

ESTUDO DA REGA DEFICITÁRIA EM PESSEGUEIRO NO CRESCIMENTO E QUALIDADE DOS FRUTOS – INTERAÇÃO COM A CARGA DA ÁRVORE

C. Inês¹, A. Canatário Duarte^{2,4}, A. Ramos^{3,5}

¹ INIAV, I.P., Pólo de Elvas, Email: carla.ines@iniav.pt

² Escola Superior Agrária/ Instituto Politécnico de Castelo Branco, Email: acduarte@ipcb.pt

³ Escola Superior Agrária/ Instituto Politécnico de Castelo Branco, Email: aramos@ipcb.pt

⁴ CEER – Biosystems Engineering, Instituto Superior de Agronomia/ Universidade Técnica de Lisboa

⁵ CERNAS – Centro de Estudos de Recursos Naturais, Ambiente e Sociedade/ Instituto Politécnico de Castelo Branco

Resumo

Para estudar a influência da disponibilidade de água no crescimento e qualidade do pêssago (*Prunus persica* L. Batch) durante a fase de rápido crescimento do fruto, foram aplicadas, na campanha de rega de 2011, diferentes dotações de rega em pessegueiros das cultivares ‘Andross’ e ‘August Orebrad’, numa exploração localizada no extremo sul do concelho do Fundão. Os tratamentos foram estabelecidos de modo a aplicar a água necessária para suprir 100% (T₁₀₀), 70% (T₇₀) e 50% (T₅₀) da ET_c, durante o período de maior crescimento do fruto (fase III). A produtividade foi muito semelhante, não se tendo registado diferenças significativas entre os tratamentos de rega. Contudo, a produtividade teve comportamento crescente à medida que a restrição hídrica diminuiu. O peso do fruto, o teor de açúcares e a dureza da polpa foram afetados pelos tratamentos de rega. O tratamento sem restrição hídrica (T₁₀₀) esteve associado ao maior peso médio do fruto, ao menor teor de açúcar e à menor dureza da polpa, verificando-se o inverso no tratamento com maior restrição hídrica (T₅₀). Um estudo económico baseado no efeito da carga no crescimento do fruto permitiu separar o efeito da carga do efeito da restrição hídrica sobre o crescimento do fruto e determinar a carga ótima correspondente ao máximo benefício para o produtor. O valor da carga ótima para as condições do modelo correspondeu a cerca de 40 t/ha na modalidade sem restrições hídricas e entre cerca de 20-25 t/ha nas modalidades de rega deficitária nas duas cultivares.

Abstract

Three levels of water supply (100, 70 and 50% ET_c) were used to study deficit irrigation (at fruit growth stage III) effects in yield, fruit growth and quality of two peach cultivars (‘Andross’ and ‘August Orebrad’) at south “Cova da Beira” region (Portugal), in 2011 season. No significant differences on yield were observed in the two peach cultivars, but there was a tendency to increasing yield with water supply. Fruit weight was positively affected, while sugar content (TSS) and pulp firmness were negatively influenced by water supply. An economic study based on the crop load effect in fruit growth was able to separate irrigation and crop load effects in fruit growth and to determine the optimum crop level, corresponding to the maximum benefit to the producer.

Palavras Chave: Carga ótima, crescimento e qualidade do fruto, *Prunus persica*, rega deficitária.

1. INTRODUÇÃO (Introdução e objetivos)

A água é um recurso natural limitado, pelo que é imperioso que a atividade de regadio se faça segundo critérios de racionalidade, concretamente em situações de escassez. A quantidade de

água a fornecer e o momento mais favorável dependem de vários fatores, nomeadamente meteorológicos, da cultura e seu estado fenológico, do desenvolvimento radicular e das propriedades do solo, tais como a textura e a capacidade de retenção (Martin e Gilley, 1993). Porém, reduzir a quantidade de rega significa reduzir a evapotranspiração (ET), e fazê-lo sem prejudicar a produção constitui uma tarefa bastante complexa, uma vez que a taxa de assimilação de carbono depende da evapotranspiração e influencia a produção (Tanner e Sinclair, 1983; Monteith, 1990; Steduto et al., 2006).

A rega tem por objetivo compensar a planta pelas perdas de água ocorridas através da transpiração, e quando a aplicação de água se faz abaixo da estimada como necessária para compensar as perdas provocadas pela evapotranspiração (ET), a rega denomina-se por “deficitária” (RD) (Duarte, 2002). Embora a maioria das culturas responda negativamente ao stress hídrico, nas culturas lenhosas perenes, como os pomares, tal resposta pode não ser tão negativa, uma vez que as árvores parecem ter a capacidade de se adaptar àquela condição (Costa et al., 2007). Desde há bastante tempo que se recomenda a indução de um certo stress hídrico nas culturas lenhosas (Veihmeyer, 1972) para obter benefícios na qualidade, sendo a vinha um dos casos mais conhecidos e estudados.

A Beira Interior tem um peso de 23% na produção total de pêssego do continente, sendo o “Pêssego da Cova da Beira” o único com Indicação Geográfica Protegida (IGP). Por se tratar de uma cultura tão relevante para a economia da região e porque a escassez de água tende a agravar-se num quadro de alterações climáticas, é de todo o interesse otimizar o uso de um fator essencial como a água (Jury e Vaux, 2005). Nesta perspetiva, torna-se essencial investigar e aplicar estratégias de RD, no sentido de fazer o melhor uso possível da água disponível, sem colocar em causa a produtividade e qualidade da produção agrícola.

Com a realização deste trabalho, pretende-se estudar o efeito de diferentes modalidades de RD em duas cultivares de pessegueiro, ‘Andross’ e ‘August Orebrad’, num pomar localizado na freguesia de Soalheira, concelho de Fundão, sobre a produção, o crescimento e a qualidade do fruto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi efetuado durante a campanha de rega de 2011, num pomar de pessegueiros de cultivares tardias na empresa Frutas Quinta Fadagosa – Sociedade Agrícola de Grupo, Lda. (freguesia da Soalheira, concelho do Fundão). Os pessegueiros ‘Andross’ (pavia) e ‘August Orebrad’ (nectarina) estão conduzidos em vaso, tendo sido plantados em 2003 e 2006, respetivamente, no porta-enxerto ‘GF 677’ e com o compasso de plantação 5 m × 2,5 m. O solo em ambas as parcelas é de textura franco-arenosa e, em geral, pouco ácido, pobre em matéria orgânica e com teores altos, ou muito altos, em fósforo e potássio “assimiláveis”. O ensaio foi estabelecido em duas linhas de árvores, uma em cada cultivar de pessegueiro, onde se instalaram as seguintes modalidades ou tratamentos de rega:

- Tratamento T₁₀₀: aplicação de água para restabelecer 100% da ET_c;
- Tratamento T₇₀: aplicação de água para restabelecer 70% da ET_c;
- Tratamento T₅₀: aplicação de água para restabelecer 50% da ET_c.

Nas linhas, formaram-se três blocos de quinze árvores e, em cada bloco, distribuíram-se

aleatoriamente os três tratamentos de rega, cinco árvores por tratamento. Uma vez que a Primavera foi chuvosa, as regas tiveram início mais tarde que o previsto, a partir de 16 de junho, o que coincidiu com o final do período de endurecimento do endocarpo (caroço), e consequentemente, este estudo incidiu essencialmente sobre a última fase de crescimento rápido do fruto.

Para aplicar a água de rega necessária a cada tratamento, utilizaram-se diferentes conjugações de gotejadores autocompensantes. Desta forma, instalou-se um gotejador de 24 L/hora, quatro gotejadores de 4 L/hora e três gotejadores de 4 L/hora, em cada árvore, nos tratamentos T₁₀₀, T₇₀ e T₅₀, respetivamente. Para controlar o tempo de rega e, portanto, o caudal necessário, utilizou-se um controlador de rega computadorizado *Galcon 9001 D-C* no início da rampa de rega. Os dados meteorológicos diários de precipitação, temperatura máxima e mínima do ar, humidade máxima e mínima do ar e velocidade média do vento, foram utilizados para calcular a ET₀ e a ET_c diariamente ou num intervalo de dois dias. A estação meteorológica que registou os dados meteorológicos está localizada na Quinta da Fadagosa e pertence à rede de Estações Meteorológicas Automáticas (EMAs) da Direcção Regional de Agricultura e Pescas do Centro (DRAPC).

Durante a campanha de rega, acompanhou-se o crescimento dos frutos pela medição semanal do diâmetro equatorial em dois frutos marcados em cada árvore. Uma vez que as curvas de crescimento do fruto se apresentam em peso e não em diâmetro, foi necessário transformar o diâmetro em peso fresco, com base na relação linear (proporcional) entre o peso fresco e o volume do fruto. Para isso, colheu-se semanalmente uma amostra aleatória de dez frutos em árvores não utilizadas no ensaio, que foram pesados e medidos individualmente.

As colheitas foram escalonadas e decorreram entre 25 de julho e 9 de Agosto na ‘Andross’ e de 10 a 26 de agosto na ‘August Orebrad’. Fez-se o registo do número de frutos e do peso total desses frutos por árvore. Em cada data de colheita, retirou-se uma amostra de trinta frutos por bloco (dez frutos por modalidade de rega) para a determinação laboratorial do calibre, do peso fresco, da dureza da polpa e do teor em açúcares, no laboratório de Tecnologia e Segurança Alimentar da Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco. O teor em açúcares foi determinado por refractometria (refractómetro digital ATAGO Palette PR-101-α, BRIX 0-45%) e a dureza da polpa foi obtida por penetrometria (penetrómetro de bancada PENEFEEL, kg/0,5 cm²).

Dado que a rega e a medição dos frutos só se realizaram na fase III, de crescimento rápido do fruto, após a fase de endurecimento do endocarpo, só foi possível obter a segunda parte da curva de crescimento “dupla sigmoide” característica das prunóideas (Chalmers *et al.*, 1981; Fereres e Soriano, 2007). A curva obtida resultou do ajustamento não linear (com a ferramenta Solver do Excel) à equação logística simples ou modelo de Verhulst (Richards, 1969): $Y = Wt/(1 + e^{-r(X-tm)})$ (1)

em que:

Y – peso médio do fruto (g);

X – tempo (número de dias);

Wt, r e tm são os parâmetros do modelo, calculados pela regressão não linear para a segunda parte da curva de crescimento dos pêssegos. O valor de Wt representa o crescimento máximo, ou seja, o valor da assíntota superior da curva sigmóide. O valor de r representa a taxa média de crescimento relativo. O valor de tm indica a abcissa correspondente ao ponto de inflexão da curva.

O crescimento do fruto na fase estudada foi também representado em termos de taxas de crescimento, que representam o crescimento diário do fruto (ganho médio de peso diário), calculando-se pela razão entre o acréscimo de crescimento (em peso) e o número de dias do intervalo entre medições. O ganho de peso diário máximo ocorre no momento em que se dá a inflexão da parte da curva de crescimento estudada (tm).

De acordo com o delineamento experimental no campo, os resultados da produção e qualidade dos frutos foram sujeitos a uma análise de variância (ANOVA) e as médias separadas pelo teste de Duncan.

Para complementar a análise dos resultados dada pela ANOVA, realizou-se o tratamento dos resultados por ajustamento não linear do peso médio do fruto em função da carga da árvore, proposta por Ramos *et al.* (2008) e descrita com mais detalhe em Ramos *et al.* (2010). A relação negativa entre a carga da árvore e o crescimento do fruto está amplamente estudada e comprovada por inúmeros estudos de carga e monda de frutos (Dennis, 2000). Em conformidade com os proponentes desta metodologia, o tratamento dos resultados começou pelo ordenamento das árvores de cada tratamento (as 15 árvores, independentemente do delineamento experimental em campo) por ordem crescente de carga (normalizada em função da área da secção transversal do tronco). Para tal, foram também medidos, após a colheita, os perímetros do tronco em todas as árvores numa zona intermédia e regular entre os espessamentos causados pela enxertia e pela primeira ramificação, com o intuito de calcular a área da secção transversal do tronco ou Área Seccional do Tronco (AST). Após esta ordenação, agruparam-se as árvores em cinco grupos de três árvores, calculando-se o valor médio para cada grupo. O ajustamento dos pesos médios dos frutos em função da carga (valores médios de três árvores, conforme descrito acima) foi realizado com a ferramenta Solver do Excel, de acordo com a seguinte equação empírica (Ramos *et al.*, 2010):

$$Y = 1/(a \times X + 1/b) \quad (2)$$

em que:

Y – peso médio do fruto (g);

X – carga (nº de frutos/cm² AST);

a e *b* são os parâmetros do modelo, calculados pela regressão não linear. O valor de *b* representa o peso máximo do fruto que se pode obter em cada situação.

A apresentação dos resultados do peso médio do fruto em função da carga, sob a forma de curvas com as respetivas equações, permite também apresentar a produção (kg/árvore ou t/ha) e a produtividade (kg/cm² AST) em função da carga e calcular a carga e a produção que correspondem a um determinado objetivo de calibre. Como está amplamente comprovado na bibliografia (Dennis, 2000), cargas superiores correspondem a maior produção e a frutos mais pequenos e, como a valorização dos frutos depende da distribuição por classes de calibre, a carga ótima deve corresponder à melhor solução de compromisso entre a produção da árvore e o calibre do fruto, só possível através de um estudo económico em função da carga.

Para este estudo, considerou-se uma variação do preço em função da distribuição por classes de calibre, sendo esta distribuição “normal” quando expressa em frequência relativa e do tipo “sigmóide” quando expressa em frequência absoluta, relativamente ao peso médio do fruto por árvore (Ramos *et al.*, 2008). Para tal, é necessário calibrar os frutos árvore a árvore e registar o peso e o número de frutos por classe de calibre e por árvore. Como não foi possível

efetuar tal calibragem, utilizaram-se as distribuições por classes de calibre obtidas na Qt.^a da Sr.^a de Mércules, Castelo Branco, nos pessegueiros ‘Crimson Lady’, ‘Rich Lady’ e ‘Princess Diamond’ por Ramos (2011, não publicado). Para a estimativa dos encargos, consideraram-se os custos não variáveis com a carga (energia, fertilizantes, fitofármacos, máquinas, etc.), que foram estimados pelo produtor em 4000, 3500 e 3250 euros/ha, nos tratamentos T₁₀₀, T₇₀ e T₅₀, respetivamente. Os custos variáveis com a carga são essencialmente os custos com a colheita que, no caso do pessegueiro é mais dispendiosa devido às colheitas escalonadas, tendo-se calculado com base no valor de 0,01 euros/fruto, de forma a dar um custo de colheita entre 0,05 e 0,10 euros/kg, de acordo com a indicação do produtor. A monda é também um custo variável com a carga, mas não foi considerada porque no ano e no pomar/cultivares em causa foi realizada de forma muito ligeira ou quase não se realizou, por opção ou falta de oportunidade do produtor.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados dos cálculos das necessidades de rega totais do período em estudo calculadas para a modalidade T₁₀₀, T₇₀ e T₅₀. A diferença registada nas necessidades de rega das duas cultivares deveu-se ao maior período de crescimento e maturação das nectarinas, que foram colhidas cerca de duas semanas mais tarde.

Tabela 1. Resultados do cálculo da evapotranspiração de referência (Monteith e Unsworth, 1990; Allen et al., 1998) (ET₀), da evapotranspiração cultural (ET_c) e das necessidades de rega (NR_c)

Tratamento	ET ₀ (mm)	ET _c (mm)	NR _c (l/árvore)	
			‘Andross’	‘August Orebrad’
T ₁₀₀	418	459	3325	4013
T ₇₀	418	459	2328	2809
T ₅₀	418	459	1663	2007

ET₀: calculada de acordo com a equação de Penman-Monteith;

ET_c: considerando um coeficiente cultural na fase de crescimento em estudo de 1,1;

NR_c: considerando um fator de localização (K_l) de 0,70, um fator de advecção (Ccl) de 0,90 e uma eficiência da rega gota-a-gota (E_a) de 0,90.

A transformação linear dos diâmetros medidos nos frutos marcados, em peso fresco (Figura 1), além da elaboração das curvas de crescimento do fruto (Figura 2), permite relacionar o peso médio do fruto com as várias classes de calibre. No caso de calibradores que operam com base no peso dos frutos, esta relação é de enorme importância para a sua programação e aferição.

Em ambas as cultivares, verificou-se que o crescimento do fruto foi maior no tratamento T₁₀₀ em relação às modalidades de rega deficitária (T₇₀ e T₅₀). Este resultado era esperado (Besset et al., 2001; Fereres e Soriano, 2007; Lopez et al., 2010), já que o tratamento sem restrições de água terá permitido uma taxa de assimilação de carbono e, conseqüentemente, uma produção de biomassa também mais elevada (Tanner e Sinclair, 1983; Monteith, 1990; Steduto et al., 2006).

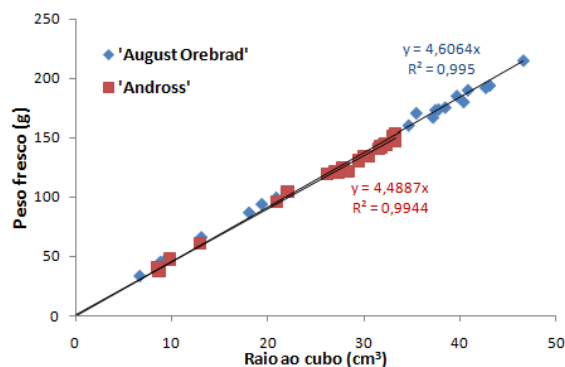


Figura 1. Relação linear entre o peso fresco (g) e o raio ao cubo (cm³) dos frutos nas duas cultivares, obtida em amostras destrutivas.

No entanto, na ‘August Orebrad’, a superioridade do tratamento T₁₀₀ não foi tão marcada como na ‘Andross’. Neste, a diferença entre T₇₀ e T₅₀ foi quase nula, enquanto na nectarina a variação foi mais gradual entre os três tratamentos. Estes comportamentos distintos entre as cultivares poderão dever-se ao maior período de crescimento das nectarinas, que lhes terá permitido uma maior capacidade de adaptação à restrição de água, ao nível de carga da árvore, às características genéticas da cultivar ou às condições particulares da cultura em cada parcela, tais como a idade do pomar ou as características do solo.

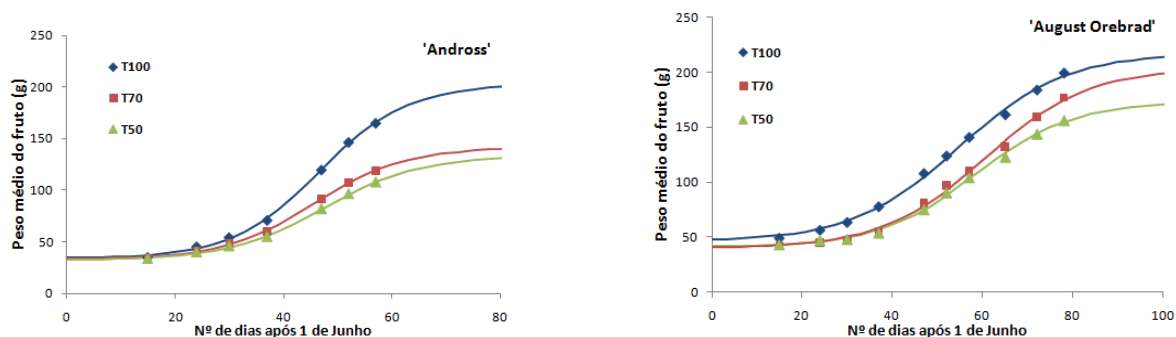


Figura 2. Representação gráfica do crescimento do fruto na pavia ‘Andross’ (esquerda) e na nectarina ‘August Orebrad’ (direita), nas três modalidades de rega, durante a fase III de crescimento.

Outra forma de avaliar o crescimento dos frutos é dada pela taxa de crescimento absoluta, ou seja, pelo ganho médio de peso diário, que se apresenta na Figura 3, para a ‘Andross’ e a ‘August Orebrad’, respetivamente. Os ganhos médios de peso diário confirmam o acentuado crescimento do fruto na fase III e o efeito negativo da falta de água nessa fase, relativamente a um fornecimento hídrico adequado. Dado que a ‘August Orebrad’ é mais tardia e teve mais tempo para se desenvolver, menor carga de frutos e, eventualmente, melhor adaptação ao menor fornecimento de água, apresentou um pico de crescimento do fruto no tratamento T₁₀₀ menos acentuado do que o do ‘Andross’, confirmando a diferença atrás referida. Além disso, na nectarina, o tratamento T₇₀ conseguiu atingir um pico de ganho de peso diário semelhante ao T₁₀₀, embora com desfasamento de 5-6 dias.

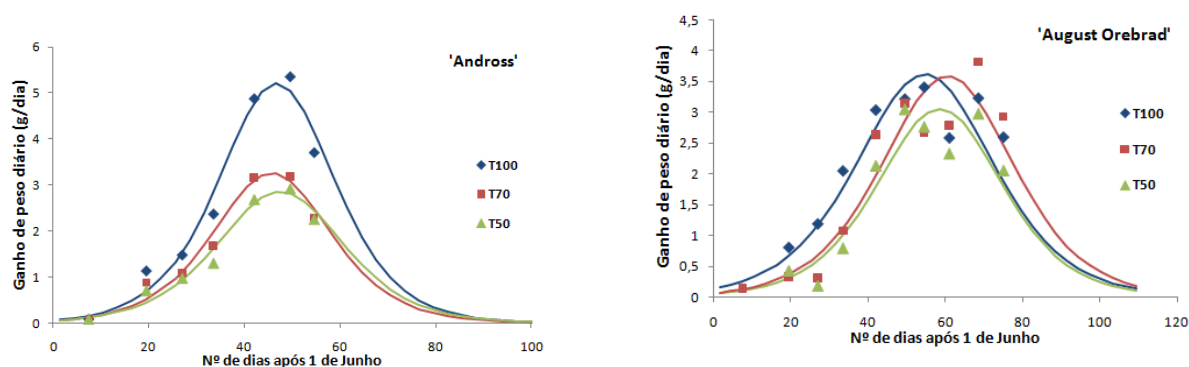


Figura 3. Representação gráfica das taxas de crescimento absolutas do fruto na pavia 'Andross' (esquerda) e na nectarina 'August Orebrad' (direita), nos três tratamentos de rega, durante a fase III de crescimento.

Na 'Andross', apenas se verificaram diferenças significativas em relação ao peso médio do fruto (Tabela 2). O tratamento de rega T₁₀₀ apresentou uma produção e um peso médio do fruto mais elevados, apesar da carga mais baixa, pelo que se depreende um efeito negativo da restrição de água no crescimento do fruto, tal como se verificou anteriormente nas curvas de crescimento do fruto e como era esperado, de acordo com as evidências acumuladas em inúmeros trabalhos experimentais sobre os efeitos do stress hídrico nas trocas gasosas, na produção e no crescimento dos frutos (Tanner e Sinclair, 1983; Monteith, 1990; Besset *et al.*, 2001; Steduto *et al.*, 2006; Fereres e Soriano, 2007; Alibés *et al.*, 2009), em particular quando a falta de água se verifica na fase III, que é crítica para o crescimento do fruto.

Tabela 2. Valores médios de carga, produção, produtividade e peso médio do fruto nas três modalidades de rega, no pessegueiro 'Andross'

Tratamento	Frutos por árvore	Produção (t/ha)	Carga (nº/cm ² AST)	Produtividade (kg/cm ² AST)	Peso médio (g)	Calibre médio (mm)
T ₁₀₀ (100% ET _c)	247,3 a	27,2 a	4,5 a	0,59 a	140,0 a	62,5
T ₇₀ (70% ET _c)	279,5 a	23,2 a	5,1 a	0,56 a	110,0 b	57,8
T ₅₀ (50% ET _c)	294,7 a	22,3 a	5,4 a	0,48 a	104,2 b	56,7

Nota: valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não são significativamente diferentes ($P > 0,05$).
AST – área seccional do tronco.

Na nectarina 'August Orebrad', verificaram-se diferenças significativas ao nível da carga da árvore, da produção e do peso médio do fruto (tabela 3). Dado que a rega, iniciada em meados de junho, já não terá tido influência sobre a carga, os efeitos significativos sobre a produção podem ser devidos à rega, à carga ou à interação entre ambas. No entanto, apesar do maior número de frutos e produção da árvore no tratamento T₇₀, quando se expressam em função da área seccional do tronco, a carga e a produtividade diminuem no sentido da maior para a menor aplicação de água. Como o peso médio do fruto varia no mesmo sentido, pode depreender-se, também aqui, o efeito negativo da restrição de água no crescimento do fruto, em concordância com os resultados anteriores e com as evidências experimentais, não obstante a manifesta falta de carga da nectarina em relação à pavia, devida eventualmente a más condições de vingamento.

Tabela 3. Valores médios de carga, produção, produtividade e peso médio do fruto nas três modalidades de rega, na nectarina ‘August Orebrad’

Tratamento	Frutos por árvore	Produção (t/ha)	Carga (nº/cm ² AST)	Produtividade (kg/cm ² AST)	Peso médio (g)	Calibre médio (mm)
T ₁₀₀ (100% ET _c)	95,9 ab	13,5 ab	1,7 a	0,30 a	185,8 a	69,1
T ₇₀ (70% ET _c)	123,3 a	16,7 a	1,5 a	0,25 a	167,5 ab	66,9
T ₅₀ (50% ET _c)	71,0 b	8,9 b	1,4 a	0,22 a	158,3 b	65,6

Nota: valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não são significativamente diferentes ($P > 0,05$).
AST – área seccional do tronco.

A quantidade de água aplicada afetou a dureza da polpa e o teor de açúcares em ambas as cultivares (Tabela 4). Os frutos na modalidade T₁₀₀ apresentaram menor dureza da polpa e menor teor em açúcares em relação às modalidades de rega deficitária, o que está de acordo com a tendência geral observada por outros autores (Besset *et al.*, 2001; Alibés *et al.*, 2009; Lopez *et al.*, 2010). No entanto, como o stress hídrico afeta a atividade fotossintética, Besset *et al.* (2001) só verificaram um efeito positivo no teor em açúcares quando determinado em frutos do mesmo calibre, pelo que atribuem aquela melhoria a um efeito de concentração por redução do tamanho do fruto.

Tabela 4. Resultados da dureza da polpa e do teor em açúcares dos frutos à colheita, nas duas cultivares e nos três tratamentos de rega (médias de trinta frutos por modalidade de rega)

Tratamento	‘Andross’		‘August Orebrad’	
	Dureza da polpa (kg/0,5 cm ²)	Teor em açúcares (°Brix)	Dureza da polpa (kg/0,5 cm ²)	Teor em açúcares (°Brix)
T ₁₀₀ (100% ET _c)	2,76 b	13,05 b	6,13 b	14,67 c
T ₇₀ (70% ET _c)	3,37 a	14,96 a	6,41 ab	15,12 b
T ₅₀ (50% ET _c)	3,58 a	15,43 a	6,76 a	15,93 a

Nota: valores na mesma coluna seguidos da mesma letra não são significativamente diferentes ($P > 0,05$).

O ajustamento do peso médio do fruto e da produtividade em função da carga (Figuras 4 e 5) permite verificar e confirmar os efeitos negativos da carga (curvas descendentes) e da rega deficitária (diferença entre curvas) atrás referidos e discutidos, em particular o efeito da falta de água no crescimento do fruto, que apenas se podia depreender nos resultados anteriores. Também é possível verificar que os efeitos da falta de água são aditivos em relação aos efeitos da carga (não há interação), já que as diferenças entre curvas são sensivelmente constantes em função da carga (curvas paralelas).

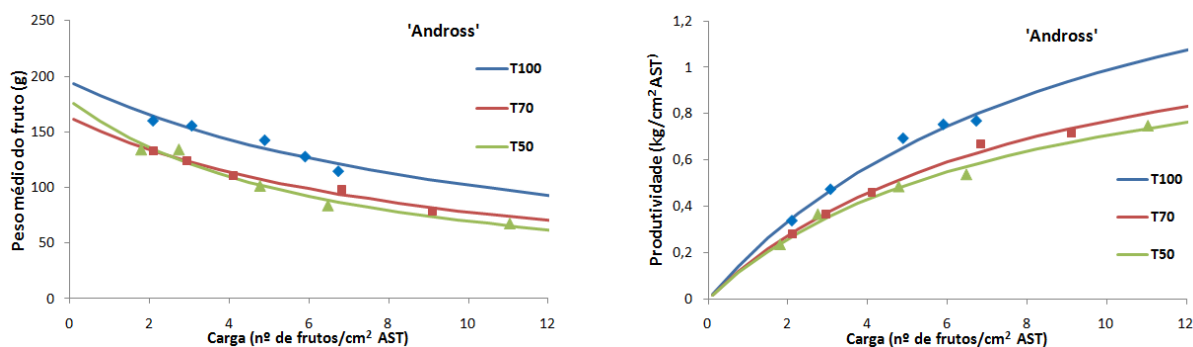


Figura 4. Representação gráfica do ajustamento não linear do peso médio do fruto (esquerda) e do índice de produtividade (direita) em função da carga, nas três modalidades de rega na pavia 'Andross'. AST – Área Seccional do Tronco.

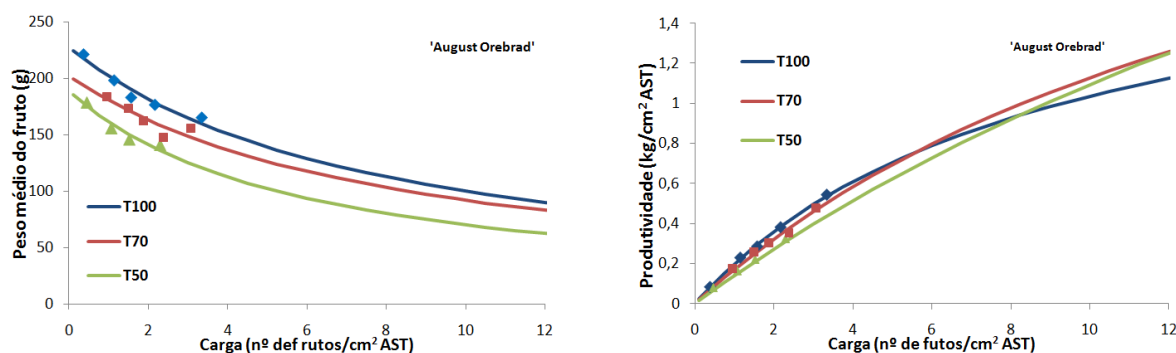


Figura 5. Representação gráfica do ajustamento não linear do peso médio do fruto (esquerda) e do índice de produtividade (direita) em função da carga, nas três modalidades de rega na nectarina 'August Orebrad'. AST – Área Seccional do Tronco.

A determinação da carga ótima passa pela construção de um modelo económico e sua representação em função da carga. A Figura 6 apresenta as curvas resultantes da aplicação desse modelo para as duas cultivares e para cada modalidade de rega, de acordo com as seguintes premissas e contributos:

- equações das curvas de ajustamento do peso médio e da produtividade em função da carga (Figuras 4 e 5);
- equações das curvas de ajustamento da frequência acumulada por classes de calibre em função do peso médio (Ramos, 2011, não publicado);
- valorização das classes de calibre e das cultivares de acordo com a informação do produtor;
- valorização dos encargos não variáveis com a carga de acordo com a informação do produtor;
- diferenciação dos encargos com a rega, nos diferentes tratamentos, de acordo com estimativa do produtor;
- valorização dos encargos com a colheita (variáveis com a carga) em função de um custo por fruto colhido que representa um valor do custo unitário (por kg) de colheita de acordo com a indicação do produtor.

De referir ainda que os valores dos encargos e das receitas efetuados com base nas estimativas fornecidas pelo produtor não conduzem a um estudo económico muito rigoroso, do ponto de vista do montante do rendimento obtido. No entanto, no contexto deste trabalho, o modelo económico apresentado é uma metodologia que permite determinar a carga e a produção correspondentes ao rendimento máximo e, tão só, comparar as diferentes modalidades de rega.

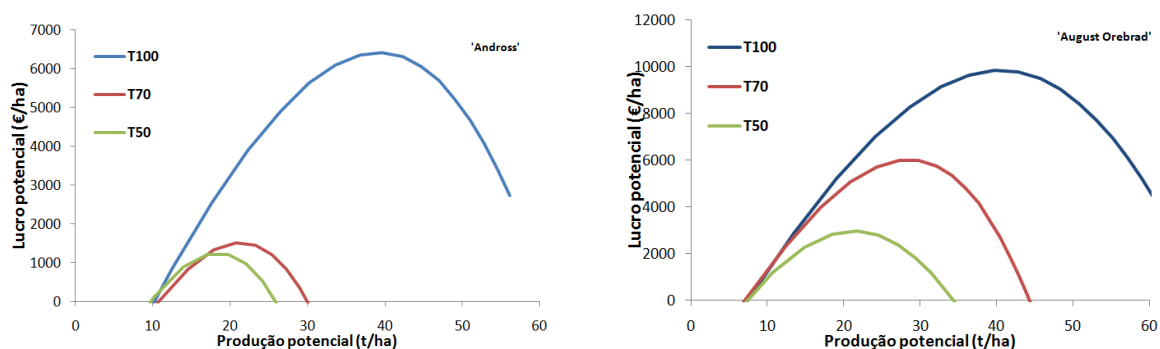


Figura 6. Representação gráfica do modelo económico para determinação da carga ótima na pavia 'Andross' (esquerda) e na nectarina 'August Orebrad' (direita), nas três modalidades de rega.

A representação do modelo económico em função da carga mostra em todos os tratamentos que o rendimento económico é baixo com cargas baixas (devido às baixas produções), vai aumentando com a carga até atingir um valor máximo, a partir do qual decresce devido à desvalorização do fruto pelo baixo calibre. É esta variação que permite a determinação da carga ótima correspondente ao máximo rendimento económico. Além disso, a simples observação das curvas permite elucidar sobre o efeito negativo que a depleção do fornecimento de água provoca no rendimento económico, devido essencialmente ao seu efeito sobre o crescimento dos frutos, do qual depende a respetiva valorização.

Pelos resultados das Tabelas 5 e 6, pode verificar-se que os valores da carga e da produção obtidos (Tabela 3) foram sempre inferiores aos estimados para a carga ótima na nectarina, confirmando a baixa carga (e produção) das árvores e, certamente, um rendimento económico abaixo do máximo estimado para a parcela de pomar desta cultivar. No 'Andross', verificou-se que os resultados (Tabela 2) do tratamento T₁₀₀ ficaram aquém dos estimados para a carga ótima, enquanto nos tratamentos de rega deficitária foram superiores. Desta forma, será de supor que o rendimento máximo estimado para a parcela de pomar da cultivar não foi obtido, por falta de carga (e produção) no tratamento T₁₀₀ e por excesso de carga e, consequentemente, baixo calibre nos tratamentos RD.

Tabela 5. Estimativa da carga ótima, produtividade, produção e tamanho do fruto em função de um objetivo de máximo rendimento económico nas três modalidades de rega na 'Andross'

Tratamento	Carga (nº/cm ² AST)	Produtividade (kg/cm ² AST)	Produção (t/ha)	Peso médio do fruto (g)	Calibre médio do fruto (mm)
T ₁₀₀ (100% ET _c)	6,75	0,80	39,6	121,0	59,5
T ₇₀ (70% ET _c)	3,75	0,44	20,7	116,0	58,7
T ₅₀ (50% ET _c)	3,00	0,35	17,1	121,6	59,6

AST – área seccional do tronco.

Tabela 6. Estimativa da carga ótima, produtividade, produção e tamanho do fruto em função de um objetivo de máximo rendimento económico nas três modalidades de rega na 'August Orebrad'

Tratamento	Carga (nº/cm ² AST)	Produtividade (kg/cm ² AST)	Produção (t/ha)	Peso médio do fruto (g)	Calibre médio do fruto (mm)
T ₁₀₀ (100% ET _c)	6,25	0,81	40,8	127,0	61,0
T ₇₀ (70% ET _c)	4,75	0,67	28,2	128,9	61,3
T ₅₀ (50% ET _c)	3,75	0,48	21,7	115,6	59,0

AST – área seccional do tronco.

De salientar ainda que as cargas ótimas correspondem a frutos com calibres médios relativamente baixos (próximos de 61 mm, o limite inferior da categoria de calibre A), independentemente da cultivar, da carga e dos tratamentos de rega, o que faz supor que cada pomar, em função das suas condições particulares, tem um comportamento específico e que não se pode generalizar.

4. CONCLUSÕES

É importante ter em conta que este trabalho se baseia em resultados apurados em apenas um ano de ensaios e, portanto, seria de enorme interesse dar continuidade e alargar este tipo de estudos a outros pomares. No entanto, foi possível verificar uma influência marcada do regime hídrico no crescimento do fruto, na produção, na qualidade e no rendimento económico da cultura do pessegueiro, em zonas caracterizadas por elevada aridez durante a estação quente, e que esta influência pode ser modelada em função da carga.

Uma estratégia de RD do pessegueiro não deve impor restrições na fase III, de crescimento rápido do fruto, sob pena de fortes quebras nesse crescimento, na produção e no rendimento económico do agricultor, sugerindo-se que, na continuação desta experimentação se possa estudar também uma estratégia de RDC, ou seja, com limitação de água apenas na fase II, de crescimento lento e endurecimento do endocarpo. O efeito negativo da limitação de água na fase III é crítico no crescimento do fruto, mesmo em situações de RD menos intensa, especialmente com mondas pouco severas ou ineficientes.

A melhoria da qualidade traduzida pela maior concentração de açúcares pode ser apenas “aparente”, pois consegue-se à custa de uma forte redução no calibre e, consequentemente, da produção e do rendimento do produtor. Também a melhoria do calibre através da regulação da carga para compensar a falta de água, é “enganadora”, uma vez que só se consegue com mondas muito intensas, reduzindo drasticamente as produções e, consequentemente, o rendimento do agricultor.

5. AGRADECIMENTOS

A realização deste trabalho contou com o apoio da empresa REGAOSOLO, nomeadamente no que respeita à disponibilização de programadores de rega, dos tubos de rega e gotejadores, assim como o apoio técnico do Eng. Silvério Quelhas. Igualmente importante foi a disponibilidade das parcelas onde se realizou o ensaio pela empresa Frutas Quinta Fadagosa – Sociedade Agrícola de Grupo, Lda. e a amabilidade do Engenheiro Gonçalo.

BIBLIOGRAFIA

- Alibés, O., González, J., Carbó, J. 2009. Respuesta del melocotón de calanda al riego deficitario. Disponível em: http://digital.csic.es/bitstream/10261/27186/1/FaciJM_CongNalRiegos_2010.pdf. Acedido a 27-01-2011.
- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M. 1998. *Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements*. FAO Irrigation and Drainage Paper 56, Rome, Italy.
- Besset, J., Génard, M., Girard, T., Serra, V., Bussi, C. 2001. Effect of water stress applied during the final stage of rapid growth on peach trees (cv. Big-Top). *Agricultural Water Management*, 91: 289-303.
- 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. *Journal of the American Society for Horticulture Science*, 106: 307-312.
- Costa, J.M., Ortuno, M.F., Chaves, M.M., 2007. Deficit irrigation as a strategy to save water: physiology and potential application to horticulture. *Journal of Integrative Plant Biology*, 49: 1421-1434.
- Dennis F.G.Jr. 2000. The history of fruit thinning. *Plant Growth Regulation* 31: 1-16.
- Duarte, A. C. 2002. *A técnica da Rega Deficitária Controlada - opção ante situações de escassez de água*. Agroforum, Revista da Escola Superior Agrária de Castelo Branco, Nº19 Ano15, 23-28.
- Fereres, E., Soriano, M.A. 2007. Deficit irrigation for reducing agricultural water use. *Journal of Experimental Botany*, 58: 147-159.
- Jury, W.A., Vaux, Jr. H. 2005. The role of science in solving the world's emerging water problems. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 102: 15715-15720.
- Lopez, G., Behboudian, M.H., Vallverdu, X., Mata, M., Girona, J., Marsal, J. 2010. Mitigation of severe water stress by fruit thinning in 'O'Henry' peach: Implications for fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 125: 294-300.
- Martin, D.L., Gilley, J.R. 1993. *Chapter 2-Irrigation water requirements*. Part 623 National Engineering Handbook.
- Monteith, J.L. 1990. Conservative behavior in the response of crops to water and light. In: Rabbinge, R., Goudriaan, J., van Keulen, H., Penning de Vries, F.W.T., van Laar, H.H., eds., *Theoretical production ecology: reflections and prospects*. Pudoc, Wageningen, pp. 3-16.
- Monteith, J.L., Unsworth, M.H. 1990. *Principles of environmental physics* (2nd ed.). Edward Arnold, London.
- Ramos, A., Marques, L., Lopes, R., Ribeiro, E., Martins, J.M.S. 2008. The "yield potential" – a new methodology to relate orchard productivity and fruit quality. *Acta Horticulturae* (ISHS), 800: 225-230.
- Ramos, A., Marques, L., Lopes, R., Ribeiro, E., Martins, J.M.S. 2010. A "metodologia do potencial produtivo" na gestão integrada do pomar. I – Carga ótima. *Actas Portuguesas de Horticultura*, 16: 7-15.
- Richards F.J. 1969. The quantitative analysis of growth. In: Steward, F.C., ed., *Plant Physiology, a Treatise*, vol. 5A, pp. 3-76.
- Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. 2006. On the conservative behavior of biomass water productivity. *Irrigation Science* (in press).
- Tanner, C.B., Sinclair, T.R. 1983. Efficient water use in crop production: research or re-search? In: Taylor, H.M., Jordan, W.R., Sinclair, T.R., eds., *Limitations to efficient water use in crop production*. American Society of Agronomy, pp. 1-25.

Veihmeyer, F.J. 1972. The availability of soil moisture to plants: results of empirical experiments with fruit trees. *Soil science*, 144: 268-294.