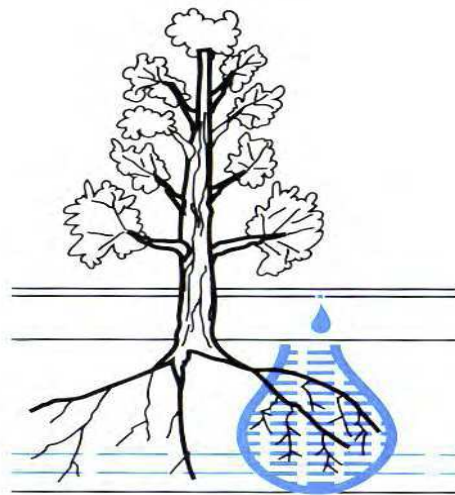


# A TÉCNICA DA REGA DEFICITÁRIA CONTROLADA OPÇÃO ANTE SITUAÇÕES DE CARÊNCIA DE ÁGUA

António Canatário Duarte <sup>(1)</sup>



## 1. Introdução

Tem vindo a aumentar o nível de consciencialização da nossa sociedade em relação à vital importância do recurso água, e aos problemas relacionados com a sua heterogénea distribuição no tempo e no espaço. A necessidade de água numa área de regadio é determinada por factores como a superfície regada e regável, as espécies e variedades cultivadas com distintas necessidades bioclimáticas, as características do solo, o nível de infra-estruturas de distribuição da água e as técnicas de rega utilizadas (Vera, 1990). O déficite hídrico e as suas consequências imediatas, especialmente infradotação das culturas, é o principal factor limitante do desenvolvimento das áreas deficitárias, dado que se repercute directamente no rendimento e produtividade das culturas e afecta negativamente a estrutura dos custos da exploração. Neste contexto têm especial relevância as estratégias destinadas a um melhor e mais eficiente uso da água consumida no regadio, como sejam as estratégias de rega deficitária capazes de reduzir a quantidade de água aplicada, com o menor impacto possível na produção. Algumas estratégias de rega deficitária, denominadas regas deficitárias de alta frequência,

consistem em regar durante todo o ciclo da cultura com dotações abaixo das suas necessidades, mas praticando uma frequência de regas suficientemente alta para evitar o aparecimento de déficits hídricos transcendentais. Fereres *et al.* (1978) concluíram que estas estratégias se deviam restringir a culturas que sombreassem completamente o solo, mantendo neste um determinado nível mínimo de água. Esta estratégia, podendo constituir uma alternativa ante determinadas circunstâncias, apresenta o inconveniente importante de não considerar que o déficite hídrico pode resultar mais ou menos transcendente em função do momento fenológico das culturas. Por esta razão, nos últimos anos têm adquirido especial relevância abordagens mais fisiológicas da questão, prestando uma especial atenção tanto à fenologia das culturas como à sua capacidade de resistir a situações de déficite hídrico. Desta maneira surge o conceito de Rega Deficitária Controlada (RDC) (Mitchell *et al.*, 1984), baseado na ideia de reduzir os aportes hídricos nos períodos fenológicos em que um déficite hídrico controlado não afecta sensivelmente a produção e qualidade da colheita, e cobrir plenamente as necessidades hídricas durante o resto do ciclo das culturas.

## 2. Fundamentos da técnica de rega deficitária controlada

Para elaboração de estratégias de RDC, devem considerar-se os factores que podem condicionar de forma importante a sua viabilidade e que se descrevem a seguir.



Fig. 1 – Principais factores que podem condicionar a elaboração de estratégias de RDC (adaptado de Mitchell *et al.*, 1984).

### 2.1 Períodos críticos das culturas

Estes períodos críticos correspondem aos momentos fenológicos nos quais o aparecimento de situações de déficit hídrico pode condicionar de forma importante a produção e qualidade da colheita. Perante situações de água disponível insuficiente para as plantas, poderia estudar-se a possibilidade de atender adequadamente às necessidades das culturas durante os períodos críticos, e distribuir a diferença durante o resto do seu ciclo, sempre e quando se evite o aparecimento de déficits hídricos transcendentais. Alguns autores indicam como períodos de máxima sensibilidade ao déficit hídrico, alguns momentos fenológicos associados a períodos de crescimento dos frutos. Assim por exemplo, em pessegueiros o período crítico é a segunda fase de crescimento rápido do fruto (Huguet *et al.*, 1990); em citrinos apontam-se dois períodos críticos: o primeiro desde a floração até ao vingamento dos frutos, e um segundo período de maior sensibilidade que corresponde à fase de crescimento rápido dos frutos (Shalhevet *et al.*, 1979). Relativamente à cerejeira, Lampinen *et al.* (1995) assinalam que os efeitos da supressão da rega são mais importantes em função da sua duração, e da sua coincidência com períodos de alta necessidade hídrica (períodos de endurecimento do caroço).

### 2.2 Crescimento vegetativo e dos frutos

Uma das estratégias da RDC pode ser evitar um excessivo vigor das plantas, que podem induzir efeitos negativos na frutificação. Desta maneira a redução da rega durante o desenvolvimento dos ramos limitaria este processo, podendo atender-se plenamente às necessidades hídricas das plantas durante o crescimento do fruto, sem limitar o tamanho final do mesmo. Torrecillas *et al.* (1993) assinalam que em limoeiros o crescimento rápido dos frutos, inicia-se quando já teve lugar 90% do crescimento dos ramos. Outro aspecto de interesse é que alguns frutos, como o pêssago e os citrinos, são capazes de experimentar crescimentos compensatórios, ao retomar-se a rega depois de um período de déficit hídrico (Chalmers *et al.*, 1985). Este crescimento compensatório é normalmente devido à acumulação de matéria seca durante os períodos de déficit hídrico (Choen *et al.*, 1984).

### 2.3 Características do solo e sistema de rega

O aproveitamento de alguns aspectos fisiológicos benéficos das estratégias de RDC, está relacionado com a facilidade de aparecimento de situações de déficit hídrico e com a recuperação destas. Assim, Chalmers (1990), pioneiro no estudo de RDC, recomenda solos pouco profundos com baixa capacidade de armazenamento de água; o contrário terá um efeito de amortecimento no resultado desta técnica. Sistemas radiculares concentrados (volumes reduzidos de solo humedecido), facilitam o esgotamento e recarga de água no solo de forma rápida e precisa, pelo que se preferem para estas estratégias de rega a utilização de sistemas de rega localizada (Lampinen *et al.*, 1995).

### 2.4 Clima

Dada a necessidade do aparecimento de situações de stress hídrico, as condições climáticas que não sejam de baixa pluviometria podem condicionar a aplicação destas estratégias de rega. É claro que, se o clima determina disponibilidades hídricas suficientes para cobrir ao longo de todo o ciclo as necessidades hídricas das culturas, um dos aspectos benéficos da estratégia de RDC fica resolvido. Um outro aspecto benéfico é a qualidade da produção, que parece ser mais elevada em alguns frutos pela maior quantidade de matéria seca, sem pôr em causa o tamanho comercial dos frutos (Mitchell *et al.*, 1982).

Neste contexto, Mitchell *et al.* (1986) recomendam que em zonas onde o regime de chuvas pode condicionar a aplicação de RDC, se suprimam os aportes hídricos até alcançar um nível de água no solo similar ao perseguido com esta técnica, ou seja que se assegure um tempo suficiente de déficit hídrico para induzir os efeitos benéficos desta estratégia.

### 2.5 Resistência à seca

A maioria das investigações relacionadas com a capacidade das culturas para se adaptarem a situações de déficit hídrico, tem incidido sobre culturas anuais, o que impede a completa extrapolação destes resultados para culturas lenhosas, ainda que ao nível das folhas os mecanismos de adaptação sejam muito similares às culturas anuais. O ajuste osmótico é um dos mecanismos de adaptação citados para a macieira, amendoeira, pessegueiro e pereira, que permite a manutenção da turgescência celular a baixos potenciais hídricos (Castel e Fereres, 1982). Quando este controle estomático é insuficiente para prevenir o desenvolvimento de déficits hídricos desvantajosos, induzem-se, em algumas fruteiras, processos de desfoliação para diminuir as perdas de água por transpiração. Situações de déficit hídrico severo podem não ser recuperadas durante o ciclo anual da cultura em que ocorre o fenómeno, e levar mais de um ano para a completa recuperação das árvores.

## 3. Investigações sobre rega deficitária controlada

Os estudos levados a cabo sobre esta estratégia de rega têm incidido sobretudo em espécies economicamente importantes, tais como o pessegueiro, limoeiro, amendoeira, macieira, oliveira. Contudo, nos últimos anos, especialmente nas regiões de maior carência hídrica, tem-se investigado em espécies anuais na tentativa de se concluir sobre a sua viabilidade. Convém referir que os estudos têm plena validade para as condições em que foram desenvolvidos, carecendo a sua extrapolação de investigação/experimentação local. Referem-se a seguir de forma resumida, com o objectivo de ilustrar o interesse desta estratégia de rega, um estudo realizado com pessegueiros (Chalmers *et al.*, 1984), e outro com milho como cultura anual (Kang *et al.*, 2000).

### 3.1 Pessegueiro

A sensibilidade do pessegueiro à falta de água obriga a que esta cultura se faça em condições de regadio para obtenção de produções economicamente aceitáveis. Esta fruteira, nesta estratégia de rega, tem sido usada como planta modelo, já que apresenta algumas características de desenvolvimento vantajosas, como sejam a clara diferenciação das diferentes fases de crescimento do fruto e uma clara separação dos processos de crescimento vegetativo e do fruto, tendo lugar primeiro a fase de rápido crescimento da parte vegetativa da planta (Chalmers *et al.*, 1981). No ciclo de crescimento dos pêssegos podemos identificar três fases bem diferenciadas, conforme mostra a figura a seguir.

Em quase todas as variedades de pessegueiro o crescimento vegetativo tem lugar nos três primeiros meses do ciclo; em variedades temporãs pode verificar-se um segundo crescimento vegetativo depois da colheita. O crescimento vegetativo activo coincide com as fases I e II de crescimento do fruto, que representam em variedades tardias somente 2% do seu volume final (Chalmers *et al.*, 1984). Esta separação dos processos de crescimento rápido do fruto (fase III) e da parte vegetativa, permite aplicar déficits hídricos de forma que estes incidam em um dos processos sem afectar praticamente o outro.

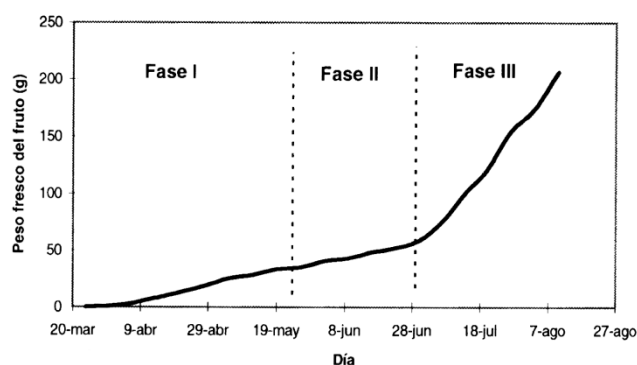


Fig. 2 – Identificação das três fases de crescimento do pêssegos “Golden Queen” (Chalmers *et al.*, 1984).

Um estudo realizado por Chalmers *et al.* (1984) teve como objectivo fundamental a racionalização do crescimento vegetativo (com a consequente poupança no consumo de água), e a influência na produção de pêssegos. Aplicaram-se distintas percentagens de redução da evapotranspiração cultural (ETc) durante as fases I e II de crescimento do fruto (período activo de crescimento vegetativo), completando o total das necessidades hídricas durante a fase III.

A dinâmica de crescimento dos frutos mostrou que a velocidade de crescimento diminuía ligeiramente nos períodos de déficit hídrico, verificando-se um crescimento compensatório dos frutos (que podia superar o das árvores usadas como controle), quando as condições hídricas normais eram restabelecidas. Estes e outros resultados, obtidos no referido estudo, podem ser apreciados na tabela 1.

De acordo com os dados obtidos neste estudo, a poupança de água foi da ordem de 34% nos tratamentos mais deficitários, o que é significativo e é com certeza uma alternativa a considerar numa situação de carência de água. Registe-se também que foi nos tratamentos mais deficitários (4º e 6º tratamentos na tabela 1) que se obtiveram os melhores resultados, em todos os aspectos estudados.

É ainda de referir que a redução da rega depois da colheita parece adquirir uma grande importância nas fruteiras devido aos processos de diferenciação floral. Diversos ensaios indicam que déficits hídricos ligeiros aplicados durante este período favorecem a produção de gemas reprodutivas, ou seja, aumentos da intensidade de floração e vingamento de frutos no ano seguinte (Larson *et al.*, 1988).

**Tab. 1** – Influência do tratamento de rega (percentagem da ETc), no número, tamanho e produção de pêssegos “Golden Quenn” (adaptado de Chalmers *et al.*, 1984).

Tratamentos de rega		Produção total (Kg/árv.)	Produção Ø > 60mm (Kg/árv.)	Peso médio dos frutos (g/fruto)	Número de frutos por árvore
Antes da fase III	Depois da fase III	(Kg/árv.)	(Kg/árv.)	(g/fruto)	por árvore
100	130	10.04	8.75	140	71.9
50	130	9.25	8.19	1.38	67.0
25	130	9.86	8.44	137	71.8
12.5	130	11.63	9.64	138	84.3
50	100	9.20	7.76	135	68.1
25	100	10.51	8.96	141	74.7
MSD	5%	1.01	1.10	NS	4.9
	1%	1.39	1.53	NS	6.8

Ø - diâmetro dos frutos;

MSD - mínima diferença significativa;

NS - não significativo.

### 3.2 Milho

O estudo que se apresenta a seguir (Kang *et al.*, 2000) foi conduzido com a cultura do milho, e foi implementado numa vasta região semi-árida (China) com um volume de precipitação média anual de 500 mm. A grande expansão das

áreas de culturas regadas, sobretudo o milho, originou um rápido decréscimo dos recursos hídricos da zona, que determinou estratégias que passam pela redução da utilização da água em algumas destas áreas agrícolas. Esta realidade determinou os objectivos deste estudo, ou seja desenvolver uma estratégia de RDC que permita reduzir o uso da água sem afectar significativamente a produção de milho. Para a sua concretização usaram-se nove tratamentos que mantiveram o solo com um teor alto (H), médio (M) e baixo (L) de água, durante dois estados de desenvolvimento da cultura (23-43 e 46-80 dias depois da sementeira); na restante parte do ciclo da cultura o teor de humidade manteve-se a 65-85% da capacidade de campo. O controlo do teor de humidade do solo verificou-se a 40 cm de profundidade no primeiro período de tempo (23-43 dias depois da sementeira), e a 60 cm de profundidade no segundo período de tempo (46-80 dias depois da sementeira). Na tabela 2 são mostrados os tratamentos de RDC usados, sendo os valores percentagens da capacidade de campo do solo.

**Tab. 2** – Tratamentos de RDC usados para estudar o desenvolvimento do milho (adaptado de Kang *et al.*, 2000).

Tratamentos	Teor de água no solo (% Cc)	
	23-43 dias DS	46-80 dias DS
HH	60-80	65-85
HM	60-80	55-65
HL	60-80	45-55
MH	50-60	65-85
MM	50-60	55-65
ML	50-60	45-55
LH	40-50	65-85
LM	40-50	55-65
LL	40-50	45-55

H - alto teor de humidade; M - médio teor de humidade; L - baixo teor de humidade; Cc - capacidade de campo; DS - depois da sementeira.

Alguns dos resultados deste estudo podem-se analisar na tabela 3, onde são apresentados o consumo total de água, a produção de milho/grão e a eficiência no uso da água pela cultura nos vários tratamentos.

Podemos verificar que o tratamento LM assegura uma produção relativamente elevada com uma redução substancial no consumo de água, obtendo-se no ano de 1997 a mais alta eficiência no uso da água pela cultura. Fazendo uma análise global dos resultados, os tratamentos MM e LM são os que permitem obter boas produções (não são significativamente diferentes,

nos dois níveis de significância usados), com importantes reduções no consumo de água. Os resultados obtidos com estes dois tratamentos podem estar relacionados com um maior desenvolvimento do sistema radicular, induzido pela escassez de água no primeiro período de tempo considerado, permitindo a absorção de água num maior volume de solo, no segundo período de crescimento da cultura. A poupança de água na primeira fase é importante, mas o mais importante parece ser produzir plantas mais adaptadas a condições de déficit hídrico que se verificam na segunda fase de desenvolvimento. Estes resultados sugerem a possibilidade de esta estratégia de rega poder ser aplicada a esta cultura e sob estas condições climáticas, que não são muito diferentes das condições de algumas regiões do nosso país, contribuindo para uma prática agrícola mais sustentável do ponto de vista do uso da água.

**Tab. 3** – Consumo total de água, produção de grão e eficiência no uso de água, para diferentes tratamentos de RDC (adaptado de Kang *et al.*, 2000).

Ano	Tratam.	Precipita. ocorrida (mm)	Total de água consum. (mm)	Prod. de grão (g m <sup>-2</sup> )	WUE (g m <sup>-2</sup> mm <sup>-1</sup> )
1996	HH	74.2	502	1308	2.61
	HM		492	1040**	2.11
	HL		376	800**	2.13
	MH		409	1048**	2.56
	MM		389	1293	3.32
	ML		399	844**	2.11
	LH		484	1130*	2.33
	LM		384	1202	3.13
	LL		350	808**	2.31
1997	HH	83.7	506	1325	2.62
	HM		479	1157*	2.42
	HL		364	873**	2.40
	MH		401	1138*	2.84
	MM		412	1312	3.18
	ML		386	908**	2.36
	LH		441	1132*	2.56
	LM		361	1217	3.38
	LL		337	900**	2.67

WUE – Eficiência no Uso da Água (g m<sup>-2</sup> mm<sup>-1</sup>);

\* - Indica diferença significativa para um nível de significância de 0.05 (P<sub>0.05</sub>), quando comparado com o tratamento HH na mesma coluna e ano;

\*\* - Indica diferença significativa para um nível de significância de 0.01 (P<sub>0.01</sub>), quando comparado com o tratamento HH na mesma coluna e ano.

## 4. Considerações finais

Os resultados expostos, que são exemplos de muitos outros, mostram como a utilização de estratégias de RDC, elaboradas em estreita relação com a fisiologia das plantas, podem constituir uma interessante alternativa para reduzir o consumo de água com efeitos mínimos na colheita; importante notar que esta questão é mais relevante, e pode ser até decisiva, nas zonas ou períodos de escassez de água.

Refira-se que relativamente a esta promissora estratégia de rega permanecem por estudar alguns aspectos. Por exemplo, há informação escassa capaz de orientar a conveniência de utilizar estratégias de RDC durante o período improdutivo de uma plantação de fruteiras. Neste sentido, seria necessário avaliar se a poupança de água durante este período, compensa o atraso da árvore em alcançar o período de plena maturação produtiva.

Em relação à fertirrigação, a redução do tempo e dotação de rega durante largos períodos de tempo, pode ocasionar problemas com a incorporação das doses de fertilizantes necessárias, assim como a redução dos volumes de solo humedecido pode induzir uma inadequada distribuição dos fertilizantes. É necessária investigação tendente a elaborar programas de fertirrigação adaptados às condições de RDC, para assegurar uma adequada nutrição mineral das plantas.

A utilização de águas salinas, de uso frequente em zonas áridas e semi-áridas, constitui um dos riscos potenciais mais importantes desta estratégia de rega. Na rega com água salina há que avaliar a possibilidade de aumentar as dotações durante os períodos de rega deficitária, procurando um equilíbrio tal que o stress salino se mantenha controlado sem desaparecer o stress hídrico, conseguindo assim alguns dos objectivos benéficos desta estratégia de rega.

## Referências bibliográficas

Castel, J. R., Fereres, E. 1982. Response of young almond trees to two drought periods in the field. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, **57**: 175-187.

**Assine, Leia e Divulgue**

**Agroforum**

**A sua Revista de Divulgação Agrária**

Chalmers, D.J. 1990. Control del crecimiento de la planta por la regulación de los déficits de agua y la limitación de la zona de humectación. *Frut* 5: 369-375.

Chalmers, D. J., Mitchell, P. D., Jerie, P. H. 1985. The relations between irrigation, growth and productivity of peach trees. *Acta Hort.*, 173: 283-288.

Chalmers, D. J., Mitchell, P. D., Jerie, P. H. 1984. The physiology of growth control of peach and pear trees using reduced irrigation. *Acta Hort.* 146: 143-149.

Chalmers, D. J., Mitchell, P. D., van Heek, L. 1981. Control of peach tree growth and productivity by regulated water supply, tree density and summer pruning. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 106: 307-312.

Cohen, A., Goell, A. 1984. Fruit development as an indicator of the irrigation needs of citrus trees. *Proc. Int. Soc. Citriculture Cong. (Sao Paulo)* 1 : 114-121.

Fereres, E., Reed, A. D., Meyer, J. L., Aljibury, F. K., Marsh, A. W. 1978. Irrigation cost. Univ. California, *Div. Agric. Sci. Leaflet* nº2875, 15 pp.

Huget, J. G., Li, S. H., Defrance, H. 1990. Influence de la disponibilité en eau du sol sur la qualité des fruits chez le pêcher *Prunus persica* L. 90, 135-144 in *Colloque sur le Recherches Fruitières*, INRA, Avignon.

Kang, S., Shi, W., Zhang, J. 2000. An improved water-use efficiency for maize grown under regulated deficit irrigation. *Field Crops Research*, 67 (2000): 207-214.

Lampinen, B. D., Schsckel, K. A., Southwick, S. M., Olson, B., Yeager, J. T., Goldhamer, D. 1995. Sensitivity of yield and fruit quality of French prune to water deprivation at different fruit growth stages. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 120: 139-147.

Larson, K. D., DeJong, T. M., Jonson, R. S. 1988. Physiological and growth responses of mature peach trees to postharvest water stress. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 113: 296-300.

Mitchell, P. D., Chalmers, D. J., Jerie, P. H., Burge, G. 1986. The use of initial withholding of irrigation and tree spacing to enhance the effect of regulated deficit irrigation on pear trees. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 111: 858-861.

Mitchell, P. D., Jerie, P. H., Chalmers, D. J. 1984. Effects of regulated water deficits on pear tree growth, flowering, fruit growth and yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 109: 604-606.

Shalhevet, J., Mantell, A., Bielorai, H., Shimshi, D. 1979. *Irrigation of Field and Orchard Crops under Semi-Arid Conditions*. IIC Nº1 (revised version) Israel, Canadá, 124 pp.

Torrecillas, A., Ruiz-Sánchez, M. C., Domingo, R., Hernandez-Borroto, J. 1993. Regulated deficit irrigation on Fino lemon tree. *Acta Hort.*, 335: 205-212.

Vera, J. 1990. *Notas sobre el regadío de la Región de Murcia*. CEBAS/COIAM, Murcia.



*Alvaro J. C. Alves*

Rua 5 de Outubro , nº17 2ºE  
6000-159 Castelo Branco  
Tlms: 914095403  
968479559  
mail: alvaro.alves@ecrandigital.tv

**Prestação de serviços na área da fotografia**

Declaro que pretendo ser assinante da Revista **Agroforum** por 1 ano (3 números)  
A partir do nº \_\_\_\_\_ Para o efeito envio:  
Cheque nº \_\_\_\_\_ s/banco \_\_\_\_\_  
Nome: \_\_\_\_\_ Nº de Cont.: \_\_\_\_\_  
Morada \_\_\_\_\_  
Assinatura: \_\_\_\_\_  
Continente e Ilhas - 3 euros