5	3,5	5,0	7,6	13,0
Pepino	2,5	3,3	4,4	6,3	10,0
Repolho	1,8	2,8	4,4	7,0	12,0
Pimentão	1,5	2,2	3,3	5,1	8,6
Alface	1,3	2,1	3,2	5,1	9,0
Cebola	1,2	1,8	2,8	4,3	7,4
Cenoura	1,0	1,7	2,8	4,6	8,1
Melão	2,1	3,5	5,6	9,1	16,1

## 6.2 Concentrações iônicas adequadas à nutrição das plantas

A exigência nutricional de cada cultura é variável e em cada fase fenológica do ciclo a concentração de nutrientes na solução do solo apresenta um valor ideal específico. Poucos trabalhos têm sido desenvolvidos com o objetivo de calibrar a técnica de monitoramento da solução do solo para as diferentes culturas. As pesquisas realizadas permitem afirmar que a técnica funciona, mas não se sabe a concentração adequada dos nutrientes para todas as culturas e, mais especificamente, qual seria a concentração adequada de um determinado nutriente durante as diferentes fases do ciclo, quais sejam, estabelecimento, desenvolvimento vegetativo e produção.

Trabalhos preliminares sugerem valores de condutividade elétrica e de concentração de alguns nutrientes para determinadas culturas; entretanto, é necessário que novos trabalhos venham a explorar outras culturas, além de refinar os resultados, a ponto de se obter o valor mais adequado de concentração dos nutrientes para que maiores produtividades sejam alcançadas. Na Tabela 5 pode-se observar alguns desses resultados para as culturas do tomate, do pimentão e do pepino.

Tabela 5. Valores máximos e mínimos sugeridos de alguns nutrientes na solução do solo para as olerícolas mais cultivadas em ambientes protegidos

Culturas		NO <sub>3</sub> (mmol L <sup>-1</sup> )	K (mmol L <sup>-1</sup> )
Tomate	limite inferior	7,5	3,6
	limite superior	15,0	5,0
Pimentão	limite inferior	7,0	3,0
	limite superior	15,0	4,0
Pepino	limite inferior	12,0	5,0
	limite superior	16,0	7,0

Os valores sugeridos nesta tabela foram determinados diretamente na solução de um solo de textura média, obtida com extratores providos de cápsula porosa, sendo o vácuo aplicado 24 horas após a fertirrigação.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Deve-se ressaltar que o uso de extratores de solução do solo é uma nova proposta de manejo rigoroso da concentração iônica em cultivos intensivos, que visa prover uma nutrição ideal das plantas e o controle da salinidade proporcionada por excesso de fertilizantes, sendo sua aplicação recomendada principalmente para cultivos fertirrigados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura.** Campina Grande: UFPB, 1991. 218p. (FAO. Estudos de Irrigação e Drenagem, 29).
- DIAS, N.S. da. Evolução da salinidade em um solo luvisolo cultivado com melão irrigado por gotejamento. Campina Grande, 2000. 78p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba.
- MAAS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance: current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division ASCE**, v.103, n IR2, p.115-134, 1977.
- RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils.** Washington: USDA, United States Salinity Laboratory, 1954. 160p. (USDA. Agriculture Handbook, 60).
- SANTANA, M.J. de; AMARAL, D.R.; SANTOS, W.S.; CARUALHO, J.A.; MALUF, W.R. **Manejo de irrigação em hortaliças utilizando o tensiômetro.** Lavras: UFLA, 2002. 6 p. (Boletim Técnico de Hortaliças, 69).

SILVA, E.F.F Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo. Piracicaba, 2002. 136p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

SILVA, E.F.F.; DUARTE, S.N.; COELHO, R.D. Salinização dos solos cultivados sob ambientes protegidos no Estado de São Paulo. In: FOLEGATTI, M.V.; CASARINI, E.; BLANCO, F.F. (Coord.). **Fertirrigação: citrus, flores e hortaliças**. Guaíba : Agropecuária, 1999. v.1, p. 267-278.