



Fertirrega em Horticultura

**Armando J. G. Rosa
(2009)**

INDICE

1 – Introdução	2
2 – Vantagens e inconvenientes da fertirrega	2
3 – Rega	3
3.1 – Equipamentos e procedimentos para estimar as necessidade de rega	3
3.1.1 – Tensiómetros	3
3.1.1.1 – Preparação dos tensiómetros..	4
3.1.1.2 – Instalação dos tensiómetros ...	5
3.1.1.3 – N° de tensiómetros a utilizar ...	5
3.1.1.4 – Locais de Instalação	6
3.1.1.5 – Interpretação das leituras do tensiómetro	8
3.1.2 – Tina de Classe A	10
3.1.2.1 – Estimativa de cálculo da dotação de rega com base na evaporação registada na Tina de Classe A	11
3.1.2.1.1 – Influência da rega localizada na diminuição da evapotranspiração da cultura	12
3.1.2.2 – Dados orientativos para a rega de algumas culturas hortofrutícolas no Algarve (Campina de Faro)	13
3.2 – Frequência das regas	24
3.3 – A água de rega	24
3.3.1 – Análise química	26
4 – Nutrição das culturas	30
4.1 – Influência da solução do solo nos equilíbrios minerais	30
4.2 – Fertilizantes	31
4.2.1 – Função dos elementos nutritivos.	33
4.2.1.1 – Macronutrientes	33
4.2.1.2 – Micronutrientes	35
5 – Soluções nutritivas	38
5.1 – Aplicação das soluções Nutritivas .	42
5.2 – Equipamentos para injeccção dos nutrientes	46
5.2.1 – Tanques de fertilização	47
5.2.2 – Adubadores Venturi	48
5.2.3 – Bombas injectoras ou Dosificadoras.	49
5.3 – Cálculos de adubação	51
6 – Normas de segurança	53
7 – Bibliografia	54

1 - Introdução

A rega pode ser definida como a aplicação artificial de água ao solo com o objectivo de fornecer humidade às plantas cultivadas e melhorar as condições em que as mesmas vegetam. Esta distribuição deverá efectuar-se tendo em atenção a qualidade da água, a cultura e fase de desenvolvimento, a época do ano, o tipo de solo, as condições culturais etc.

Na actualidade é consensual que os agricultores olham a água e o meio ambiente como bens a preservar. Tais factos, aliados ao desenvolvimento dos sistemas de rega localizada, levaram a que a horticultura intensiva se visse confrontada com a necessidade de adequar os equipamentos de fertilização de forma a conjuga-los com o aparecimento das novas tecnologias, mais eficientes e amigas da natureza.

Surgiu assim a ideia da *“fertilirrega”*, que consiste na aplicação conjunta da água e dos elementos nutritivos, de acordo com as exigências das plantas.

A aplicação desta técnica, que se adequa tanto a culturas hortícolas como a culturas frutícolas e ornamentais, implica a recolha de elementos auxiliares tais como análises ao solo, à água e às plantas, de forma a melhor estabelecer um sistema integrado de nutrição vegetal.

2 - Vantagens e inconvenientes da fertilirrega

A fertilirrega, quando comparada com os métodos tradicionais, de rega e fertilização, apresenta inúmeras vantagens, das quais destacamos:

- Maior economia no consumo da água e adubos, uma vez que a sua absorção e disponibilidade é melhorada pelo facto de serem localizados na zona de maior actividade radicular;
- Proporciona uma distribuição uniforme e controlada da água e dos fertilizantes, nas doses e proporções mais adequadas, ao estado fenológico das culturas;
- As perdas de água e nutrientes por lixiviação e volatilização, bem como a acumulação de sais no solo, diminuem devido ao fraccionamento e diminuição das doses aplicadas;
- Permite o incremento da fertilização em culturas intensivas, com elevadas taxas de exportação de nutrientes e por conseguinte um aumento da produtividade e qualidade;
- As operações de aplicação da água e adubos ficam facilitadas, são mais económicas e evita-se compactar o solo, pois deixa de haver necessidade de passagem de homens e máquinas sobre o solo, para a realização destas operações;
- Diminuição do impacto ambiental.

Ao mudar o modo de aplicação dos adubos podem aparecer alguns inconvenientes, que não se podem atribuir ao método em si, mas sim a um manejo incorrecto ou à ignorância que existe de alguns aspectos da nutrição das plantas, tais como:

- Obstrução dos orifícios devido a precipitações por incompatibilidade de alguns fertilizantes entre si e a água de rega, ou devido a dissolução insuficiente;
- Aumento excessivo da salinidade da água de rega;
- Devido à pureza dos adubos faltam alguns elementos que apareciam nos adubos tradicionais, sendo por isso mais importante dar atenção à aplicação de elementos secundários e micronutrientes.

3 - Rega

A distribuição da água de rega deve efectuar-se tendo em atenção a cultura, a fase de desenvolvimento, a época do ano, o tipo de solo as condições culturais etc.

Para o cálculo das quantidades de água a aplicar às culturas tomam-se como referência, em geral, os valores da evapotranspiração das culturas.

A instalação de tensiómetros, e sondas de monitorização da humidade no solo (Enviroscan, TDR, Watermark etc.) são outros instrumentos a que podemos recorrer para apoio e orientação da dotação e frequência das regas.

Para as culturas, em estufa e ar livre, mais representativas da região do Algarve, a Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve (DRAP Algarve) dispõe de publicações, com valores orientativos, aplicáveis em especial às culturas a realizar na Campina de Faro.

3.1 - Equipamentos e procedimentos para estimar as necessidades de rega.

Vamos considerar neste capítulo a tina de classe A e os tensiómetros, visto serem os equipamentos que, no Centro de Experimentação Horto-Frutícola do Patacão, tomamos como referência para estimar e aferir as dotações de água a aplicar às culturas.

3.1.1 - Tensiómetros

São aparelhos que dão informações acerca do grau de secura ou de humidade num solo regado, baseadas na leitura do valor da tensão da água no solo. Dado que medem directamente a energia que as raízes devem empregar, para utilizar a água retida pelo solo, podem constituir excelentes auxiliares do agricultor, fornecendo indicações de razoável precisão quanto ao momento e quantidades de água a fornecer às plantas.

Em termos gerais recomenda-se regar quando os registos sobem acima dos 200 a 300 milibares. Sempre que possível evitar as regas muito copiosas, de modo a que os tensiómetros não desçam abaixo dos 100 milibares na camada superficial, até 30 a 40 cm, região onde se desenvolvem a maioria das raízes activas.

Em muitos casos substituem com vantagem os métodos tradicionais que determinam a humidade no solo com base em análises gravimétricas, uma vez que se eliminam os trabalhos de

recolha das amostras, as determinações em laboratório etc.

Os tensiómetros funcionam satisfatoriamente dentro de um intervalo de valores compreendido entre 0 e 80 cb, valores estes que são adequados para a vegetação em boas condições da maioria das culturas regadas, sendo por isso óptimos auxiliares na rega em horticultura, floricultura e fruticultura.

Um tensiómetro é constituído por um tubo, com possibilidade de ser hermeticamente fechado, que na parte inferior tem uma cápsula de porcelana porosa e na parte superior um manómetro, graduado de 0 a - 100 centibares (cb), que mede a tensão da água no solo (figura1).

Figura 1 - Tensiómetros



O funcionamento do aparelho é baseado na depressão criada no interior do tubo, cheio de água e fechado, pela água ao ser sugada pelo solo. Assim, partindo de um solo húmido, a terra à medida que vai perdendo humidade, por osmose através da cápsula de porcelana porosa, absorve água do interior do tubo, criando uma depressão. Esta depressão é acusada pelo ponteiro do

manómetro, o qual sobe, tanto mais quanto maior a secura do solo. Ao regar o solo fica húmido e a água nele contida é sugada para o interior do tubo, circulando agora em sentido contrário, devido à depressão aí existente. O ponteiro do manómetro começa então a descer, podendo mesmo chegar ao zero se o nível de água aplicada for tal que sature o solo. Depois da rega, o solo, à medida que seca, perde de novo água, cria-se nova depressão no interior do tubo, repetindo-se o ciclo ao regar de novo.

3.1.1.1 - Preparação dos tensiómetros

Antes de instalar um tensiómetro é conveniente fazer uma preparação cuidada de modo a evitar erros e leituras menos correctas. Assim é importante começar por garantir a saturação da cápsula de porcelana porosa, bem como a eliminação de bolhas de ar que possam existir na água, o que nem sempre é fácil, aconselhando-se por isso o uso de água destilada ou fervida para o enchimento dos aparelhos.

Em termos práticos a preparação de um tensiómetro consiste no seguinte:

1. - Colocar o tensiómetro vazio, num balde com água destilada, de maneira a que a extremidade com a cápsula porosa fique mergulhada uns 15 a 20 cm. Para que a água possa penetrar através da cápsula e introduzir-se no interior do tubo, este deve ficar destapado, sendo

conveniente que a operação demore no mínimo umas 12 horas.

2. - Retirar o tensiómetro, enche-lo com água destilada, e suspende-lo verticalmente fora de água, sempre sem rolha, durante cerca de duas horas, tendo o cuidado de evitar que a água se esgote totalmente.
3. - Despejar o aparelho e repetir a operação indicada em 1.
4. - Repetir a operação 2, durante 30 minutos.
5. - Com a cápsula porosa mergulhada em água, atestar o aparelho, e com uma bomba de vácuo (que se pode adquirir junto ao aparelho) aspirar as bolhas de ar que possam existir.
6. - Retirar o aparelho, tapá-lo, secar a cápsula com um papel absorvente e colocá-lo em situação de forte evaporação (perto de uma fonte de calor). Nestas condições deve então registar-se uma forte subida da tensão, que pode chegar aos 60 a 80 cb. Caso isso não se verifique, repetir a operação 3.
7. - Colocar o aparelho verticalmente num balde com água, a uma altura ligeiramente superior à da cápsula. Após alguns minutos registar o valor obtido, o qual deve corresponder ao de um meio em estado de saturação.

Em caso de não utilização imediata, ou após um período de utilização, os tensiómetros devem ficar guardados num recipiente com água destilada. Para evitar a perda de porosidade, a cápsula de porcelana não deve ser

manuseada com os dedos nem contactar com objectos gordurosos.

3.1.1.2 - Instalação dos tensiómetros

Com água e um pouco de terra fina, sem pedras ou elementos grosseiros, prepara-se uma espécie de "*papa*" não muito espessa. Com o auxílio de um tubo de ferro, de diâmetro sensivelmente igual ao do tensiómetro, e onde previamente se marcou a profundidade desejada, abre-se um orifício no solo. Depois, rodando ligeiramente para ambos os lados, retira-se o tubo com cuidado, de maneira a evitar a queda de torrões ou elementos grosseiros para o interior do orifício. Em seguida molha-se a cápsula porosa na "*papa*" de lama, enche-se o fundo do buraco com a lama restante e, com cuidado, rodando ligeiramente, vai-se introduzindo o tensiómetro até a cápsula de porcelana tocar no fundo e a lama jorrar à superfície.

Esta operação é especialmente importante e deve merecer a máxima atenção, em especial nos solos arenosos, dado que se não for bem executada o aparelho pode "*desferrar*", perdendo a água, devido à entrada de ar para o interior do tensiómetro.

3.1.1.3 - Número de tensiómetros a utilizar

Não é possível indicar um número exacto porque as condições variam. Em muitos casos pode ser suficiente um único local de instalação, mas, o ideal, é haver no mínimo dois locais para

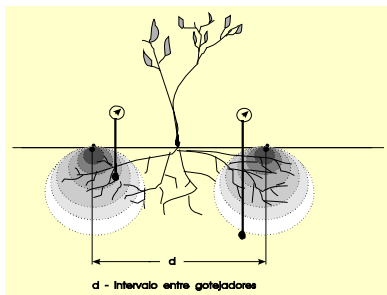
instalação de tensiómetros por cada parcela a regar.

Em cada local de instalação podem ainda ser necessários tensiómetros a diferentes profundidades. Assim para plantas com raízes superficiais, até 40 cm, caso das hortícolas, bastará um tensiómetro. Para fruteiras, em que as raízes activas vão além dos 40 cm, já será aconselhável usar tensiómetros a 2 níveis, e além de 120 cm poderá mesmo ser necessário instalar aparelhos a três profundidades.

3.1.1.4 - Locais de instalação

Os tensiómetros devem ser instalados na zona de desenvolvimento das raízes activas, próximo de um emissor, de modo a que cápsula de porcelana porosa fique situada, numa zona do bolbo húmido, compreendida entre a parte mais saturada de água e a zona mais seca da periferia (figura 2).

Figura. 2 - Esquema de instalação de tensiómetros



O ponto ideal é todavia difícil de determinar com rigor, sendo por isso importante escolher a melhor

localização, atendendo por um lado ao afastamento lateral em relação ao emissor de rega e por outro à profundidade de instalação da cápsula porosa.

Ensaio por nós realizados mostraram que os tensiómetros, quando instalados a pouca profundidade, junto aos gotejadores, têm tendência a registar baixos valores de tensão da água no solo, ainda que a água aplicada tenha sido diminuta. Nestas condições, para manter os registos do tensiómetro dentro dos valores normalmente recomendados, as regas tenderão a ser muito curtas e frequentes, podendo os valores registados sofrer alterações bruscas, devido ao facto da pouca água aplicada ser rapidamente absorvida pelo solo seco das zonas mais afastadas do gotejador. Afastando os tensiómetros do gotejador ou, quando instalados a maior profundidade, aumentamos a sensibilidade de medida, observando-se então que após uma rega, ainda que copiosa, o ponteiro do tensiómetro não desce bruscamente, demora mais tempo a responder, sendo os valores registados, por norma, bastante mais altos que os obtidos nas condições anteriormente referidas. Depois, segue-se uma subida igualmente lenta e gradual até ao momento de efectuar nova rega. Nestas condições, para manter os registos dentro dos parâmetros recomendados, haverá tendência para efectuar regas mais copiosas e menos frequentes, correndo-se então o risco de após as regas, nas zonas mais perto dos gotejadores, ocorrerem períodos em que o solo

apresenta elevada saturação. Assim, se os tensiómetros forem instalados nestas condições, o ideal será trabalhar com valores de referência mais elevados. Refira-se ainda que o afastamento do ponto de rega aumenta a sensibilidade da medida mas aumenta também a hipótese de "*desferrar*", caso o intervalo entre regas seja de tal modo elevado que permita a subida da tensão acima de valores da ordem dos 70 a 80 cb.

Em culturas regadas gota a gota, a nossa experiência bem como diversa informação recolhida, leva-nos a aconselhar que se instalem os tensiómetros, perpendicularmente à linha de rega, afastados 15 a 30 cm do gotejador.

Relativamente à profundidade de instalação da cápsula porosa, recomenda-se, no caso de culturas anuais, como as hortícolas com raízes superficiais, a colocação de um tensiómetro a 15 - 20 cm de profundidade. Este tensiómetro servirá para orientação das regas a aplicar às culturas, podendo instalar-se outro a maior profundidade, 40 a 50 cm, para orientação quanto a possíveis perdas de água por infiltração, para camadas mais profundas fora do alcance das raízes. Convém referir que caso o tensiómetro de baixo, indique sistematicamente valores de tensão inferiores aos indicados pelo colocado mais acima, isso quer dizer que estamos a aplicar regas demasiado copiosas. O ideal será conseguir que as leituras, em ambos os tensiómetros, sejam aproximadamente iguais, mas com registos no

tensiómetros de baixo ligeiramente mais elevados. Este objectivo nem sempre se consegue às primeiras tentativas mas, à medida que se adquire experiência, torna-se mais fácil.

No caso das fruteiras a escolha da profundidade ideal é mais delicada. Convém verificar, se possível com um corte feito nas proximidades dum ponto de rega qual a zona que contém mais raízes. Quando elas são superficiais coloca-se a cápsula porosa a 25 - 30 cm de profundidade. Se as raízes são mais abundantes em profundidade coloca-se a cápsula porosa a 40 - 50 cm de profundidade, aumentando também a distância lateral em relação ao ponto de rega. Também aqui poderá ser interessante a instalação de um tensiómetro a maior profundidade, em local abaixo da zona de maior desenvolvimento radicular, para monitorar a água que eventualmente se infiltre para as camadas inferiores, onde as raízes não abundam.

Muito do que acabamos de referir é também influenciado pelo tipo de solo, o qual condiciona o local de instalação dos tensiómetros. Assim, nos solos arenosos, onde a água apresenta uma maior velocidade de infiltração, com pouco deslocamento horizontal e o bolbo húmido, junto ao ponto de rega, apresenta a forma alongada de um "*fuso*", os tensiómetros devem ser colocados mais perto do ponto de rega. Já nos solos pesados, onde a água se desloca mais na horizontal e menos na vertical, formando um bolbo com a forma de uma "*cebola*", se aconselha a instalação dos tensiómetros um pouco

mais afastados do gotejador. Deste modo, tomando como referência os valores anteriormente indicados, quer em relação ao afastamento lateral quer em relação à profundidade, para instalação dos tensiómetros, aconselhamos que se escolham os valores mais baixos para solos arenosos e os mais altos para os solos pesados, tipo argiloso.

Caso tenhamos disponibilidade, o ideal será para cada tipo de solo ou situação, efectuar um pequeno ensaio de campo com vista a determinar a localização mais correcta para instalação dos tensiómetros, podendo então procede-se do seguinte modo:

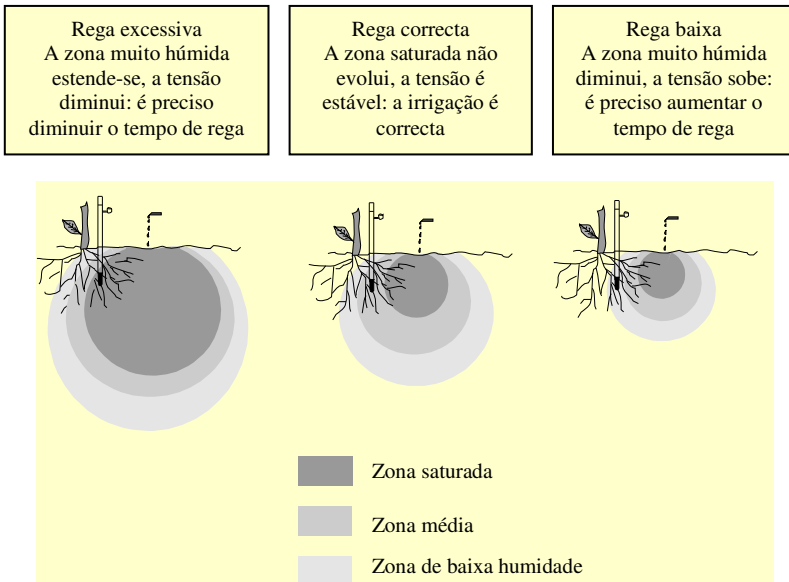
- Após uma rega abundante colocam-se tensiómetros a distâncias diferentes do ponto de rega (ex. 15, 20, 25 cm). Espera-se cerca de 12 horas e fazem-se as leituras dos aparelhos. Os valores da humidade observados devem ser no máximo os da capacidade de campo, ou seja acima dos 200 - 300 mb, senão isso significa que a zona saturada está muito estendida.
- Param-se as regas até os tensiómetros indicarem 150 a 200 mb acima da capacidade de campo.
- Logo que este nível seja obtido, recomeçam-se as regas, aumentando-as progressivamente, até que o tensiómetro mais próximo comece a reagir. Se os três aparelhos reagirem ao mesmo tempo, pode-se estabelecer a distância maior. Se o tensiómetro mais afastado se mostrar pouco sensível, e o mais próximo, ao

contrário, registar um valor muito baixo, é preferível escolher uma distância intermédia. Se o aparelho mais próximo do gotejador não reagir, mesmo aumentando a quantidade de água, isso demonstra que a difusão lateral é fraca e a água tende a infiltrar-se verticalmente, o que põe em causa a rega localizada para esse tipo de solo.

3.1.1.5 - Interpretação das leituras do tensiómetro

Para obter bons resultados com a rega, tomando como referência os valores das leituras observadas nos tensiómetros, é conveniente evitar que o solo seque demasiado, efectuando regas curtas e frequentes, o que não é difícil, quando se dispõe dum sistema de rega localizada. Assim, após a rega, a água reparte-se pelo solo formando um bolbo húmido que, como já referimos, pode adquirir diferentes formas em função do tipo de solo. Em qualquer dos casos, após uma rega, junto ao emissor observa-se sempre uma zona muito saturada em água. No caso de dotação excessiva essa zona tende a aumentar e, ao contrário, se a dotação é baixa tende a diminuir (figura 3). Deste modo os tensiómetros colocados na periferia dessa zona podem detectar a evolução da humidade no bolbo húmido possibilitando um eficaz controlo das regas.

Figura. 3 – Evolução do bolbo húmido em função da dotação de rega



Regra geral as leituras devem efectuar-se diariamente, de preferência sempre à mesma hora logo pela manhã, pois é nessa altura que o movimento da água nas plantas e no solo é quase nulo, existindo por isso condições muito próximas de um equilíbrio.

Após alguns dias de registos nestas condições é possível observar a evolução da tensão da água no solo, podendo então manifestar-se várias tendências:

- Os valores não variam significativamente. Nestas condições os períodos de rega devem manter-se como programado;

- Os valores sobem, seja brusca seja progressivamente, dia após dia, o que significa uma diminuição da zona húmida. Nestes casos é necessário aumentar os períodos de rega;
- Os valores baixam, seja brusca seja progressivamente, dia após dia, o que significa que a zona húmida tende a aumentar. Nestas condições é necessário reduzir os períodos de rega.

A partir destas observações temos depois que decidir qual o momento mais oportuno para efectuar as regas, operação que pode ainda ser condicionada por factores tais como o tipo de solo, o clima, o método de rega etc., devendo por isso esta operação ser decidida pelo técnico ou agricultor de

acordo com as suas próprias condições. A experiência e a investigação fornecem também indicações gerais, muito úteis, que ajudam a interpretar os resultados das leituras dos tensiómetros:

- - 0 a 10 cb - O solo está saturado, podendo as raízes das plantas sofrer uma falta de oxigenação. Nestas condições não é necessário regar. Se se teima em regar é certo que a água aplicada se perderá;
- - 10 a 20 cb - Valores adequados à rega localizada. Na maior parte dos casos, em condições satisfatórias, a rega não será necessária. Em dias quentes, especialmente nos solos tipo arenoso, se a leitura oscilar entre os 13 - 15 cb, convirá regar reduzindo ligeiramente a dotação, ou regar com a dotação programada se a leitura se situa nos 15 - 20 cb;
- - 30 a 60 cb - Valores desta ordem indicam que o solo tem pouca humidade. As plantas não morrem mas o teor de humidade no solo é insuficiente para a rega localizada. Assim é necessário regar, sendo mesmo aconselhável, aumentar progressivamente os períodos de rega;
- - > 70 cb - Leituras acima deste valor indicam falta de água nos solos. É recomendável, em rega localizada, regar muito antes do aparelho acusar valores desta grandeza. Nestas condições, não só as plantas podem começar a sentir os efeitos da seca, como o próprio tensiómetro pode dar resultados menos correctos, correndo o risco de "*desferrar*";

Tendo em conta a nossa própria experiência, no manejo de tensiómetros, recomendamos que se tomem como referência, dotações e intervalos de rega previamente estabelecidos, regando com mais frequência nos solos tipo arenoso e nos meses de elevada evapotranspiração, podendo diminuir-se um pouco esta frequência nos solos tipo argiloso e nos meses frios, onde a evapotranspiração é menor. No caso da rega localizada o nosso objectivo será manter as leituras dentro dos limites de 10 a 25 cb, podendo a título orientativo, indicar-se os seguintes valores:

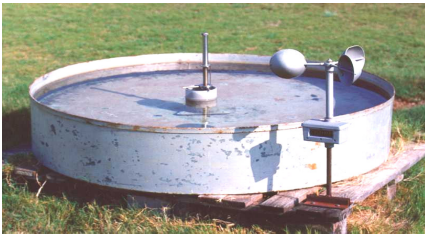
- 10 a 20 cb - Valores adequados à rega de Fruteiras;
- 10 a 15 cb - valores adequados à rega de Hortícolas.

3.1.2 - Tina de Classe A

A Tina de Classe A é um recipiente circular, com 120.7 cm de diâmetro e 25 cm de altura, que permite medir a evaporação numa região em que se encontre instalada. De construção simples, podem fabricar-se localmente, com chapa de alumínio ou de ferro zincado. No campo a tina é depois colocada, horizontalmente, sobre um estrado em madeira, de estrutura aberta, que se instala no solo deixando uma abertura, entre este e o fundo da tina, por onde circula o ar (figura 4).

É importante que a tina esteja sempre limpa e cheia até 5 cm, por debaixo do

Figura. 4 – Tina de classe A



bordo superior; não devendo nunca permitir-se que o nível da água desça mais de 7.5 cm abaixo do referido bordo.

Para efectuar as leituras utiliza-se, em geral, um parafuso micrométrico instalado num tubo cilíndrico, colocado no interior da tina com a finalidade de evitar a turbulência da água à superfície. As leituras, se feitas diariamente, sempre à mesma hora, dão-nos o valor da evaporação em mm, relativa ao dia anterior, com base na qual é depois possível estimar as necessidades hídricas de diferentes culturas.

A utilização dos dados assim estimados, sempre que possível, deve ser complementada pelas indicações dos tensiómetros, o que permite comparar os resultados e corrigir as dotações de água a aplicar às culturas.

3.1.2.1. - Estimativa de cálculo da dotação de rega com base evaporação registada na tina de classe A

A partir dos valores da evaporação obtidos numa tina de classe A é possível estimar a quantidade de água a aplicar a diferentes culturas.

Primeiro, com os dados da evaporação é feita uma estimativa da evapotranspiração de referência (Eto), que se obtém com base na seguinte relação:

$$\bullet Eto = Epan * Kp$$

Eto - Representa a evapotranspiração de uma cultura de gramíneas verdes de altura uniforme, (8 a 15 cm) com crescimento activo cobrindo um solo bem abastecido de água. Em mm/dia ou mm/período.

Epan - Evaporação na tina de classe A. Representa a perda de água por evaporação na superfície de uma tina, em mm/dia ou mm/período

Kp - Coeficiente específico relativo à tina de classe A. Representa a relação entre a evapotranspiração da cultura de referência (Eto) e a perda de água por evaporação na superfície de água livre de uma tina. Os valores deste coeficiente variam com a extensão e o estado da vegetação que cobre o solo em redor da tina, assim como com as condições de humidade e de vento. Pode variar entre 0.55 e 0.85.

A partir do início do Projecto Luso-Alemão (1981/87) iniciaram-se registos dos valores da Evaporação numa tina classe A, instalada ao ar livre, no posto meteorológico do CEHFP (Faro). No quadro I apresentam-se os valores médios recolhidos ao longo de 4 anos, referentes a um período, em que realizamos ensaios com base neste método de medição da evaporação. Ai verificámos que, nas nossas condições, os valores do coeficiente Kp variavam

QUADRO I Valores Médios da Evaporação (mm) registada no Centro de Experimentação Horto-Frutícola do Patacão ao longo de 4 anos.

Mês	Jan.	Fev.	Mar	Abr.	Mai.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez
Epan	1,7	2,1	3,2	4,5	5,7	7,0	8,3	8,7	6,5	4,5	2,2	1,8

de 0.85 a 0.65, sendo os valores mais elevados registados nos meses de Outono/Inverno e mais baixos na Primavera/Verão.

A rega é depois estimada aplicando a fórmula:

$$\bullet \text{Etc} = \text{Eto} * \text{Kc}$$

Etc - Evapotranspiração da cultura. Este valor representa a quantidade de água a aplicar à cultura. Neste valor incluem-se a perda de água devida à transpiração da cultura, mais a evaporação do solo e da superfície húmida da vegetação.

Kc - Coeficiente cultural. Representa a relação entre a evapotranspiração da cultura e a evapotranspiração da cultura de referência, Eto, quando ambas se encontram em espaços amplos, em condições de crescimento óptimas. Este valor é função da espécie cultivada e do seu estado de desenvolvimento, apresentando geralmente valores inferiores a 1.

Os valores de Kc são determinados experimentalmente e vêm publicados em diversa documentação, com destaque para as publicações da FAO (Estudos FAO: Rega e Drenagem nºs 24 e 33). Todavia, a sua aplicação directa nem sempre é aconselhável, uma vez que foram estudados em condições por vezes muito diferentes daquelas em que vão ser utilizados. Por isso é

recomendável, sempre que possível, que se façam estudos de maneira a adapta-los às condições locais.

3.1.2.1.1 - Influência da rega localizada na diminuição da evapotranspiração da cultura

É conhecido de todos que de um solo com muita humidade à superfície, se evapora mais água que num solo seco, resultando daí uma evapotranspiração também maior.

Na rega localizada, quer gota a gota quer por microaspersão, a área de solo molhado é claramente menor do que pelos métodos clássicos (alagamento, aspersão etc.). Assim, na prática, a evapotranspiração é menor quando se utilizam técnicas de microirrigação. Nestas condições os valores de Etc não vão além de 70 a 90 % dos valores normalmente aceites.

Esta diminuição de Etc é tanto maior quanto menor for a densidade dos distribuidores de água e humidificação do solo em superfície. Actualmente, principalmente em estufas utiliza-se também a cobertura do solo com plástico ("*paillage*") o que condiciona igualmente a evaporação à superfície e a humidade do solo.

Tendo em conta estes factores, "*Veschambre et Vaysse*" indicam

alguns coeficientes, que se introduzem na fórmula de cálculo, com a finalidade de corrigir a dotação de rega a aplicar às plantas tendo em conta esta poupança de água e que, com carácter orientativo, se referem no quadro II.

Quadro II – Valores do coeficiente de poupança de água (p)

Tipo de cultura / sistema de rega	(p)
Micro aspersores	0,90
Pomares clássicos com gotejadores (1500-2000 / Ha)	0,80
Pomares de alta densidade com gotejadores (>2500 / Ha)	0,90
Tomate em estufa regado gota a gota	0,75
Tomate, beringela, pimento com solo nú ao ar livre (gota a gota)	0,85
Morangos, pimentos, melão com “paillage” plástica e gota a gota	0,70
Citrinos	0,70

Assim, se a cultura a regar utiliza um sistema de rega localizada, será recomendável introduzir na fórmula de cálculo este coeficiente (p), resultando então a seguinte equação:

$$\bullet \text{Etc} = \text{Epan} * \text{Kc} * \text{p}$$

p - Coeficiente de poupança de água. Este valor está ligado à prática da rega localizada, que provoca uma diminuição na evapotranspiração da cultura.

3.1.2.2 - Dados orientativos para a rega de algumas culturas hortofrutícolas no Algarve (Campina de Faro)

Ensaios realizados no Centro de Experimentação Horto-Frutícola do Patacão (Faro), onde estudamos a temática da rega, permitiram a elaboração de quadros com valores orientativos para a programação da rega em algumas culturas hortícolas.

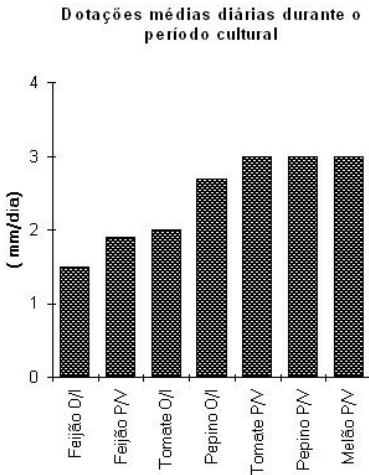
Aplicando os mesmos princípios, tomando como referência os coeficientes culturais estudados para outras regiões semelhantes à nossa foi também possível estimar as dotações de rega para diversas fruteiras, ainda que nesta área o rigor seja menor, pois existe menos experimentação do que em horticultura.

Há vários factores que devem ser tomados em consideração no cálculo da quantidade de água a aplicar às culturas. Um deles é a própria cultura, havendo espécies mais exigentes que outras, donde resultam diferentes consumos de água, para idênticos períodos culturais (figura 5).

Por outro lado há espécies que se adaptam a solos mais húmidos e outras a solos mais secos (quadro III)

Dentro da mesma espécie temos ainda que atender ao estado de desenvolvimento da cultura (figura 6). Em geral na primeira fase o consumo é baixo, sobe bastante na fase de plena produção e volta a diminuir na fase final do ciclo cultural.

Figura 5 – Consumos de água registados em culturas realizada no CEHFP



A época do ano é outro factor de grande influência sobre os consumos de água pela planta. Para uma mesma espécie temos consumos baixos nos meses frios, em que a evaporação é fraca, e

Quadro III – Grupos de culturas de acordo com o esgotamento da água no solo

Grupo	Culturas
1	Cebola, Pimento, Batata
2	Couve, Tomate, Ervilha, Banana, Vinha
3	Feijão, Melancia, Citrinos, Ananás,
4	Algodão, Milho, Beterraba, Oliveira

1 - Mais exigentes em água no solo

4 - Menos exigentes em água no solo

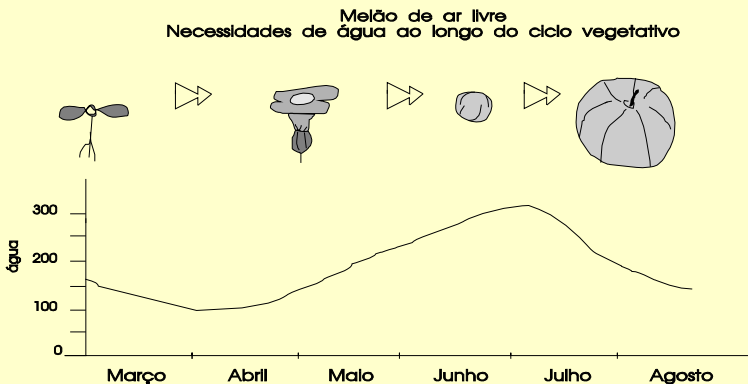
consumos elevados nos meses quentes, quando a evaporação é alta (figura 7).

Para estimar a quantidade de água a aplicar em cada rega podemos tomar como referência a evapotranspiração da cultura ou a humidade do solo, como já foi referido, ao falar da tina de classe A e dos tensiómetros.

No primeiro caso os cálculos são feitos com base na fórmula: - **Rega = Eto * Kc * p**, em (l/m²).

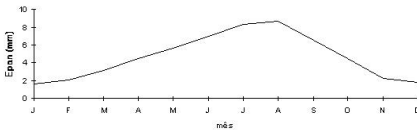
No segundo caso, deixamos o solo secar

Figura 6 – Consumos de água a longo do ciclo cultural



até um valor previamente estabelecido,

Figura 7 – Evaporação ao Ar Livre (Patacão)



aplicando depois uma quantidade de água que reponha a que foi consumida pela cultura. Na prática os dois métodos completam-se, podendo o agricultor tomar como referência os valores calculados com base na evaporação, servindo os tensiómetros para os acertos e correcções que seja necessário efectuar.

Como também já foi referido, calcular com exactidão a dotação de rega exige o conhecimento e a determinação no local de inúmeros dados (evaporação, velocidade do vento, humidade, valores de Kc e p, etc.). Todavia, em grande parte dos casos estes dados não existem e, estudá-los no local, não está ao alcance da grande maioria dos agricultores e técnicos não especialistas nestas áreas.

Por esse motivo julgámos pertinente a elaboração dos quadros IV a XII (Hortícolas) e quadros XIII a XVI (fruteiras) onde se indicam valores médios das quantidades de água a aplicar a algumas das principais culturas regadas, cultivadas na nossa região.

Refira-se todavia que os dados aí inseridos são meramente orientativos, não podendo por isso, *“em caso*

algum”, ser tomados como rígidos ou como *“receita”*, aplicando-se em especial às culturas realizadas nas zonas em redor de Faro, regadas com sistemas tipo gota a gota.

Na verdade cada exploração é sempre um caso particular, não sendo possível esquecer que:

- As condições climáticas variam de local para local;
- Os valores da evaporação, que servem de base aos cálculos, são uma média de apenas 4 anos, registadas no Centro de Experimentação Horto-Frutícola do Patacão, pelo que poderão ocorrer situações diferentes de ano para ano, muito em especial se o local a regar se situar fora da referida zona;
- A densidade de plantação, o uso de *“paillage”*, o sistema de rega, a qualidade da água etc, influem nos cálculos da dotação e da frequência das regas;
- Assim sendo, estes valores devem ser alterados, sempre que deles resultem carências ou excessos de água para a cultura.

A título orientativo recomendamos:

*** Aumentar os valores dos quadros, até um máximo de 30 %, se:**

- O tempo decorre mais quente e ventoso que o normal;
- O solo se apresenta persistentemente seco na camada dos 10 a 40 cm de profundidade;

- O tensiômetro indicar, por períodos de 6-7 dias, valores acima dos 20 a 25 centibares.

*** Diminuir os valores dos quadros, até um máximo de 20 %, se:**

- O tempo decorre mais frio e húmido que o normal;
- O solo se apresenta persistentemente encharcado na camada dos 10 a 40 cm de profundidade;
- O tensiômetro indicar, por períodos de 6-7 dias, valores inferiores a 9 a 10 centibares.

No caso das fruteiras, ao utilizar estes dados, recomenda-se ainda que se tomem em consideração também os seguintes aspectos:

- Os valores indicados têm por base coeficientes culturais retirados de literatura da especialidade, mas não foram ainda suficientemente testados nas nossas condições, pelo que devem ser utilizados com as devidas precauções;
- As tabelas destinam-se à rega de pomares, cobrindo mais de 60 % da área cultivada, e nalguns casos, somente para situações de solo limpo de infestantes, pelo que os valores devem ser alterados, sempre que se registem situações diferentes, de acordo com o seguinte:

a) Solo com infestantes aumentar a rega em 20 a 25 %;

- b) Pomares cobrindo até 20 % da área cultivada, reduzir a rega em 25 a 30 %;
- c) Pomares cobrindo 20 a 60 % da área cultivada, reduzir a rega em 10 a 15 %;
- d) Nas nossas condições a situação normal será a de clima seco. Em situações prolongadas de dias com muita humidade, tomar como referência a tabela de clima húmido.

Quadro IV – Rega localizada do tomateiro em Estufa (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1ª Fase	0.50	0.60	0.95	1.30	1.60	1.95	2.25	2.30	1.65	1.15	0.60	0.50
2ª Fase	0.60	0.75	1.20	1.65	2.10	2.50	2.90	2.95	2.10	1.45	0.75	0.65
3ª Fase	0.75	0.90	1.50	2.00	2.55	3.05	3.55	3.60	2.60	1.80	0.95	0.80
4ª Fase	0.80	1.00	1.60	2.15	2.80	3.30	3.85	3.95	2.85	1.95	1.05	0.90
5ª Fase	0.75	0.90	1.50	2.00	2.55	3.05	3.55	3.60	2.60	1.80	0.95	0.80

Fases de Desenvolvimento

- 1ª - da plantação à floração do 1º cacho
 2ª - da floração do 1º cacho à floração do 3º cacho
 3ª - da floração do 3º cacho à floração do 4º cacho
 4ª - da floração do 4º cacho a meio das apanhas
 5ª - do meio das apanhas até final

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro V – Rega localizada do tomateiro ao Ar Livre (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ.
1ª Fase	0.60	0.75	1.15	1.60	2.05	2.55	3.00	3.15	2.35	1.60	0.80	0.65
2ª Fase	0.80	1.00	1.50	2.10	2.70	3.30	3.90	4.10	3.05	2.10	1.05	0.85
3ª Fase	1.00	1.20	1.85	2.60	3.30	4.10	4.80	5.05	3.80	2.60	1.30	1.05
4ª Fase	1.20	1.50	2.30	3.25	4.10	5.05	5.95	6.25	4.70	3.20	1.60	1.30
5ª Fase	1.00	1.20	1.85	2.60	3.30	4.10	4.80	5.05	3.80	2.60	1.30	1.05

Fases de Desenvolvimento

- 1ª - da plantação à floração do 1º cacho
 2ª - da floração do 1º cacho à floração do 3º cacho
 3ª - da floração do 3º cacho à floração do 4º cacho
 4ª - da floração do 4º cacho a meio das apanhas
 5ª - do meio das apanhas até final

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro VI – Rega localizada do Melão em Estufa (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ
1ª Fase	0.50	0.60	0.90	1.30	1.65	2.05	2.40	2.50	1.90	1.30	0.65	0.50
2ª Fase	0.85	1.10	1.65	2.35	2.95	3.65	4.30	4.50	3.40	2.30	1.15	0.90
3ª Fase	0.70	0.90	1.40	1.95	2.45	3.00	3.55	3.75	2.80	1.90	0.95	0.75

Fases de Desenvolvimento
 1ª - da plantação ao vingamento dos 1ºs frutos
 2ª - do vingamento dos 1ºs frutos ao início das colheitas
 3ª - do início das colheitas até final

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro VII – Rega localizada do Melão ao Ar Livre (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ
1ª Fase	0.60	0.70	1.10	1.55	1.95	2.40	2.80	2.95	2.20	1.50	0.75	0.60
2ª Fase	0.90	1.15	1.75	2.50	3.15	3.85	4.55	4.80	3.60	2.45	1.20	0.95
3ª Fase	1.15	1.40	2.20	3.05	3.90	4.80	5.60	5.90	4.45	3.05	1.50	1.20
4ª Fase	0.90	1.15	1.75	2.50	3.15	3.85	4.55	4.80	3.60	2.45	1.20	0.95

Fases de Desenvolvimento
 1ª - da sementeira ou plantação ao vingamento dos 1ºs frutos
 2ª - após vingamento dos 1ºs frutos e durante a floração feminina
 3ª - durante o engrossamento dos frutos até ao início das colheitas
 4ª - durante as colheitas

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro VIII – Rega localizada do Pimento em Estufa (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ
1ª Fase	0.40	0.50	0.75	1.10	1.35	1.70	2.00	2.10	1.55	1.10	0.50	0.45
2ª Fase	0.65	0.80	1.20	1.70	2.15	2.70	3.15	3.30	2.50	1.70	0.85	0.70
3ª Fase	0.80	1.00	1.55	2.15	2.75	3.40	3.95	4.20	3.15	2.15	1.05	0.85

Fases de Desenvolvimento

1ª - da plantação ao início da floração

2ª - da floração ao início das colheitas

3ª - durante as colheitas

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro IX – Rega localizada do Pimento ao Ar Livre (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ
1ª Fase	0.60	0.75	1.15	1.60	2.05	2.55	3.00	3.15	2.35	1.60	0.80	0.65
2ª Fase	1.00	1.20	1.85	2.60	3.30	4.10	4.80	5.05	3.80	2.60	1.30	1.05
3ª Fase	1.20	1.50	2.30	3.25	4.10	5.05	5.95	6.25	4.70	3.20	1.60	1.30

Fases de Desenvolvimento

1ª - da plantação ao início da floração

2ª - da floração ao início das colheitas

3ª - durante as colheitas

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro X – Rega localizada do Pepino em Estufa (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ
1ª Fase	0.50	0.60	0.90	1.30	1.65	2.05	2.40	2.50	1.90	1.30	0.65	0.50
2ª Fase	0.60	0.70	1.10	1.55	1.95	2.40	2.80	2.95	2.20	1.55	0.75	0.60
3ª Fase	0.65	0.80	1.20	1.70	2.15	2.70	3.15	3.30	2.50	1.70	0.85	0.70
4ª Fase	0.70	0.90	1.40	1.95	2.45	3.00	3.55	3.75	2.80	1.90	0.95	0.75

Fases de Desenvolvimento

- 1ª - da plantação ao início da floração
 2ª - do início da floração até cerca de 1-1.5 m de altura
 3ª - do 1-1.5 m de altura até ao início das colheitas
 4ª - durante as colheitas

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro XI – Rega localizada do Feijão Verde em Estufa (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Rega localizada do feijão verde em estufa (água a aplicar em litros/m²/dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ
1ª Fase	0.30	0.35	0.55	0.75	0.95	1.20	1.40	1.45	1.10	0.75	0.40	0.30
2ª Fase	0.55	0.70	1.10	1.50	1.90	2.35	2.75	2.90	2.20	1.50	0.75	0.60
3ª Fase	0.75	0.95	1.45	2.05	2.60	3.20	3.75	3.95	2.95	2.05	1.00	0.80
4ª Fase	0.70	0.90	1.40	1.95	2.45	3.00	3.55	3.75	2.80	1.90	0.95	0.75

Fases de Desenvolvimento

- 1ª - da sementeira à germinação
 2ª - da germinação ao início da floração
 3ª - do início da floração ao início das colheitas
 4ª - durante as colheitas

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro XII – Rega localizada da Beringela em Estufa (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ
1ª Fase	0.40	0.50	0.75	1.10	1.35	1.70	2.00	2.10	1.55	1.10	0.50	0.45
2ª Fase	0.60	0.70	1.10	1.55	1.95	2.40	2.80	2.95	2.20	1.50	0.75	0.60
3ª Fase	0.70	0.90	1.40	1.95	2.45	3.00	3.55	3.75	2.80	1.90	0.95	0.75

Fases de Desenvolvimento

1ª - da plantação ao início da floração

2ª - da floração ao início das colheitas

3ª - durante as colheitas

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

Quadro XIII – Rega localizada de Citrinos (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Fase de Desenvolvimento	Mês											
	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.	DEZ
1ª Fase a)	0.45	0.55	0.90	1.20	1.55	2.15	2.50	2.65	2.00	1.40	0.60	0.50
2ª Fase a)	0.50	0.65	1.10	1.55	1.95	2.60	3.10	3.25	2.45	1.70	0.75	0.60
3ª Fase a)	0.60	0.70	1.20	1.70	2.15	2.85	3.40	3.55	2.65	1.80	0.80	0.65
1ª Fase b)	1.00	1.20	1.95	2.75	3.50	4.55	5.35	5.60	4.20	2.90	1.35	1.10
2ª Fase b)	0.85	1.05	1.75	2.45	3.10	4.05	4.80	5.00	3.80	2.60	1.20	0.95
3ª Fase b)	0.85	1.05	1.75	2.45	3.10	4.05	4.80	5.00	3.80	2.60	1.20	0.95

Fases de Desenvolvimento

1ª - árvores jovens cobrindo menos de 20 % da área total

2ª - árvores cobrindo de 20 % a 60 % da área total

3ª - árvores cobrindo mais de 60 % da área total

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

a)- solo limpo de ervas

b)- solo com infestantes

Quadro XIV – Rega localizada de Amendoeiras, Ameixeiras, Pereiras, Damasqueiros, Pessegueiros, Nespereiras (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Situação		Mês								
		MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.
Clima Húmido / Vento Ligeiro a Moderado	a)	1.05	1.90	2.55	3.35	3.70	3.40	2.55	1.75	---
Clima Seco / Vento Ligeiro a Moderado	a)	1.05	1.90	2.90	3.78	4.20	4.35	2.90	2.25	---
Clima Húmido / Vento Ligeiro a Moderado	b)	---	2.00	3.05	4.20	4.65	4.90	3.45	2.15	1.20
Clima Seco / Vento Ligeiro a Moderado	b)	---	2.55	3.60	4.85	5.30	5.60	4.00	2.40	1.30

a) solo limpo de ervas

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

b) solo com infestantes

Quadro XV – Rega localizada de Nogueiras (água a aplicar em litros /m²/ dia)

Situação		Mês								
		MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.
Clima Húmido / Vento Ligeiro a Moderado	a)	1.05	1.90	2.55	3.35	3.70	3.40	2.55	1.75	---
Clima Seco / Vento Ligeiro a Moderado	a)	1.05	1.90	2.90	3.78	4.20	4.35	2.90	2.25	---
Clima Húmido / Vento Ligeiro a Moderado	b)	---	2.00	3.05	4.20	4.65	4.90	3.45	2.15	1.20
Clima Seco / Vento Ligeiro a Moderado	b)	---	2.55	3.60	4.85	5.30	5.60	4.00	2.40	1.30

a) solo limpo de ervas

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

b) solo com infestantes

**Quadro XVI – Rega localizada de Vinhas
(chuvas pouco frequentes superfície do solo seca)
(água a aplicar em litros /m²/ dia)**

Situação Climática	Mês									
		MAR.	ABR.	MAI.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OUT.	NOV.
Clima Húmido / Vento Ligeiro a Moderado a)	----	1.35	1.90	2.55	2.85	2.90	2.00	1.05	0.50	
Clima Seco / Vento Ligeiro a Moderado a)	----	1.20	2.05	2.95	3.25	3.40	2.40	1.35	0.50	
Clima Seco / Vento Ligeiro a Moderado b)	0.50	1.20	2.05	2.95	3.25	3.15	2.00	1.20	0.50	

a) - Vinhas Adultas, em regiões de geadas ligeiras; primeiras folhas em princípios de Abril, vindima em começos de Setembro; a meio do período vegetativo a cobertura do solo deve rondar os 30/35 %. Solo limpo de infestantes

b) - Vinhas Adultas, em regiões de clima seco e quente; primeiras folhas em finais de Fevereiro ou princípio de Março, vindima meados de Julho; a meio do período vegetativo a cobertura do solo deve rondar os 30/35 %. Solo limpo de infestantes

Nota: Os dados do quadro têm por base valores médios da evaporação numa Tina Classe A durante 4 anos

3.2 - Frequência das regas

Tão importante como saber estimar a quantidade de água a aplicar à cultura, é o conhecimento da oportunidade de rega.

Se as regas forem muito espaçadas, a planta fica submetida a períodos de muita humidade no solo, intercalados com outros de grande secura. Além disso, nestas condições, as regas acabam por ser muito copiosas originando perdas de água elevadas, principalmente se os solos são leves, do tipo arenoso.

Se as regas são muito frequentes, em certos casos, conduzem ao encharcamento do solo, durante bastante tempo, podendo então ocorrer problemas de asfixia radicular.

No caso das plantas hortícolas, aconselha-se que antes da plantação, de preferência no dia anterior, se aplique ao solo uma rega que deixe as linhas de plantação uniformemente humedecidas. Evita-se assim a perda de plantas aquando da plantação, pois assegura-se logo de início um solo provido de água na zona de desenvolvimento das raízes. As regas posteriores terão início uma a quatro semanas após a plantação (dependendo da época do ano e do tipo de solo), mas sempre antes das plantas apresentarem sintomas de secura.

Para escolher a melhor oportunidade de rega podemos tomar como referência a água existente no solo. Nestas condições os tensiómetros, são, como já vimos, um ótimo auxiliar. Na prática, para a maioria das culturas, as regas terão lugar quando se registam valores

acima dos 20 a 30 centibares, sendo de evitar regas muito copiosas, de modo a que os aparelhos não acusam valores abaixo dos 10 centibares, na camada superficial até 30 ou 40 cm de profundidade, região onde se desenvolvem a maioria das raízes activas.

Outro modo de determinar a frequência das regas é estabelecer períodos fixos, tendo em atenção a época do ano e o tipo de solo, podendo então tomar-se como orientação, o seguinte:

Cultura a decorrer na época quente (Abril a Setembro)	
Solos tipo Arenoso	Rega diária ou cada 2 Dias
Solos tipo Argiloso	Rega cada 2 – 3 Dias

Cultura a decorrer na época fria (Outubro a Março)	
Solos tipo Arenoso	Rega cada 2 - 3 Dias
Solos tipo Argiloso	Rega cada 3 – 5 Dias

3.3 - A água de rega

As águas segundo a sua origem podem apresentar diferentes composições, e quantidades variáveis de sais em dissolução.

Assim as águas provenientes das serras, captadas em reservatórios ou barragens, são em geral de boa qualidade podendo

ser utilizadas, sem grandes restrições, para a rega das culturas.

Pelo contrário as águas do litoral, captadas por meio de “*furos*” no subsolo, como acontece em algumas regiões do Algarve, apresentam com frequência salinidade elevada, com valores por vezes altos de sódio, cloro, magnésio, cálcio, bicarbonatos e sulfatos. Noutras ocasiões apresentam grandes concentrações de azoto, sob a forma de nitrato e pequenas quantidades de fósforo e potássio, com origem em desequilíbrios na fertilização das culturas.

Assim torna-se importante avaliar, do ponto de vista químico, a qualidade da água como forma de prevenir problemas de salinização e alcalinização ou acidificação do solo, bem como a possibilidade de ocorrerem danos devido à toxicidade, que alguns elementos em excesso possam provocar nas culturas.

Por outro lado certos elementos, como o cálcio e o magnésio, por si sós ou devido a reacções com os adubos a aplicar podem precipitar e entupir os gotejadores ou fitas de rega.

Também as águas muito sujas com areias, argilas, algas etc. podem causar problemas, obstruindo as saídas da água.

Por vezes proliferam ainda microorganismos (bactérias, fungos) que entopem os emissores.

Assim, a qualidade da água de rega, deverá ser também avaliada do ponto de vista físico-biológico.

Os problemas de entupimento físico dos emissores, de origem mineral ou

orgânica, solucionam-se instalando filtros adequados, para o que se aconselha contactar técnicos da especialidade.

Os entupimentos devidos a microorganismos podem-se minorar aplicando cerca de 200 cc de hipoclorito de sódio (lixívia) a 10 % por cada m³ de água.

No caso das obstruções de origem química com base no cálcio, o ideal será actuar preventivamente, acidificando a água, de maneira a evitar que o pH seja superior a 6 – 6,5. Se a obstrução já ocorreu, antes de iniciar nova cultura, pode empregar-se ácido nítrico, na proporção de 3 a 4 litros por cada m³ de água, deixando actuar durante cerca de 30 minutos com a água a correr a baixa pressão. Depois destapam-se as pontas dos tubos e deixa-se correr a água, à pressão normal, para que esta arraste o resto das impurezas, repetindo se necessário.

Se as obstruções são devidas à existência de ferro utiliza-se o ácido sulfúrico nas doses de 0,5 a 1 % ou o permanganato de potássio a 0,6 mg/l, por cada mg/l de ferro na água de rega.

No caso das algas, recomenda-se evitar a exposição da água à luz solar tapando os reservatórios ou, caso isso não seja viável, adicionando 0,5 a 1 g sulfato de cobre ou 0,2 g de permanganato de potássio / m³ de água.

Refira-se no entanto que estes produtos se deverão aplicar o menos possível, pois não só implicam acréscimo de custos como vão diminuir a qualidade da água para as plantas.

3.3.1 - Análise química

Para efeitos de fertirrega interessa-nos fundamentalmente os resultados da análise química pois, em última análise, são eles que nos permitem avaliar a aptidão das águas para efeitos da sua aplicação às culturas.

Para melhor interpretação dos valores das análises, que podem ser efectuadas em diversos laboratórios oficiais, nomeadamente o laboratório da DRAP Algarve em Tavira e Rebelo da Silva em Lisboa, importa referir os seguintes aspectos:

- **pH** – Avalia a acidez ou alcalinidade da água. Para efeitos de rega importa que o seu valor se situe entre 5,5-6,5 já que valores acima de 6,5 podem provocar precipitações dos iões Fe^{++} , Ca^{++} , Mg^{++} , e PO_4^- que, conduzem à insolubilidade dos sais, provocando dificuldades de absorção dos nutrientes e entupimento dos gotejadores;

- **Salinidade** – Este parâmetro permite avaliar a concentração de todos os sais, solúveis e ionizados, existentes na água. Estes sais dão lugar a uma pressão osmótica que é tanto maior quanto maior a sua concentração. Uma pressão osmótica elevada dificulta a absorção da água e adubos a ela incorporados, pelo que a água terá tanto melhor quanto menor a sua salinidade.

Na prática os resultados da salinidade vêm expressos pela sua “*condutividade eléctrica*” (CE) que se pode exprimir em milimhos/cm

(mmhos/cm), equivalendo 1 mmhos/cm a aproximadamente 0,64 g/litro.

Considera-se, regra geral, que não ocorrem problemas de salinidade com águas de CE não superior a 0,75 mmhos/cm.

Refira-se que os adubos adicionados à água fazem elevar a salinidade. Dependendo da sensibilidade da cultura e da própria salinidade do solo, a concentração de sais na água de rega não deve exceder, na pior das hipóteses, 2 g / l.

Este dado é importante pois mostra que as águas de baixa salinidade permitem a incorporação de maiores quantidades de adubo.

Quando se utilizam águas salinas é conveniente utilizar um volume de água adicional para lavagem do solo. Também se recomenda, mesmo com chuva, continuar a regar até esta atingir os 50 mm, para evitar a subida dos sais para o interior do bolbo húmido.

Os iões que usualmente se analisam nas águas de rega são:

Catiões

Cálcio (Ca^{++})

Magnésio (Mg^{++})

Sódio (Na^{++})

Potássio (K^{+})

Aniões

Cloreto (Cl^{-})

Sulfato ($\text{SO}_4^{=}$)

Bicarbonato (CO_3H^{-})

Carbonato ($\text{CO}_2^{=}$)

- **Cálcio** – Se exceptuarmos os problemas de entupimento dos gotejadores devido à precipitação com os sulfatos e com os carbonatos, a sua presença não é prejudicial e em algumas ocasiões pode beneficiar os solos que contenham baixos teores de carbonatos.

Cálcio que a água pode solubilizar sem que haja precipitados, em função do pH

pH	Ca (meq/l)	pH	Ca (meq/l)
6,0	36,80	7,0	7,00
6,2	25,20	7,2	5,40
6,4	17,60	7,4	4,20
6,6	12,70	7,6	3,30
6,8	9,30	7,8	2,56

Fonte: WWW.fertiberia.com

Normalmente, em águas salinizadas, é o catião em maior proporção, contribuindo para reduzir os efeitos adversos do sódio, cloretos, sulfatos etc. A sua presença contribui para aumentar a permeabilidade dos solos ricos em sódio. O cálcio contido na água de rega deverá ser considerado para efeitos de fertilização das culturas.

- **Magnésio** – É outro elemento que deve ser tido em linha de conta nos cálculos de adubação, podendo aparecer em concentrações elevadas nas águas salinas, situação em que poderá induzir o aparecimento de carências de potássio. Quando a relação Ca/Mg é inferior a 1 os efeitos do sódio tendem a aumentar.
- **Sódio** – A existência do catião sódio nas águas de rega em nada beneficia

as culturas, podendo ocorrer fenómenos de toxicidade à medida que o sódio absorvido se acumula nas folhas em concentrações superiores ao limite de tolerância da cultura. Nas culturas mais sensíveis, caso das fruteiras, e arbustos ornamentais, são de prever problemas crescentes a partir de valores da ordem dos 69 mg/l. A maioria das culturas anuais são mais resistentes mas podem igualmente ser afectadas por concentrações mais elevadas.

Quando as águas apresentam valores elevados de sódio, este acumula-se nos primeiros centímetros do solo, degradando a sua estrutura. Daí resulta uma obstrução dos poros, com diminuição da permeabilidade do solo, em consequência do aumento de volume dos agregados existentes, devido ao seu humedecimento.

Nestas condições podem surgir horizontes compactos onde a água não circula em profundidade.

A quantidade de sódio, cálcio e magnésio existente no complexo de troca tem influência na compactação do solo e nos problemas de toxicidade, desempenhando o magnésio e o cálcio, mas principalmente este último, uma acção benéfica contrária à do sódio. Por esse motivo importa conhecer a acção resultante da proporção em que cada um deles se encontra na água de rega, cujo valor nos é dado pelo índice de adj. SAR (razão de absorção de sódio ajustada). Assim quanto maior for a quantidade de sódio em relação ao cálcio e magnésio, maior será o valor de adj.

SAR e portanto maiores os problemas. Águas com valores de adj. SAR superiores a 6 podem ocasionar problemas de impermeabilidade. Para valores acima de 3 surgem os sintomas de toxicidade nas plantas mais sensíveis

- **Potássio** – Ao contrário do elemento anterior, a presença do potássio revela-se benéfica, pois pode funcionar como um suplemento extra de adubo, devendo por isso ser tido em consideração quando se apresenta em quantidades elevadas nas águas de rega.

- **Cloro** – A maioria das árvores e plantas lenhosas são sensíveis a pequenas concentrações de cloro ao passo que as herbáceas anuais apresentam maior resistência. Absorvido pelas raízes acumula-se nas folhas, tal como o sódio, apresentando todavia sintomas de toxicidade diferentes. Nesta situação as folhas começam por apresentar queimaduras nas pontas e não nas bordaduras. Com frequência ocorrem também cloroses foliares acentuadas nas partes muito iluminadas, que podem degenerar em queimaduras nas bordas. À medida que as folhas envelhecem e o problema se agrava, estas queimaduras são acompanhadas pela queda periférica das folhas e desfoliação das plantas. Se as concentrações de cloro são altas o fósforo e o azoto são absorvidos com dificuldade.

Em culturas sensíveis, concentrações acima de 106 mg / l no caso das plantas absorverem os sais pelas

folhas, ou 142 mg / l se a absorção se efectua pelas raízes, podem dar origem à ocorrência dos problemas anteriormente referidos.

- **Sulfatos** – Este anião é menos perigoso que o cloro, e a sua presença em geral não afecta muito as plantas. Todavia em algumas espécies, concentrações elevadas podem afectar o ápice e depois a borda das folhas, que perdem clorofila e se tornam amarelas. Este elemento também limita a absorção do cálcio e facilita a do sódio, com os inconvenientes daí resultantes.

Nas redes de rega que utilizam tubos de fibrocimento, valores da ordem dos 300 a 400 mg / l podem provocar a corrosão dos mesmos.

- **Carbonatos e bicarbonatos** – Isoladamente os carbonatos não aparecem nas nossas águas de rega (região Algarvia).

Os bicarbonatos não causam toxicidade mas, quando em concentrações elevadas, podem provocar a precipitação no solo dos carbonatos de cálcio e magnésio, o que origina uma subida da concentração do sódio. Em regas por aspersão, com baixa humidade e alta evaporação, podem formar-se manchas esbranquiçadas sobre as folhas e frutos que reduzem o valor comercial das culturas. Além disso, nos sistemas de rega gota a gota, na presença de cálcio e magnésio, produzem-se precipitados que vão obstruir os orifícios de saída da água. O seu teor na água de rega não deve ultrapassar os 90 mg / l.

Ainda que, de momento, a sua análise não se efectue por rotina temos dois elementos, o azoto e o boro, cujo valor convém conhecer.

- **Azoto** – Em principio não são de prever níveis elevados deste elemento nas águas de rega. Todavia em zonas de forte implantação agrícola, como sejam aquelas onde se pratica a horticultura intensiva, há tendência para utilizar este elemento em excesso, podendo o mesmo aparecer nas águas sob a forma de nitratos (NO_3).

Nestas situações, além dos aspectos ecológicos, devemos ter em atenção que o nitrato, contido na água de rega, é um nutriente que estimula o crescimento das plantas tal como qualquer adubo azotado.

A produção de culturas sensíveis pode ver-se afectada por concentrações a partir de 5 mg/ l (5 Kg de N por 1000 m³ de água). Por isso se recomenda a análise deste elemento sempre que se suspeite da sua existência na água de rega, tendo-o depois em consideração no momento de efectuar a adubação, tanto mais que isso é também economicamente vantajoso para o agricultor.

Outro problema que pode ocorrer em águas com excesso de elementos azotados é a proliferação de algas que podem entupir os gotejadores.

- **Boro** – O boro é um elemento essencial para o crescimento das culturas mas estas consomem-no em quantidades reduzidas. Quando em excesso é tóxico sendo essa

toxicidade, por vezes, devida à sua presença nas águas de rega. O boro acumula-se nas folhas e em outras partes da planta, aparecendo os primeiros sintomas de toxicidade nas pontas das folhas mais velhas, assim como nos bordos.

Plantas tolerantes ao boro tais como o espargo ou a fava podem regar-se com águas com 3 a 4 mg / l ao passo que as mais sensíveis, caso dos citrinos, podem ver-se afectadas se as águas contêm mais de 0,3 a 0,5 mg / l de boro.

Sendo possível, seria bom dispor também de indicações acerca dos micronutrientes, em especial aqueles a que a cultura a regar é mais sensível, dado que isso seria bastante útil para elaborar os calendários de fertirrega da cultura.

No quadro XVII indicam-se as concentrações máximas recomendadas de oligoelementos em águas de rega.

Quadro XVII

Elemento	(Símbolo)	mg / l
Alumínio	Al	5,00
Arsénio	As	0,10
Berílio	Be	0,10
Cádmio	Cd	0,01
Cromo	Cr	0,10
Cobalto	Co	0,05
Cobre	Cu	0,20
Flúor	F	1,00
Ferro	Fe	5,00
Chumbo	Pb	5,00
Lítio	Li	2,50
Manganês	Mn	0,20
Molibdénio	Mo	0,01
Níquel	Ni	0,20
Selénio	Se	0,02
Vanádio	V	0,10
Zinco	Zn	2,00

Fonte : Environmental Studies Board, Nat Acad. Of Sci. Nat. Acad. of Eng. Water Quality Criteria, 1972

4 - Nutrição das culturas

Na fertilização tradicional os adubos, necessários ao desenvolvimento das culturas, são incorporados ao solo em adubações de fundo, sendo mais tarde complementadas com a aplicação de coberturas, normalmente com base no azoto, na forma de adubos granulados ou cristalizados.

Com a fertirrega, a adubação de fundo é menos importante e a totalidade ou, o que é mais normal, parte dos adubos são fornecidos em simultâneo com a

água de rega (fertirrega) ao longo do ciclo cultural, respeitando tanto quanto possível as necessidades das plantas e tendo em atenção as maiores ou menores exigências dos diferentes nutrientes, ao longo desse mesmo ciclo.

4.1 - Influência da solução do solo nos equilíbrios minerais

A absorção de um dado ião é fortemente influenciada:

- Pela concentração desse mesmo ião no meio;
- Pela presença simultânea de outros iões.

A presença de determinados iões em diferentes concentrações num meio pode influenciar a absorção de um dado ião por parte da planta. Por outro lado dois iões podem entrar em competição pelos pontos de fixação implicados na absorção mineral.

No quadro XVIII indicam-se os principais “*antagonismos*” (menor assimilação) e “*sinergismos*” (aumento da assimilação) observados, aquando da assimilação dos nutrientes.

Temos ainda que atender ao facto do solo funcionar como suporte e armazém da água e elementos nutritivos a fornecer às plantas.

Se num solo aumentamos a concentração de um determinado catião, provocamos um desequilíbrio na sua solução, que dá origem à fixação de uns e ao desprendimento de outros. Alguns catiões são absorvidos com maior intensidade que outros, resultando por isso mais difícil a sua substituição por outro ião. Assim temos, por ordem

Quadro XVIII

Assimilação do Ião	Antagonismo	Sinergismo
NH ₄	Mg, Ca, K, Mo	Mn, P, S, Cl
NH ₃	Fe, Zn	Ca, Mg, K, Mo
P	Cu, Zn, (K, Fe, Zn)	Mo, (Mg)
K	Ca, Mg, (Bo, Mg)	Mn*, (Fe)
Ca	(K, Fe, Mg)	Mn**
Mg	Ca, K	Mo
Fe	Cu, Zn	
Zn	Cu	
Cu	Zn, Mo	
Mn	Zn, Ca, Mo	
Na	(Mg, Ca)	
HCO ₃	(Fe)	
SO ₄	(Ca)	(Na)

* Solos ácidos; ** Solos alcalinos

Fonte: Burt, et all., 1998 e Pizarro, F “Riegos localizados de alta frequência”

crescente de intensidade de absorção: Na⁺, NH₄, K⁺, Mg⁺⁺ e Ca⁺⁺, ocupando os micronutrientes Zn⁺⁺, Cu⁺⁺, Mn⁺⁺ e Fe⁺⁺ uma posição intermédia entre o Mg⁺⁺ e o Ca⁺⁺.

A capacidade que um solo tem para retenção dos cátions de troca designa-se por “*capacidade de troca*”, sendo maior em solos argilosos ou ricos em matéria orgânica do que nos pobres neste elemento ou nos muito arenosos.

Por sua vez os aniões presentes na solução do solo, sulfatos (SO₄₌), cloretos (Cl), fosfatos (PO₄₌), e Nitratos (NO₃.) não são atraídos pelo complexo de troca pois têm, tal como ele, carga negativa.

Como consequência os nitratos e cloretos são facilmente arrastados pela água de rega, perdendo-se por percolação profunda. Os sulfatos e fosfatos em solos ácidos, podem reagir com hidróxidos de ferro e alumínio, formando compostos insolúveis que precipitam, mas em solos neutros ou alcalinos os sulfatos são bastante móveis e os fosfatos são absorvidos pelo complexo através da associação ao cálcio e ao magnésio. Por isso, e apesar da pouca mobilidade dos fosfatos, com rega localizada, produz-se fixação iónica de troca, de tal modo que por difusão vão ficando ao alcance das plantas.

Do exposto se depreende ser necessário elaborar planos de fertilização que considerem os parâmetros atrás mencionados, programando a fertilização, procurando que a água tenha um pH dentro dos valores recomendados e tendo presente que os solos com forte poder de retenção permitem uma maior fixação dos cátions e da água de rega, ao contrário dos solos arenosos e com pouca matéria orgânica. Assim, nestes últimos, a aplicação da água e adubos deve efectuar-se de modo repartido e frequente, sob pena de perdermos por arrastamento, grande parte da água e dos iões nela contidos.

4.2 - Fertilizantes

A prática da fertilização exige um conhecimento básico sobre a utilização dos adubos a aplicar.

Os adubos são sais que a água pode dissolver, em maior ou menor proporção, e que contribuem para lhe modificar tanto o valor de pH como o da condutividade (CE).

Como já tivemos ocasião de referir, a soma da **CE** da “**ÁGUA de REGA + ADUBOS**” não deve superar os 2-3 mmhos/cm (1,28 a 1,92 g/l) e o pH deve ser inferior a 6,5. Com pH acima deste valor podem ocorrer precipitações de alguns elementos, especialmente se o cálcio está presente (carbonatos, hidróxidos, fosfatos).

Para evitar a salinização da água de rega os fertilizantes devem aplicar-se de forma fraccionada. Este fraccionamento resulta ainda mais vantajoso no caso dos adubos azotados, e mesmo dos potássicos ou ricos em magnésio, em especial nos solos arenosos, onde as perdas por lixiviação poderiam ser elevadas, dado o fraco poder de retenção deste tipo de solos.

Partindo do princípio de que dispomos de uma boa instalação, com adubador e outros componentes resistentes aos ácidos, podemos utilizar qualquer adubo suficientemente solúvel, desde que se respeitem as características de cada um podendo utilizar-se tanto os adubos sólidos solúveis como os adubos líquidos.

Resumidamente os requisitos a respeitar para a utilização de adubos na fertirrega das culturas são:

- Serem perfeitamente solúveis em água com o objectivo de evitar obstruções, tendo em atenção a compatibilidade

dos adubos uns com os outros e com a própria água de rega;

- Serem puros. As impurezas na solução fertilizante, sejam elas da água de rega sejam de produtos químicos a ela incorporados, provocam obstruções nos sistemas de rega, que podem reduzir de forma notável a eficiência da fertirrega, com efeitos negativos sobre a produção;
- Ter em atenção a salinidade e toxicidade produzida ou induzida pelos adubos. Ao calcular as doses a aplicar não se devem superar os valores admissíveis de salinidade ou toxicidade de certos iões quando a concentração na água de rega ultrapassa determinados limites;
- Na medida do possível os adubos não devem ser de manuseamento perigoso, nem corrosivos para os materiais e instalações. Estas questões devem considerar-se quando se utilizem ácidos para combater os entupimentos ou fornecer nutrientes.

Com solos desequilibrados e águas de rega que contenham quantidades elevadas de nitratos, cálcio e magnésio, como acontece em algumas zonas do Algarve, é importante que a fertilização tenha em atenção os nutrientes registados nas análises ao solo e à água de rega. Por esse motivo damos preferência à utilização de adubos simples, razão pela qual não recomendamos o uso de adubos compostos, sólidos ou líquidos, fabricados na maioria das vezes com base em equilíbrios que não

Fertirrega em horticultura

contemplam os elementos fornecidos pela água e pelo solo.

4.2.1 - Função dos elementos nutritivos

São dezasseis os nutrientes essenciais para o desenvolvimento das plantas. O carbono, oxigénio e hidrogénio são

plantas é necessário aplica-los sob a forma de adubos.

Em geral os adubos contendo azoto, fósforo, potássio, cálcio e magnésio são aqueles que, na maioria dos casos, é necessário aplicar às culturas instaladas no solo.

No quadro XIX apresentam-se algumas características dos adubos que, com

Quadro XIX – Características de alguns adubos para utilização em fertirrega

Fertilizante	Riqueza em nutrientes (%)						Solubilidade (g/l)		pH (1 g/l)	CE mmhos/cm (1g/l)	Densidade	Reacção
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO	Ca	0°C	20°C				
Nitrato de Amónio	33,5	00	00	00	00		1180	1920	5,6	0,94	0,00	A
Sulfato de Amónio	21			22			700	760	5,5	2,14		A
Ureia	46						667	1033	5,8	<0,01		N/A
Acido Nítrico (56%)	12,6								2,65	3,33	1,33	A
Fosfato Monoamonio	12	61					227	384	4,9	0,80		A
Acido Fosfórico (75%)		54,3							2,85	1,84	1,57	A
Nitrato de potássio	13		46				130	316	7,0	1,26		N/B
Sulfato de potássio			50	17			74	111	7,1	1,42		B
Nitrato de Cálcio	15,5					19	1020	1220	5,87	1,11		A
Nitrato de Magnésio	11,0				15,7		279	1330	5,43	0,86		A
Sulfato de Magnésio				12	16		600	700				

(A) Ácida ; (B) Alcalina; (N) Neutra

absorvidos directamente do ar e da água de rega. Os restantes, azoto, fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio (Macronutrientes), ferro, cobre, manganês, zinco, molibdénio, cloro e boro (Micronutrientes) podem existir no solo e na água. Quando não existam na quantidade suficiente às exigências das

maior frequência, se utilizam em fertirrega.

4.2.1.1 - Macronutrientes

Adubos azotados – São consumidos pelas plantas, em quantidades elevadas, ao longo do ciclo vegetativo o que

aliado ao seu fácil arrastamento recomenda uma aplicação muito fraccionada.

A sua absorção é diminuta até à floração incrementando-se depois de forma acentuada. O Azoto contribui para o rápido desenvolvimento da vegetação, sendo essencial para se obterem elevadas produções.

Quando em excesso pode provocar atrasos na maturação dos frutos, predispor aos ataques de pragas e doenças, provocar o alongamento dos entre-nós e debilidade das plantas, bem como diminuir o poder de conservação e a resistência ao transporte.

Da nossa experiência na região do Algarve, somos levados a concluir que os horticultores utilizam os adubos azotados em excesso, facto que é confirmado pelas análises de solo e águas de rega.

Adubos fosfatados – São consumidos pelas plantas em menores quantidades do que os adubos azotados, acentuando-se as necessidades das plantas na fase que vai da plantação ao vingamento dos frutos. A sua aplicação é importante para o desenvolvimento das raízes e a sua presença contribui para o aumento da quantidade e qualidade dos produtos, actuando de forma positiva sobre a floração, vingamento e maturação dos frutos.

A época da sua aplicação ao longo do ciclo cultural é indiferente, sendo todavia importante criar uma riqueza suficiente de fósforo junto ao bolbo húmido. Este facto, conjugado com o facto de apresentarem baixa mobilidade

no solo, com perdas por lixíviação diminutas, permite que se apliquem maiores quantidades na adubação de fundo e menos fraccionados na água de rega.

Com fertirrega há uma ligeira acidez no bolbo, devido à aplicação de adubos com reacção ácida, que facilita a assimilação pelas plantas e a mobilidade do fósforo.

Quando em excesso pode induzir carências (Cu, Zn; Fe).

Ao contrário dos azotados, os adubos fosfatados são insuficientemente utilizados pela maioria dos horticultores algavios.

Adubos potássicos – O seu consumo é elevado sendo assimilados pelas plantas ao longo do ciclo vegetativo e, de forma mais intensa, nas fases da floração e “engrossamento” dos frutos. Contribuem para aumentar a resistência das plantas às doenças, melhorar a qualidade e quantidade de da produção, influenciando ainda na assimilação do azoto e no acelerar da maturação dos frutos. A sua falta contribui para reduzir o calibre e as qualidades organolépticas dos frutos.

Juntamente com os azotados são os adubos mais utilizados em fertirrega na horticultura moderna. Sendo o potássio mais móvel que o fósforo mas menos móvel que o azoto, as perdas por lavagem, são menores e a sua distribuição no solo é mais uniforme, já que se distribui lateralmente e em profundidade, na zona do bolbo húmido junto aos gotejadores.

Quando em excesso podem influir de forma indirecta sobre a absorção do Ca e Mg, induzindo carências.

Adubos com cálcio – Na maioria das vezes são esquecidos, por agricultores e técnicos, possivelmente por se partir do princípio de que, quer os solos quer as águas de rega, contêm cálcio em quantidades suficientes. Em muitos casos isso não se verifica, sendo frequentes os sintomas de carência e a ocorrência de enfermidades fisiológicas em algumas culturas (*“Bitter-pit”*, frutos rachados, podridões apicais), como seja o caso das maçãs, tomate, pimento, morangos e alfaces. Esta situação pode ocorrer quando o cálcio não se encontra presente na solução do solo ou, existindo, estar sob forma não assimilável pelas culturas.

As deficiências ocorrem especialmente em solos muito ácidos ou em solos arenosos. Concentrações elevadas de Na, K ou Mg, na água de rega podem induzir carências de cálcio. Nestas condições o pouco cálcio assimilado pela planta concentra-se nas folhas podendo os frutos sofrer graves deficiências.

A presença de cálcio favorece o crescimento dos tecidos meristemáticos, mas quando em excesso, contribui para reduzir as disponibilidades do P, K, Fe, Zn e B, podendo ocorrer carências.

Adubos com Magnésio – Por razões idênticas às referidas anteriormente, em muitos casos, não se dá a devida importância à aplicação destes adubos.

Sendo o Magnésio um elemento essencial e abundante pode ocorrer a sua deficiência em regadios com água de barragem, nos solos ácidos e nos solos arenosos ou muito caliosos. As águas ricas em sulfatos e potássio também restringem a absorção do Mg.

O magnésio é um elemento fundamental na composição dos pigmentos da clorofila e é importante nos fenómenos da fecundação.

Quando em falta podem ocorrer carências nas culturas, caso do pepino, com sintomas muito característicos nas folhas mais velhas.

Em excesso produz frutos com elevada acidez e maturação tardia.

4.2.1.2 - Micronutrientes

Na agricultura tradicional não se lhes dava muita importância, sendo pouco utilizados.

Na verdade as plantas consomem-nos em quantidades reduzidas e tanto o solo como a água de rega dispunham de níveis suficientes para as exigências das culturas, pelo que só em casos pontuais, com culturas mais exigentes ou solos muito explorados, esse problema se punha.

Com a rega localizada, muitas vezes usando águas de barragem mais puras e isentas de sais, as raízes das plantas passam a explorar um volume reduzido de solo. Nestas condições a disponibilidade dos micronutrientes esgota-se com mais rapidez, tornando necessária a sua aplicação em fertirrega ou por via foliar.

Todavia não se devem utilizar os micronutrientes de forma indiscriminada, mas sim quando haja uma necessidade comprovada, pois é fácil, passar do estado de carência ao aparecimento de sintomas de toxicidade.

Enxofre - As Raízes das plantas absorvem o enxofre na forma de SO_4^- , podendo também ser absorvido pelos estomas das folhas, em pequenas quantidades, directamente da atmosfera.

O enxofre é essencial para a síntese das proteínas, é importante na formação dos nódulos das raízes das leguminosas e está presente nos compostos oleosos que determinam os aromas característicos de plantas como a cebola e o alho.

A deficiência neste elemento provoca nas folhas jovens uma coloração verde-claro a amarelada, por vezes com redução do seu tamanho. Também pode provocar atrasos na maturação.

O enxofre tem uma acção acidificante no solo que facilita a acção do ferro e do manganês. A existência de cloro pode bloquear a assimilação do ião SO_4^- pelas raízes.

Ferro – É absorvido pelas plantas na forma de ião ferroso Fe^{++} e a sua presença é requerida para a síntese da clorofila nas células vegetais. Funciona ainda como activador de processos bioquímicos como a respiração, a fotossíntese e a fixação simbiótica do azoto.

A carência de ferro afecta as folhas, provocando clorose entre as nervuras das folhas jovens que ficam com uma cor amarelada. As nervuras, salvo casos muito severos, apresentam-se verdes.

As carências em ferro são comuns em muitas regiões do Algarve, aparecendo especialmente nos solos alcalinos, com elevados teores de carbonato de cálcio, e nos solos húmidos e pouco arejados.

Para a sua correcção aconselha-se o uso quelatos, que devem ser escolhidos de acordo com o pH do solo.

Zinco – É absorvido pelas plantas na forma do ião Zn^{++} sendo a sua presença imprescindível para a formação da clorofila. Intervém ainda como activador de algumas funções importantes e participa na formação das auxinas e hormonas de crescimento. A carência de zinco provoca o aparecimento de folhas mais pequenas que o normal, com um ponteadado clorótico entre as nervuras, conservando as nervuras principais e secundárias a sua cor verde. O crescimento da planta pode ser afectado, há menor formação de gemas frutícolas e, nos citrinos, os frutos ficam mais pequenos e de cor amarelada.

A aplicação de sulfato de zinco por via foliar pode solucionar o problema.

Manganês – A sua absorção pela planta dá-se principalmente na forma do ião Mn^{++} . Conjuntamente com o ferro é importante na formação da clorofila e actua como catalizador em muitos processos enzimáticos.

Os sintomas de carência, que se podem confundir-se com os de zinco, provocam cloroses amareladas entre as nervuras das folhas jovens que não chegam à borda das folhas. Nas folhas adultas os sintomas são menos frequentes.

Em concentrações elevadas pode induzir a deficiência de ferro.

Esta carência, tal como a de zinco, é frequente na cultura dos citrinos sendo recomendável, para correcção de ambas, a aplicação conjunta de sulfato de manganês e sulfato de zinco na rebentação de primavera.

Cobre – As plantas podem absorver-lo em forma de iões cuproso Cu^+ e cúprico Cu^{++} . Intervém na formação da clorofila, sendo um activador de várias enzimas das plantas e desempenha uma função importante na síntese da vitamina A. A deficiência em cobre interfere com a síntese das proteínas.

No geral não são de temer carências mas a sua falta pode originar a formação de bolsas com exsudações gomosas (citrinos), achaparrado das plantas, murchidão e morte do ápice das folhas.

Este elemento deve manter-se no solo em equilíbrio com o ferro. O excesso de cobre provoca uma maior oxidação do ferro, que passa a formas insolúveis. O Cobre pode ser muito tóxico, mesmo a níveis baixos, não se recomendando a sua aplicação salvo em casos de comprovada necessidade.

Molibdénio – É absorvido pelas plantas na forma do ião molibdato MoO_4^- .

A sua presença é necessária para as plantas poderem utilizar o azoto.

Quando em falta as plantas ficam achaparradas, com pouco vigor e as folhas podem apresentar enrolamento e queimaduras marginais.

Ao contrário dos outros elementos a sua carência acentua-se nos solos ácidos. A presença de fósforo no solo provoca a libertação de molibdénio assimilável.

As carências de molibdénio corrigem-se com aplicações de molibdato de sódio.

Boro – É absorvido pelas plantas na forma do ião borato BO_3^- . A sua função nas plantas tem a ver com a diferenciação das células meristemáticas, regulando também o metabolismo dos carboidratos. Tal como o cálcio, quando assimilado, não se dissemina no interior das plantas requerendo-se por isso uma aplicação continuada em todas as zonas de crescimento.

As carências de boro impedem o normal crescimento terminal. Formam-se gomos laterais, ficando as plantas como no caso dos craveiros, com o aspecto de “*vassouras de bruxa*”. As folhas ficam cloróticas com aspecto bronzeado, coriáceas, enroladas e em alguns casos deformadas. A polinização é afectada e há menor floração. Pode haver queda excessiva de frutos que ficam com casca grossa e menor diâmetro.

Para tratar esta carência podemos aplicar o ácido bórico (bórax).

Cloro – O cloro é absorvido pelas plantas na forma do ião cloreto Cl^- .

sendo necessário para a realização da fotossíntese. Apresenta grande mobilidade no interior da planta, imigrando com facilidade para as partes de maior actividade fisiológica.

A deficiência neste elemento é rara, pois existe em abundância na natureza, sendo a sua função nas plantas ainda mal conhecida, embora se considere essencial

Os sintomas da deficiência em cloro podem passar pela murchidão seguida de cloroses, ramificação excessiva das raízes laterais, bronzado das folhas. O excesso de cloro, preocupa-nos mais

5 - Soluções Nutritivas

As soluções nutritivas para fertirrega são em geral obtidas a partir de soluções concentradas, também conhecidas por “*Soluções Mãe*” que depois se incorporam na água de rega por intermédio de adubadores / injectores de adubo.

Previamente há que determinar quais os nutrientes e a quantidade, de cada um deles (Quadro XX), que é necessário para o cálculo das soluções nutritivas a injectar no sistema de rega. Na

Quadro XX - Exportações de Macronutrientes^(*)
de algumas culturas hortícolas

Cultura	Produção (t/ha)	N (g/m ²)	P2O5 (g/m ²)	K2O (g/m ²)	CaO (g/m ²)	Mg O (g/m ²)
Tomate	91,0	27,0	9,5	51,6	25,5	8,1
Melão	54,7	23,3	10,0	41,7	32,7	7,8
Pimento	53,5	22,6	7,9	32,5	15,3	4,4
Pepino	143,9	29,6	15,9	53,0	21,3	6,1
Feijão	23,6	18,0	4,9	16,5	16,3	3,0
Morango	36,6	22,2	12,6	32,2	10,5	3,7
Couves	42,2	20,27	6,29	17,9	13,1	1,8
Abóboras “Courgettes”	46,5	15,3	6,4	23,1	7,7	5,5
Melancia	46,1	12,1	8,9	19,8	13,2	3,8
Alface	41,6	12,1	4,9	22,2	7,2	2,4

(*) – Valores médios obtidos com base em pesquisas bibliográficas, de diferentes autores. Estes dados têm um carácter orientativo, podendo tomar-se como referência nos casos em que não se disponha de valores reais das exportações da cultura

podendo as folhas apresentar uma cor mais clara, manchas e necrose marginais assim como um princípio de enrolamento. As folhas ficam também mais pequenas.

preparação das soluções nutritivas devemos considerar em especial os seguintes parâmetros:

a) Na solução devem estar presentes os nutrientes necessários à planta (basicamente nitratos, sulfatos, fosfatos, potássio, cálcio e magnésio);

b) Na escolha dos adubos é importante atender à solubilidade, disponibilidade dos elementos nutritivos, índice de salinidade, iões tóxicos e custo dos fertilizantes;

c) A natureza dos sais para veicular os nutrientes à solução não deve provocar interacções entre eles, isto é, os sais devem ter grande solubilidade, e quando misturados na água de rega devem ser compatíveis entre si;

d) O mais correcto será dissolver primeiro os adubos mais solúveis e ácidos e depois os outros. Os nitratos e a ureia que produzem reacção endotérmica devem aplicar-se no final;

e) Se possível, especialmente se não se dispõe de agitador, os adubos devem ser previamente dissolvidos num balde com água. Esta diluição será depois vertida no tanque da “*Solução Mãe*”, que deve estar meio de água, atestando depois com água até perfazer o volume previsto;

f) Devido à incompatibilidade do cálcio com fosfatos e sulfatos, sempre que seja necessário aplicar o cálcio em simultâneo com estes adubos, será necessário preparar, em tanques separados, no mínimo, duas “*Soluções Mãe*”, podendo então incluir-se em cada tanque, de acordo com as necessidades, todos ou alguns dos seguintes adubos:

Tanque A – pH < 2

- Água
- Ácido nítrico (correção do pH)

- **Fosfatos** (ácido fosfórico, fosfato de amónio)

- **Sulfato de potássio, Sulfato de magnésio, Sulfato de amónio**

- Nitrato de potássio, Nitrato de amónio

- Micronutrientes (* Com pH < 3 não se pode adicionar ferro)

(*Nunca o Cálcio*)

Tanque B – 3 < pH < 6

- Água

- Ácido nítrico (correção do pH)

- **Nitrato de cálcio**, Nitrato de potássio, Nitrato de magnésio, Nitrato de amónio

- Quelatos de ferro (eventualmente outros micronutrientes)

Com águas de pH > 7 o ideal seria dispor de um terceiro tanque, com ácido nítrico diluído, para controlo do pH da solução nutritiva final. Com águas ácidas (pH < 5,5), usaríamos bicarbonato de potássio no lugar do ácido nítrico.

g) As “*Soluções Mãe*” devem ser preservadas da luz, com o objectivo de evitar a formação de algas, e renovar-se com intervalos não superiores a 5 dias.

h) O pH da solução final deve ser ácido, podendo situar-se entre 5,5 e 6,5, para evitar precipitações nas formas de carbonatos, fosfatos ou sulfatos de cálcio.

i) Na solução diluída, que chega às plantas, o potencial osmótico deve ser ligeiramente superior ao do solo mas inferior ao da planta.

A compatibilidade dos fertilizantes a aplicar em fertirrega – Os fertilizantes são sais, que em contacto com a água se dissociam formando iões, que podem interagir na solução e precipitar formando compostos insolúveis. As interações mais comuns são:



Daqui resulta que quando se juntam dois ou mais adubos numa solução é possível a reacção dos compostos que o formam. Em geral não se devem misturar adubos com elevada % de cálcio (nitrato de cálcio) com adubos fosfatados (ácido fosfórico, fosfatomonoamónio) pois forma-se fosfato de cálcio que obstrui os emissores. Igual problema se pode pôr quando se usam águas duras, com elevados teores de cálcio, e se pretende incorporar fósforo na fertirrega.

A preparação de soluções com nitrato de cálcio e sulfatos (amónio, potássio, magnésio) são outras misturas a evitar. Em águas ricas em bicarbonatos de cálcio e magnésio, ou sulfato de cálcio, podem ocorrer também problemas se os iões destes elementos ficarem insolúveis, por serem superiores ao permitido para os valores de pH e temperatura da água de rega.

Nestas condições os nutrientes podem ficar indisponíveis para as plantas e provocar obstrução dos emissores de rega.

O ideal, antes de aplicar uma solução nutritiva, será fazer testes de

compatibilidade e solubilidade colocando os fertilizantes a utilizar num balde com a mesma água que se utiliza na rega, para testar se aparecem precipitados ou turvação na solução nutritiva final. Depois esperamos cerca de duas horas, sendo possível que ocorra uma das seguintes situações:

- Os fertilizantes dissolvem-se e não deixam resíduos;
- Forma-se um precipitado que se deposita no fundo. Neste caso, tomando precauções, pode injectar-se a solução transparente evitando de todo as impurezas do fundo, que poderiam entupir os emissores.
- Forma-se precipitado no fundo e deixam a água turva. Nestas condições devemos verificar se há algum erro na mistura, não se recomendando a sua injeção no sistema de rega.

Também os micronutrientes podem reagir com os sais da água de rega, formando precipitados, pelo que é aconselhável a sua aplicação, via foliar, na forma de quelatos.

Por vezes é ainda necessário injectar no sistema de fertirrega outros produtos, nomeadamente para limpeza dos emissores. Nestes casos é de evitar a mistura de ácidos (nitríco, sulfúrico, fosfórico) com hipoclorito de sódio (lixívia) já que pode haver libertação de gases tóxicos.

No quadro XXI indicam-se as compatibilidades e incompatibilidades de alguns adubos usados com mais frequência em fertirrega.

Quadro XXI

Compatibilidade química da mistura de alguns Adubos usados em fertirrega										
ADUBOS	☀	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nitrato Amônio	1	☀								
Nitrato Potássio	2	C	☀							
Nitrato Cálcio	3	C	C	☀						
Nitrato. Magnésio	4	C	C	C	☀					
Ureia	5	C	C	C	?	☀				
Acido Nítrico	6	C	C	C	C	?	☀			
Acido Fosfórico	7	C	C	I	I	?	C	☀		
Fosf.monoamônio	8	C	C	I	I	C	C	?	☀	
Sulfato Potássio	9	C	C	I	I	C	C	C	C	☀
Sulfato Magnésio	10	?	C	I	I	?	C	C	C*	C

C – Compatível; I – Incompatível; ? – Não dispomos de dados seguros * Em pH ácido

Esfriamento da solução – A maioria das tabelas que servem de orientação na preparação das soluções concentradas, indica a solubilidade dos adubos à temperatura de 20°C. Na prática as águas usadas na sua preparação têm temperatura inferior e muitos dos fertilizantes usados, como é o caso dos azotados (ureia, nitrato de amônio, nitrato de cálcio, nitrato de potássio) produzem uma reacção endotérmica que absorve o calor da água. Nestas condições há um abaixamento brusco da temperatura da água onde se dissolve o adubo, podendo esta descer aos 0°C.

Assim, por exemplo, 1 Kg de nitrato de amônio 33,5 % dissolvido em 1 litro de água pode dar lugar a um abaixamento de 29°C.

Como a solubilidade do fertilizante está relacionada com a temperatura,

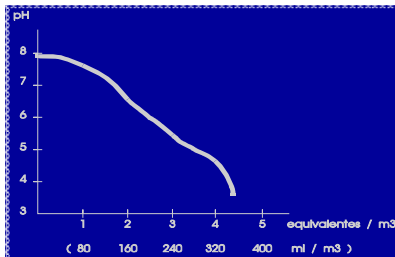
consequentemente, pode ser difícil dissolver todo o adubo. Nestas condições será conveniente preparar as soluções concentradas com algumas horas de antecedência, agitando bem os adubos. Em alternativa podemos trabalhar com água quente ou reduzir a quantidade dos adubos dissolver.

Acidificação das soluções nutritivas

A quantidade de ácido a aplicar para acidificar a solução depende muito da acidez inicial da água de rega, que por sua vez é condicionada pela concentração dos bicarbonatos nela contidos.

Assim recomenda-se a realização de medições do pH a fim de estabelecer para cada caso uma tabela de acidificação, como a que apresentamos na figura 8.

Figura 8 – Tabela de acidificação
(água de rega do Patacão)



Para o controlo do pH, da solução ou da água de rega, existem hoje aparelhos a preços acessíveis e fáceis de operar, não sendo em muitos casos necessário recorrer ao laboratório para esta operação.

Refira-se a propósito que a aplicação e manejo de ácidos exige a tomada de precauções dado serem produtos corrosivos, que podem causar queimaduras e danificar as peças metálicas de rede de rega.

Com estas tabelas conseguimos um rigor elevado mas, este modo de actuar nem sempre resulta prático.

Quando se observam muitas curvas de neutralização das águas verifica-se que há uma inflexão da curva que corresponde à neutralização total dos bicarbonatos existentes na água, que se regista aproximadamente quando o pH atinge o valor 5,5. Este facto permite utilizar outro método, mais simples e prático, com base no seguinte:- os bicarbonatos são neutralizados pelos ácidos “equivalente a equivalente” ou seja **1 equivalente de bicarbonato é neutralizado por um equivalente de ácido**. Assim conhecido o valor dos

bicarbonatos da água é fácil calcular a quantidade de ácido a juntar à mesma para que fique com um pH de 5,5 a 6.

Na prática deixamos 0,5 meq de bicarbonatos sem neutralizar para evitar descidas bruscas do pH.

5.1 - Aplicação das soluções Nutritivas

Culturas no solo - Nas culturas que decorrem no solo, como atrás referimos, é normal efectuar uma adubação de fundo de modo a deixar este com um nível de fertilidade adequado ao bom desenvolvimento das culturas.

Trabalhando com culturas protegidas ou culturas de ar livre, que decorram em condições semelhantes (rega localizada e fertirrega), o **“Laboratório Rebelo da Silva”** recomenda que as fertilizações tenham por base a análises do solo pelo método de extracção com água destilada, na proporção solo: água - 1:5 p/v.

Nestas condições, antes da fertirrega com as soluções nutritivas, é feita uma adubação de fundo, que terá em linha de conta tanto a falta como o excesso de nutrientes existentes no solo, que procura deixar o solo dentro dos parâmetros seguintes:

Azoto mineral (Nmin)	30 – 50 ppm
Fósforo (P ₂ O ₅)	21 – 30 ppm
Potássio (K ₂ O)	60 – 120 ppm
Cálcio (Ca)	56 – 175 ppm
Magnésio (Mg)	21 – 30 ppm.

Antes de aplicar a solução nutritiva concentrada, **-“Solução Mãe”-**

previamente preparada com base nas unidades fertilizantes a usar em cada fase da cultura, é importante observar as seguintes normas:

- No início do ciclo vegetativo as necessidades em água e fertilizantes são diminutas, aumentando progressivamente conforme o desenvolvimento da cultura;
- Partindo do princípio de que foi efectuada uma correcta adubação de fundo, o solo está suficientemente fértil pelo que a fertirrega poderá iniciar-se 15 dias a um mês após a plantação (ou sementeira);
- Após o início da fertirrega o ideal será fornecer os adubos, necessários ao bom desenvolvimento da cultura, efectuando aplicações diárias. Como isso nem sempre é prático, devemos no mínimo procurar efectuar uma a duas aplicações semanais;
- A “**Solução Mãe**”- será previamente diluída na água de rega, de modo a evitar que a salinidade da solução nutritiva que chega às plantas (água de rega + adubos da solução concentrada) exceda os valores já anteriormente recomendados (2-3 mmhos/cm).

A aplicação de alguns dos princípios acima referidos às condições reais torna-se por vezes difícil em virtude da natureza dos solos, da qualidade das águas de rega e da quantidade, por vezes elevada, de nutrientes a aplicar em especial nas culturas que decorram nas épocas de Outono/Inverno e em solos de textura argilosa.

Para ultrapassar esta situação pode proceder-se da seguinte forma:

1ª HIPOTESE

- a) Aplicar em adubação de fundo a quantidade de fósforo e potássio recomendada pela análise mais a totalidade de fósforo e 1/3 do potássio, correspondente à exportação da cultura a instalar;
- b) Aplicar na fertirrega os restantes nutrientes. Se houver necessidade de corrigir o pH da solução, utilizar ácido nítrico, que actuará também como adubação azotada.

2ª HIPOTESE

- a) Aplicar em adubação de fundo a quantidade de fósforo e potássio recomendada pela análise, mais a totalidade do fósforo e ½ do potássio correspondente às exportações da cultura a instalar;
- b) Aplicar na fertirrega os restantes nutrientes. Se houver necessidade de correcção do pH da solução utilizar ácido fosfórico que actuará como adubação fosfatada.

3ª HIPOTESE

- a) Aplicar em adubação de fundo os elementos recomendados pela análise mais as seguintes % do total das exportações da cultura a instalar:
 - Fósforo 50 a 80 %
 - Potássio 20 a 30 %
 - Magnésio 50 a 80 %

•Cálcio 80 a 100 %

b) Aplicar na fertirrega os restantes elementos, escolhendo adubos muito solúveis, recorrendo sempre que necessário ao ácido fosfórico e nítrico para baixar o pH e fornecer nutrientes.

Em relação aos micronutrientes a aplicação deverá efectuar-se, de preferência por via foliar, para mais fácil e rápida absorção dos nutrientes pela planta e evitar acumulações excessivas no solo. Na escolha dos produtos dá-se preferência às formas mais facilmente assimiláveis pelas plantas, sendo em muitas situações justificável a escolha de formas quelatadas.

Se a opção for pela aplicação em fertirrega recomenda-se o uso de produtos comerciais, denominados **“complexos de micronutrientes”** que contêm todos os elementos necessários em proporções adequadas à maioria das culturas. O uso isolado de 1 ou 2 elementos não se recomenda pois podem produzir precipitados e alterações causadas por desequilíbrios entre eles.

Culturas em substrato - Neste caso o substrato, que tem como finalidade principal servir de suporte às raízes da cultura, é geralmente inerte ou muito pobre em elementos nutritivos. Assim ao programar a fertilização temos que atender ao facto da totalidade dos elementos, macros e micros, serem forçosamente aplicados na fertirrega.

Nestas condições a solução nutritiva é calculada de modo diferente do que acontece com as culturas no solo, onde os cálculos têm, como referimos, por base as exportações da cultura. Nas culturas em substrato procuramos dar à cultura uma solução bem equilibrada contendo todos os elementos nutritivos. Fruto da investigação, na literatura da especialidade encontram-se dados relativos às soluções base mais adequadas a cada cultura. Na Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve, em colaboração com a Universidade do Algarve e o Centro de Hidroponia temos realizado desde 1993/4 numerosos ensaios, onde utilizámos soluções nutritivas que tinham por base os equilíbrios nutritivos referidos no quadro XXII.

Quadro XXII – Valores de referência das soluções nutritivas (mmol/litro)

Cultura	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁺⁺	Na ⁺⁺	Cl ⁻	HCO ₃ ^(*)	Micros g/m ³ ml/cm	CE(**)	pH
Tomate	10-11	0,5-0,75	1,5-2,0	5,5-7,0	4,25-5,5	2,0-2,5	1,5-2,5	<6	<6	0,5	20-30	+1-2	5,5
Melão	14-15	0,5	1,5-1,75	5,5-6,5	5,5-4,8	2,5-1,75	3,0-1,5	<6	<6	0,5	20-30	+1,5-2	5,5
Pepino	14	0,5	1,25	5,80	4,8	1,75	1,5-2,0	<6	<6	0,5	20-30	+1-1,5	5,5
Pimento	12-14	0,5	1,0-1,25	4,0-5,5	4,25-6,5	1,5-2,0	1,5-2,5	<6	<6	0,5	20-30	+1-1,5	5,5
Melancia	12-13	0,5	1,5-1,6	5,0-5,5	4,0-5,0	2,0	2,0-2,5	<6	<6	0,5	20-30	+1-1,5	5,5
Feijão	10-11	0,5	1,3-1,5	5,0-5,5	4,0-5,0	1,5-2,0	1,5-2,0	<6	<6	0,5	20-30	+1-2	5,5
Courgette	10-14	0,5	1,3-1,5	6,0-6,5	4,0-5,0	1,5-2,0	1,5-2,0	<6	<6	0,5	20-30	+1-1,5	5,5

(*) – Valor a somar à CE da água de rega (**) – 0,5 mmol sem neutralizar

Quadro XXIII – Solução nutritiva para uma cultura de tomate

	ANÍOES (mMol/l)					CATÍOES (mMol/l)					CE	
	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	NH ₄ ⁺	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	pH	mS/cm
ÁGUA DE REGA	0.07	---	0.2	6.7	2.3	---	0.05	2.4	1.3	1.9	7.5	0.8
SOLUÇÃO IDEAL	10.0	1.50	1.5	0.5	< 6	0.5	5.50	4.5	2.0	< 6	5.5	1.0
VALORES PREVISTOS	9.93	1.50	1.3	6.2	---	0.5	5.45	2.1	0.7	---		1.8

FERTILIZANTES	mMol/l											
H ₃ PO ₄	1.50		1.50		-1.50							
HNO ₃	4.70	4.70			-4.70							
Ca(NO ₃) ₂	2.10	4.20						2.1				
KNO ₃	0.53	0.53					0.53					
NH ₄ NO ₃	0.50	0.50				0.5						
K ₂ SO ₄	2.46			2.46			4.92					
MgSO ₄	0.70			0.70						0.70		
NH ₄ H ₂ PO ₄												
KH ₂ PO ₄												
Mg(NO ₃) ₂												
CONSUMO REAL	9.93	1.5	3.16	-6.2	---	0.5	5.45	2.1	0.7			
SOLUÇÃO NUTRITIVA FINAL mMol/l		10	1.5	3.36	0.5	2.3	0.5	5.5	4.5	2.0	1.9	1.75
	Meq/l	10	1.5	6.72	0.5	2.3	0.5	5.5	9.0	4.0	1.9	2.09
ANÍOES Σ	21.020											
CATÍOES Σ	20.900											
ppm Σ	2.066	620	145.5	645	30.5	81.6	9.0	214.5	180	96	43.7	

(SEQUÊNCIA)

- 1 - pH
- 2 - H₃PO₄
- 3 -Ca
- 4 - NH₄ NO₃
- 5 - KNO₃
- 6 - K₂SO₄
- 7 - MgSO₄
- 8 - Micros

Para calcular os nutrientes a incorporar na “solução Mãe” recorre-se a tabelas de dupla entrada (quadro XXIII).

Para o preenchimento destas tabelas podemos seguir a seguinte sequência metodológica:

1. Estabelecer quais os elementos nutritivos, e em quantidade, a incorporar em cada litro de solução nutritiva base;
2. Analisar a água de rega para determinar a qualidade e quantidade dos elementos aí existentes;
3. Com base nos ácidos fosfórico e nítrico ajustar o pH da solução, deixando 0,5 mmol/l sem neutralizar;
4. Ajustar os Macronutrientes (mmol/litro) e os micronutrientes (g/1000 litros);

Fertirrega em horticultura

5. Nas situações mais frequentes podemos seguir esta ordem na escolha dos nutrientes e adubos:
 1º Fósforo (H_2PO_4^-)
 2º Cálcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$)
 3º Amónio (NH_4NO_3)
 4º Nitrato (KNO_3)
 5º Potássio (K_2SO_4)
 6º Magnésio (MgSO_4)
 7º Micronutrientes (25 g/ 1000 l);
6. Calcular os quilos ou litros dos diferentes adubos a utilizar para preparar 1000 litros (1 m³) de “**Solução Mãe**” 100 vezes concentrada (quadro XXIV).

A incorporação das soluções nutritivas na rede de rega é feita a partir de uma unidade de fertilização que, basicamente, será composta por: um tanque para preparação da “**Solução Mãe**”, válvula de retenção que impeça o recuo dos fertilizantes, filtro à saída das soluções concentradas, eventualmente um medidor de caudal e um equipamento de injeção das soluções (adubadores). Estes equipamentos instalam-se no cabeçal, ou em distintos sectores de rega. Além de permitirem incorporar à água de rega os elementos nutritivos de

QUADRO XXIV - Fertilizantes para 1000 l de solução mãe 100 vezes concentrada

Ácido Nítrico (37%)		x	13,8	=		litros
Ácido Nítrico (59%)	4.70	x	7,8	=	36.6	litros
Ácido Fosfórico (85%)	1.50	x	6,8	=	10.2	litros
Ácido Fosfórico (75%)		x	8,2	=		litros
Nitrato de Potássio	0.53	x	10,1	=	5.4	quilos
Nitrato de Cálcio	2.10	x	18,1	=	30.0	quilos
Nitrato de Amónia	0.50	x	8,0	=	4.0	quilos
Sulfato de Potássio	2.46	x	17,4	=	42.8	quilos
Sulfato de Magnésio	0.70	x	24,6	=	17.2	quilos
Fosfato monoamónio		x	11,5	=		quilos
Fosfato monopotássico		x	13,6	=		quilos
Nitrato de Magnésio		x	25,6	=		quilos
Complexo de micronutrientes					2.5	quilos

***Nota:** Cada litro desta solução dá para preparar 100 litros de solução nutritiva (1 litro sc + 99 litros de água de rega) diluída pronta a ser aplicada às plantas.*

que as plantas carecem, possibilitam a aplicação de fungicidas, nematodocidas, herbicidas, ácidos para limpeza do sistema, etc. bastando para tal que sejam solúveis na água de rega. Daqui resultam numerosos benefícios tais como:

5.2 - Equipamentos para injeção dos nutrientes

- *Distribuição uniforme e controlada de elementos nutritivos e outros produtos incorporados à água;*
- *Reduzida acumulação de sais no terreno, devido às baixas doses de adubo aplicadas em cada rega;*
- *Rapidez na assimilação dos elementos nutritivos pelas plantas;*
- *Menores encargos em mão-de-obra devido ao facto destas operações serem simultâneas à rega;*
- *Possibilidade de dosificar adubos, ácidos, pesticidas etc., em proporção com o volume de água.*

Com vista a uma escolha cuidada, do equipamento mais adequado a cada situação, a instalação destes elementos, deve ser precedida de um estudo prévio que tenha em atenção um conjunto de factores, de que destacamos:

- *Prevenir a ocorrência de corrosão do equipamento de rega;*
- *O método de incorporação dos adubos na água de rega;*
- *O volume de solução fertilizante a incorporar;*
- *A concentração da solução fertilizante;*
- *A capacidade dos depósitos ou tanques de fertilização;*
- *A precisão necessária das doses a injectar;*
- *A pressão na rede de rega;*
- *A existência ou não de electricidade.*

Os adubadores podem dividir-se nas seguintes classes:

- *Tanques de fertilização*

- *Adubadores tipo Venturi*
- *Bombas Injectoras ou dosificadoras*

5.2.1 - Tanques de fertilização

São constituídos por um depósito hermeticamente fechado, no interior do qual se coloca a solução nutritiva. Este depósito pode ser metálico, de plástico ou em fibra de vidro e deve estar preparado para resistir a pressões até 5 - 6 kg/m², bem como à corrosão, dos produtos (adubos, ácidos etc.) utilizados.

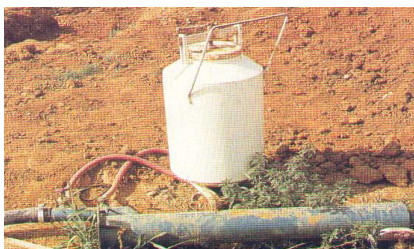
A instalação do adubador faz-se em paralelo, com a tubagem principal da rede de rega, mediante uma ligação designada por *"by - passe"*. Na maioria dos modelos existem dois tubos na parte superior. Um deles, que desce até ao fundo do depósito, proporciona a entrada da água tangencialmente às paredes, provocando um movimento de rotação que ajuda a dissolver os adubos. O outro tubo, que serve para saída da solução nutritiva, penetra apenas alguns centímetros no interior do depósito.

A saída de mais ou menos adubo consegue-se fechando, mais ou menos a torneira do *"by-passe"*, intercalada entre a entrada e a saída do adubador. Alguns fabricantes fazem acompanhar o adubador de gráficos ou tabelas onde, entrando com a diferença de pressão, entre a entrada e a saída do depósito, dada por manómetros aí instalados, se calcula a quantidade de solução fertilizante incorporada à água de rega. A colocação de um corante ou adubos que vão colorir a solução nutritiva e um tubo de plástico transparente à saída,

também ajudam a reconhecer o momento em que todo o adubo foi incorporado à água de rega. Outro processo mais rigoroso consiste em medir a condutividade, à entrada e à saída, e ir verificando até que as medições efectuadas depois da saída do adubador coincidam com a CE da água de rega.

Estes adubadores são fáceis de utilizar mas são pouco rigorosos, dado que a concentração de adubo na água de rega vai diminuindo ao longo da rega, não sendo por isso possível uma aplicação uniforme dos adubos (figura 9).

Figura 9 - Tanque de fertilização



Funcionando pelo mesmo princípio, diferenças de pressão, existem também adubadores, mais rigorosos e sofisticados, formados por dois depósitos. Um deles é idêntico ao já referido. O outro, que se coloca dentro dele, é constituído por um saco flexível. Neste caso a saída do adubo é provocada pela “força” da água, que circulando entre os dois depósitos, vai empurrando, de cima para baixo, o adubo contido no interior do saco flexível, obrigando então à saída da solução nutritiva. Estes modelos vêm

providos de uma “cabeça” com ponteiro regulável, que permite marcar com rigor a quantidade de adubo a incorporar na água de rega.

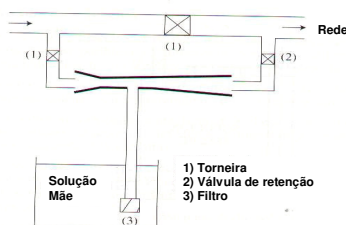
5.2 2 - Adubadores Venturi

Nos adubadores que utilizam o princípio de Venturi, a água entra num tubo, que sofre um estrangulamento, imediatamente antes do ponto de ligação à tubagem de aspiração da solução fertilizante.

Este estrangulamento dá origem a uma elevação da pressão à entrada e a um abaixamento à saída, que provoca a sucção do líquido contido no depósito. A sucção dos adubos que pode ser doseada, variando o diâmetro do estrangulamento, depende da perda de pressão gerada entre a entrada e a saída, sendo tanto maior quanto mais elevado o caudal que passa no Venturi.

Os modelos mais simples e económicos não têm depósito incorporado, sendo formados por uma peça compacta em forma de cruzeta, que se intercala na tubagem principal, reunindo numa só unidade todos os elementos de regulação e controlo necessários para

Figura 10 - Esquema adubador Venturi



provocar o efeito de Venturi (figura 10). Os modelos que permitem maior rigor dispõem de um depósito para os adubos, onde se insere depois o Venturi, com dispositivos que possibilitam estabelecer diferentes concentrações de adubo na água de rega

Figura 11 - Adubador Venturi com depósito incorporado.



(figura 11).

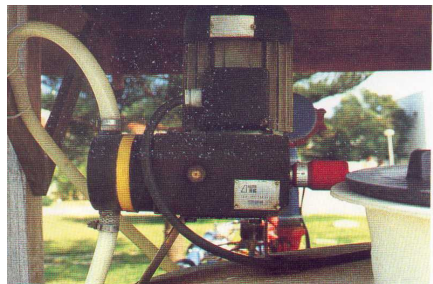
Os injectores tipo “Venturi” são de custo relativamente baixo e para o seu funcionamento não requerem energia eléctrica. Como inconvenientes, apontam-se o facto de provocarem elevadas perdas de carga e exigirem, para um funcionamento correcto, caudais relativamente elevados. Também se aponta a exigência de adubos líquidos, ou sólidos bem dissolvidos e sem impurezas, sob pena de se entupirem com frequência, impedindo a sucção. Qualquer flutuação da pressão afectará a taxa de injeção.

5.2.3 - Bombas Injectoras ou Dosificadoras

Estes adubadores são bombas injectoras, mediante as quais se pode regular com precisão o caudal da solução nutritiva a injectar na rede de rega. Ao contrário dos tanques de fertilização e de alguns modelos Venturi, os injectores de adubo, não trazem depósito incorporado, podendo adaptar-se a qualquer recipiente, resistente à acção corrosiva dos produtos a utilizar, e cuja capacidade depende do volume da solução a injectar.

Nas bombas injectoras temos as que funcionam com pequenos motores eléctricos e permitem incorporar a solução fertilizante a débito constante, independentemente do caudal na rede principal. Nestes casos as bombas são em geral de membrana, exigindo baixas potências pois, ainda que a pressão de injeção entre 5 e 15kg/cm², tenha que ser sempre superior à da rede, os caudais de injeção são baixos, podendo variar entre os 20 a 250 l/h (figura 12).

Figura 12 – Bomba injectora eléctrica



Nestes adubadores, é possível regular o caudal com a bomba em marcha, actuando sobre um parafuso que roda sobre uma escala graduada. Possibilitam ainda adubar com elevada precisão e são fáceis de automatizar. Por intermédio um programador de rega, há a possibilidade de controlar, tanto o pH como a concentração dos elementos nutritivos na solução final, a partir de eléctrodos que medem a condutividade e o pH, bastando para tal programar o equipamento com os valores previamente escolhidos.

Têm como principal inconveniente, para lá do custo elevado, a exigência de energia eléctrica para o seu funcionamento.

Outros sistemas utilizam a pressão da água, para accionar hidraulicamente bombas de pistões, que promovem a injeção dos adubos.

De entre os aparelhos que funcionam por acção da água sob pressão, damos preferência aos que injectam a solução em função do caudal. Nestes casos a solução fertilizante é injectada proporcionalmente ao caudal da rede, obtendo-se a cada momento a mesma concentração de adubo, independentemente das oscilações que possam ocorrer, no caudal ou na pressão, da rede de rega. Dependendo do modelo estes adubadores, que funcionam com caudais desde 2,5 a 20 m³/hora, injectam a solução fertilizante a concentrações que oscilam entre os 0.5 a 10% do caudal principal, podendo em alguns casos o mesmo aparelho apresentar a possibilidade de variar essa concentração (figura 13).

Figura 13 – Doseador proporcional (Dosatron)

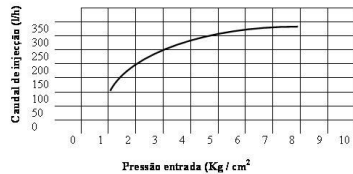
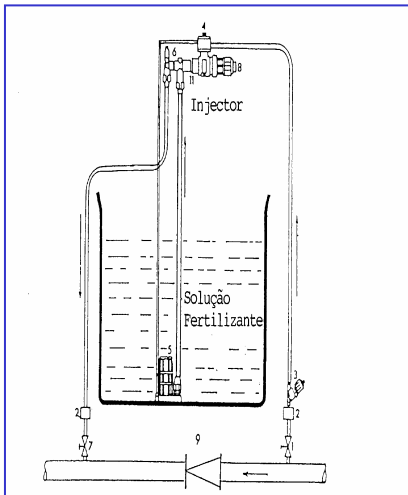


Se o caudal for superior aos limites do doseador, podemos fazer uma ligação em “by-pass”, mas perde-se a proporcionalidade directa e diminui a % de solução injectada, em função do caudal na tubagem principal.

O custo destes aparelhos é também algo elevado e provocam perdas de carga no sistema.

Noutros modelos (figura 14) o caudal de injeção é proporcional à pressão da água no tubo de alimentação do motor hidráulico, regulando-se o caudal por ajuste da pressão, numa válvula reguladora aí instalada. Se desejarmos um caudal de injeção constante, independente da pressão, teremos que instalar um acessório denominado regulador de caudal.

Figura 14 – Injector Hidráulico (Amiad)



- 1 - Válvula de controlo da pressão
- 2 - União rápida
- 3 - Filtro
- 4 - Paragem automática
- 5 - Cabeça de sucção
- 6 - Válvula de saída de ar
- 7 - Válvula manual de controlo da injeção
- 8 - Válvula de descarga da água
- 9 - Válvula de retenção

Nestes modelos a perda de carga é menor mas em contrapartida necessitam expulsar para o exterior um pequeno fluxo de água, que se perde, enchando a zona envolvente.

Os injectores hidráulicos apresentam a vantagem de poder funcionar em locais que não disponham de energia eléctrica.

5.3 – Cálculos de adubação

Quando se trabalha com adubadores proporcionais ou com bombas injectoras é possível calcular antecipadamente, com rigor, imensos dados que nos irão auxiliar a utilizar da melhor maneira estes aparelhos.

Para facilidade dos cálculos, podemos socorrer-nos de fórmulas que se

podem encontrar em numerosas revistas da especialidade. As questões a resolver são variadas assim como variados são os caminhos que se podem tomar para a sua resolução.

Sem querer esgotar o tema, vamos apontar algumas pistas, escolhendo de entre as situações que no dia a dia se deparam, algumas das que consideramos mais importantes e frequentes.

Partindo da fórmula : - $Ca = Cs * \text{Ads}/Vs$, podemos calcular qualquer destes valores, se considerarmos que:

- Ca = concentração de adubo na água de rega (g/l)
- Cs = concentração da solução mãe na água de rega (%)

Fertirrega em horticultura

- Ads = quantidade de adubo a dissolver na solução mãe (g)

- Vs = volume da solução mãe, "água + adubo" (l)

Deste modo temos que:

$$.Cs = Ca * Vs / Ads$$

$$.Ads = Ca * Vs / Cs$$

$$.Vs = Cs * Ads / Ca$$

Exemplos

1) Supondo que desejamos uma concentração de 2.5 g/l de adubo na água de rega e temos um adubador que injecta 1 l de solução mãe por cada 100 l (1%) de água de rega. No caso de querermos dissolver 25 kg de adubo, calcular qual o volume da solução mãe?

$$.Vs = ?$$

$$.Cs = 1 \% = 1 / 100 = 0,01$$

$$.Ads = 25 \text{ Kg} = 25.000 \text{ g}$$

$$.Ca = 2,5 \text{ g/l}$$

$$- Vs = 25.000 * 0,01 / 2,5$$

$$- Vs = 100 \text{ l}$$

RESPOSTA - A solução mãe terá um volume de 100 l, ou seja, os 25 Kg de adubo devem ser misturados com água até perfazer 100 l.

2) Calcular a quantidade de adubo a incorporar em cada litro de solução mãe, para que a água de rega fique com 2 g/l de adubo. Dispomos de uma bomba eléctrica, regulada para injectar 200 l/hora, de solução mãe na

água de rega e o caudal de rega é de 20.000 l/hora.

$$.Ads = ?$$

$$.Ca = 2 \text{ g/l}$$

$$.Vs = 1 \text{ l}$$

.Cs = é um valor que podemos obter a partir do volume de solução mãe injectado na água de rega.

Assim temos que, em cada hora, 200 l de solução mãe são misturados em 20.000 l de água de rega. donde:

$$\begin{array}{r} 200 \text{ l} \text{ ----- } 20.000 \text{ l} \\ x \text{ ----- } 100 \text{ l} \end{array}$$

$$x = 1 \text{ l}$$

Daqui se conclui que cada 100 l de água de rega recebe 1 l de solução mãe, ou seja, o nosso valor **Cs = 1 % = 0,01.**

$$.Ads = 2 * 1 / 0,01$$

$$.Ads = 200 \text{ g}$$

RESPOSTA - Cada litro de solução mãe deve conter 200 g de adubo.

3) Dissolvemos 30 Kg de adubo em água, até perfazer 200 l de solução mãe. Supondo que o caudal de rega é de 20 m³/hora e que a bomba doseadora lhe injecta 150 l/hora de solução mãe, saber qual a concentração do adubo na água de rega.

$$.Ca = ?$$

$$.Ads = 30.000 \text{ g}$$

.Vs = 200 l

.Cs = poderia também ser calculado aplicando a fórmula $Cs = q * 100 / Q$ em que:

q = caudal da bomba injectora (l/h)

Q = Caudal na rede de rega (l/h)

Deste modo teríamos:

.Cs = $150 * 100 / 20.000$

.Cs = 0,75 % = 0,0075

.Ca = $0,0075 * 30.000 / 200$

.Ca = 1,125 g/l

RESPOSTA - A concentração do adubo na água de rega é de 1,125 g/l

Outras questões se poderão colocar referem-se ao cálculo do tempo de fertilização.

Podemos então aplicar a fórmula $Tf = Ads * 60 / Q * Ca$ e daqui deduzir os outros valores, de modo que teremos:

. Ads = $Tf * Q * Ca / 60$

. Q = $Ads * 60 / (Tf * Ca)$

. Ca = $Ads * 60 / (Tf * Q)$

Onde Tf = ao tempo de fertilização (min). Os outros elementos mantêm os significados já referidos anteriormente.

6 - Normas de segurança

Quando se trabalha com adubos, ácidos e outros produtos, ao nível das plantas, da rede de rega e mesmo do homem e do meio ambiente, podem ocorrer situações problemáticas, dado

tratar-se de produtos que, se mal utilizados são corrosivos e tóxicos. Assim devem tomar-se algumas precauções, no seu uso e manipulação, tendo em vista minorar possíveis acidentes.

De entre as situações a ter em conta recomendamos especial atenção aos seguintes aspectos:

- Instalar uma válvula que impeça o retrocesso da solução injectada na fertirrega de modo a evitar a possibilidade de contaminação da água na fonte;
- É aconselhável que o sistema disponha de automatismos que impeçam a injeção se houver interrupção no fornecimento da água de rega;
- Instalar letreiros que indiquem a proibição de beber a água de rega. Isto implica estabelecer pontos com água potável para o pessoal que trabalha na exploração;
- Os fertilizantes e outros produtos químicos devem guardar-se em local apropriado junto ao centro de controlo das operações de fertirrega. A porta deve ser fechada à chave e deve haver letreiros a indicar o armazenamento de produtos químicos tóxicos;
- Os restos de produtos, que ficam nos tanques e não são utilizados, não devem ser vertidos nos cursos de água naturais ou canais de rega. É recomendável aplicar este resíduo em alguma árvore ou em sebes que envolvam a exploração;

- Não usar as embalagens vazias para o armazenamento de água ou comida. É recomendável perfurar as embalagens e inutilizá-las, depositando-as depois em local apropriado;
- Os Trabalhadores encarregues de preparar as soluções nutritivas e manusear os adubos, os ácidos e outros produtos considerados perigosos, devem estar equipados com luvas, óculos, roupa e calçado apropriado;
- No caso de ser necessário preparar soluções em tanques de grandes dimensões, deve providenciar-se um fácil acesso que permita verter os adubos e os ácidos sem grande esforço e em condições de segurança por parte dos trabalhadores. A existência de agitador mecânico para mistura dos adubos também se recomenda.

7 - Bibliografia

AMOROS CASTAÑER, M.: Riego por goteo en cítricos. - Manual práctico. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid 1991.

AYERS, R.S. y WESTCOT, D.W: Calidad del agua para la agricultura. Estudio FAO: RIEGO y DRENAJE Nº 29 – Roma 1976.

BARRERA, L. M.: Manual de fertirrigação. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – Centro Regional de Investigacion. La Serena, Chile 1998.

BELTRÃO J.: A rega localizada. Curso de hidrologia aplicada à região do Algarve.

CADAHIA LOPEZ, C. et al.:Fertirrigacion – Cultivos hortícolas y ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid (SPAIN) 1997.

CALDEVILLA, E. Y LOZANO, M.: Cultivos sin solo: hortalizas en clima mediterráneo. Ediciones de horticultura, S.L.. Reus – España. 1993.

CASTEL SÁNCHEZ J.R.: Manejo de instalaciones de riego localizado. Revista:- Riegos y Drenajes XXI. Nº 47, pág.33-40 - Barcelona - Dezembro 1990.

COSTA S.E.A.: Riego por goteo en cultivos Hortícolas - Manejo y Mantenimiento. HD 23/82 Servicio de Extension Agraria - Junta de Andalucía. Edita: Centro de Extension de ATARFE (Granada) 1982

COTILLAS, A. J.: Mejora de una finca en el término municipal de Daimiel – ANEJO IX Fertirrigación. Ciudad Real

2002.(<http://www.ingenieriarural.com/BibliotecaProyectos.htm#MejoradeFinca>)

DOORENBOS J.e KASSAM A.H. : Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Estudio FAO: RIEGO y DRENAJE. Nº33 - Roma 1979

DOORENBOS J.e PRUITT W.O.: Las necesidades de agua de los cultivos. Estudio FAO: RIEGO y DRENAJE. Nº24 - Roma 1976.

DOORENBOS, J.: Estaciones agrometeorológicas. Estudio FAO: RIEGO y DRENAJE. Nº 27 - Roma 1978.

FARRÉ MASIP J. M. y HERMOSO GONZÁLEZ J. M.: Riego por goteo de frutales. Informacion Técnica - Servicio de extension agraria; Centro Regional de Andalucía Oriental ATARFE (GRANADA).

FERNANDES M. e ROSA A.: Fertirrigação em horticultura . Revista o Algarve e o Campo - Revista informativa da DRAAG - Horticultura. DRAAG - Faro 1994.

Fertilizantes sólidos y líquidos para fertirrigacion en riego por goteo. Notas técnicas, Dir. Marketing y rel. externas; Depto Técnico-Agronómico. FESA*ENFERSA 1981.

Fertirrigacion. Informacion tecnica - ERTFITOS, Departamento Técnico Agronómico FESA (España)

MEDINA SAN JUAN J. A.: Riego por goteo. - Teoria y practica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid 1979.

MONTESINOS, M. e CÁMARA, M.: Curso de Fertirrigacion por Goteo de los Cítricos. Orihuela (Espanha)1998.

NICOLAS CASTILLA PRADOS:
Contribucion al estudio de los cultivos enarenados en Almeria - Necesidades hídricas y extracción de nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado en abrigo de polietileno .Caja Rural Provincial - Almeria 1986.

OBSTRUCCION DE GOTEROS –
Prevención y tratamiento de obstrucciones de los goteros (heroga.net).
<http://www.herogra.net/modules.php?name=content&pa=showpage&pid=56>.

P. PEYREMORTE (Sociedade do canal da Provença e do desenvolvimento da Região Provençal) : Os tensiómetros para melhorar a instalação de rega localizada. Tradução fornecida pela firma Sebastião Beltrão, comércio e técnicas de máquinas, LDA.

PERGUNTAS SOBRE
TENSÍOMETROS. Departamento de Ciências Agrícolas - Universidade da Califórnia, folheto 2264, Março 1981.

PERGUNTAS y RESPUESTAS
FERTIRRIGACIÓN. - (FERTIBERIA) -
[.http://www.fertiberia.com/fertirrigacion/faq.html](http://www.fertiberia.com/fertirrigacion/faq.html).

RAPOSO, J. Rasquilha.: A Rega Localizada (gota a gota e miniaspersão). Edições Correio Agrícola - Lisboa 1994.

RAPOSO, J. Rasquilha: A Rega em Portugal. Cadernos de divulgação Direcção-Geral de Planeamento e Agricultura - Lisboa 1989.

RECOMENDACIONES GENERALES
DE ABONADO - Guía de abonado/Recomendaciones generales/

Consejos para selección de fertilizantes/Abonado-Ferirrigación.(FETIBERIA).http://www.fertiberia.com/fertirrigacion/guia_de_abonado/recomendaciones/

RINCONS SÁNCHEZ; SIRONI J.S.; DOMINGOS M.R : Obstrucciones en sistemas de riego localizado. Revista: Riegos y Drenajes XXI. Nº 73, pág.17-32 - Barcelona - Mayo 1993.

ROSA A. e PACHECO C.: A rega localizada da beringela em estufa. - Elementos para a Campina de Faro. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A. e PACHECO C.: A rega localizada do feijão verde em estufa. - Elementos para a Campina de Faro. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A. e PACHECO C.: A rega localizada do melão ao Ar livre. - Elementos para a Campina de Faro. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A. e PACHECO C.: A rega localizada do melão em estufa. - Elementos para a Campina de Faro. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A. e PACHECO C.: A rega localizada do pepino em estufa. - Elementos para a Campina de Faro. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A. e PACHECO C.: A rega localizada do pimenteiro ao Ar livre. - Elementos para a Campina de Faro.

Fertirrega em horticultura

Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A. e PACHECO C.: A rega localizada do pimenteiro em estufa. - Elementos para a Campina de Faro. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A. e PACHECO C.: A rega localizada do tomateiro ao Ar livre. - Elementos para a Campina de Faro. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A. e PACHECO C.: Gotejadores e fitas de rega para horticultura. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA A.: A rega em horticultura protegida na região do Algarve. Cadernos Agro-pecuários - Horticultura, Ano II nº 5. Junho 1992.

ROSA A.: Rega localizada em horticultura - Guia do extensionista. DRAALG - FARO 1995

ROSA, A. e PACHECO C.: A rega localizada do tomateiro em estufa. - Elementos para a Campina de Faro. Folhetos de divulgação. DRAAG - 1987 FARO.

ROSA, A. e PACHECO C.: Ensaio de Dotações de água em tomateiro. - Relatório nº 33. DRAAG - DDI. Faro 1987.

ROSA, A.: Culturas agrícolas sem solo no Algarve. Folha informativa Nº 56. da Associação portuguesa de horticultura (Lisboa) Jan.1999.

ROSA, A.: Rega. - Folhas para as aulas dos cursos de iniciação em horticultura. Arquivo da Formação Profissional. Patação 1984.

SÁNCHEZ - TORIBIO e otros : Calibración de los modelos FAO de estimación de Eto, en un área representativa de la región de Murcia. Revista:- Riegos y Drenajes XXI. Nº 57, pág.9-16 - Barcelona - Novembro 1991.

SANCHES, J.: Fertilización - Principios, factores, aplicaciones.- Artículos Fertilizantes - INAGRO SUR S. (http://www.fertitec.com/informaciones/fer_princ_fac_apl.htm#up)

SOIL IMPROVEMENT COMMITTEE CALIFORNIA FERTILIZER ASSOCIATION: Manual de Fertilizantes para Horticultura. UTEHA-Noriega Editores. México 1990. Universidade do Algarve. Faro Abril 1985

VESCHAMBRE, D. et VAYSSE, P.: Mémento goutte à goutte.- Guide pratique de la micro-irrigation par goutteur et diffuseur. CTIFL-INRA Paris 1980

Armindo José Gonçalves Rosa

DRAP Algarve - Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Algarve
DSAP / DAPA - Faro-Patação, 2009