

Estudo da rega deficitária em pessegueiro no crescimento e qualidade dos frutos - Interação com a carga da árvore

Effect of deficit irrigation on peach fruit growth and quality - Interaction with crop load

Carla França Inês¹, António Canatário Duarte^{2,4}, António Santos Ramos^{3,5}

¹Bolseira de Investigação, INIAV, IP. E-mail: carla.ines@iniav.pt

²Professor Adjunto, Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de Castelo Branco. E-mail: acduarte@ipcb.pt

³Professor Coordenador, Escola Superior Agrária/Instituto Politécnico de Castelo Branco. E-mail: aramos@ipcb.pt

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

⁵CERNAS – 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 pêssgo (*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 ETc, 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 en-

tre cerca de 20-25 t/ha nas modalidades de rega deficitária nas duas cultivares.

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

ABSTRACT

Three levels of water supply (100, 70 and 50% ETc) 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. Then, in the model conditions, the optimum crop load was corresponding to about 40 t/ha in T100 and about 20-25 t/ha in T70 and T50, for both cultivars.

Keywords: Deficit irrigation, fruit growth and quality, optimum crop load, *Prunus persica*.

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural limitado, pelo que a quantidade de água disponível para usufruto do Homem, tende a tornar-se um bem cada vez mais escasso. Em Portugal, e de acordo com o Plano Nacional para o Uso Eficiente da Água (INAG, 2001), a agricultura é responsável pela utilização de 87% do volume total de água. Deste modo, é imperioso que a atividade de regadio se faça segundo critérios de racionalidade na aplicação da água, concretamente em situações de escassez daquele recurso. Assim, 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., 2007).

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 circunstância (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) (GPP, 2006). 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 ETc;
- Tratamento T70: aplicação de água para restabelecer 70% da ETc;
- Tratamento T50: aplicação de água para restabelecer 50% da ETc.

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. As regas iniciaram-se a 16 de junho, mais tarde que o inicialmente previsto, uma vez que a Primavera foi chuvosa e a rega só se iniciou a partir do final do período de endurecimento do endocarpo (caroço), ou seja, incidindo essencialmente sobre a última fase de crescimento rápido do fruto.

Para aplicar a água de rega necessária a cada tratamento, utilizaram-se diferentes conjunções 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 ETO. Diariamente, foram calculadas a ETO (Monteith e Unsworth, 1990) e a ETc (Allen et al., 1998). A estação meteorológica que registou os dados meteorológicos está localizada na Quinta da Fadagosa e pertence à rede de Estações Meteorológicas Automáticas 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 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 (penetrometro 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 (com a ferramenta Solver do Excel) à equação logística simples ou modelo de Verhulst (Richards, 1969):

$$Y = Wt/(1 + e^{-r(X-tm)})$$

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 sigmoide. O valor de r representa a taxa média de crescimento relativo. O valor de tm indica a abscissa 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. Este teste permite formar grupos homogêneos e, assim, constatar quais os tratamentos ou modalidades de rega que efetivamente conduziram a resultados significativamente diferentes.

Para complementar a análise dos resultados dada pela ANOVA, realizou-se também 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).

De acordo 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, as árvores foram agrupadas em cinco conjuntos de três árvores, calculando-se o valor médio para cada conjunto. 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):

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

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 (com. pessoal).

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 nas 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

3.1. Necessidades de Rega

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.

Tab. 1 - Resultados do cálculo da evapotranspiração de referência (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’
T100	418	459	3325	4013
T70			2328	2809
T50			1663	2007

ET₀: calculada de acordo com a equação de Penman-Monteith (Monteith e Unsworth, 1990).

ET_c: considerando um coeficiente cultural na fase de crescimento em estudo de 1,1 (Allen et al., 1998).

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

3.2. Crescimento do fruto

A transformação linear dos diâmetros medidos nos frutos marcados, em peso fresco, está representada na Figura 1 para as duas cultivares. Esta relação entre o peso e as dimensões do fruto, além da elaboração das curvas de crescimento do fruto (Fig. 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.

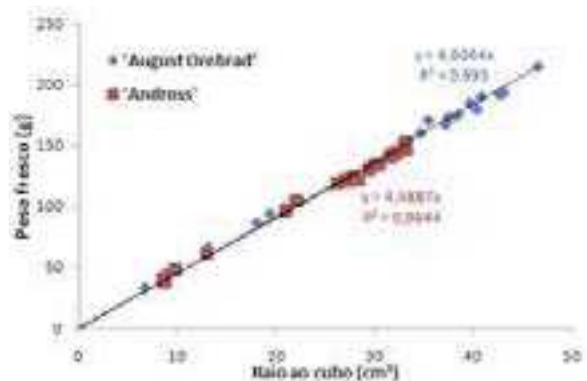


Fig. 1 - Relação linear entre o peso fresco (g) e o cubo do raio (cm³) dos frutos nas duas cultivares, obtida em amostras destrutivas.

A Figura 2 apresenta as curvas que representam a última fase de crescimento do fruto (fase III) nos três tratamentos de rega, na pavia ‘Andross’ e na nectarina ‘August Orebrad’.

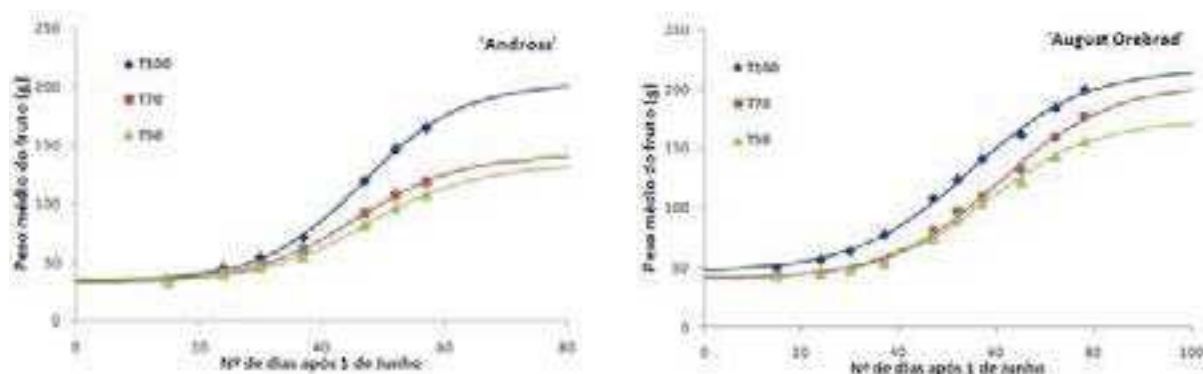


Fig. 2 - Representação gráfica do crescimento do fruto na pavia 'Andross' (esquerda) e na nectarina 'August Orebrad' (direita), nas três modalidades de rega, durante a fase III de crescimento.

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, consequentemente, uma produção de biomassa também mais elevada (Tanner e Sinclair, 1983; Monteith, 1990; Steduto et al., 2007).

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 con-

dições particulares da cultura em cada parcela, tais como a idade do pomar ou as características do solo.

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.

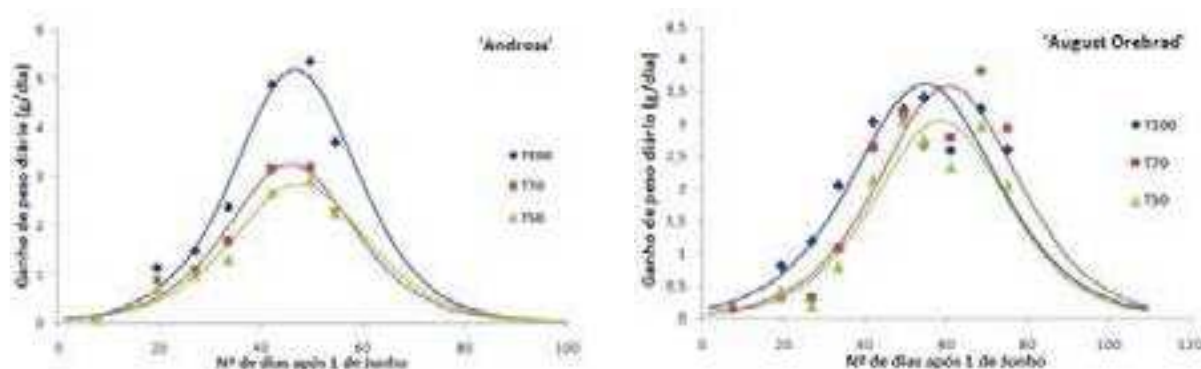


Fig. 3 - Representação gráfica das taxas de crescimento absolutas do fruto na pavia 'Andross' (esquerda) e na nectarina 'August Orebrad' (direita), nos três tratamentos de rega, durante a fase III de crescimento.

3.3. Produção

Os resultados médios da carga, da produção, do índice de produtividade e do peso médio do fruto obtidos à colheita, nos três tratamentos de rega, apresentam-se nas Tabelas 2 e 3, para a 'Andross' e para a 'August Orebrad', respetivamente.

Na 'Andross', apenas se verificaram diferenças significativas em relação ao peso médio do fruto. 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 stresse hídrico nas trocas gasosas, na produção e no crescimento dos frutos (Tanner e Sinclair, 1983; Monteith, 1990; Besset et al., 2001; Steduto et al., 2007; 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.

Na nectarina 'August Orebrad', verificaram-se diferenças significativas ao nível da carga da árvore, da produção e do peso médio do fruto. 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 dimi-

nuem 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.

3.4. Parâmetros de qualidade

Os resultados dos parâmetros de qualidade do fruto, dureza da polpa e teor de açúcares obtidos à colheita apresentam-se na Tabela 4, para a 'Andross' e para a 'August Orebrad'.

Tab. 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)
T100 (100% ETc)	2,76 b	13,05 b	6,13 b	14,67 c
T70 (70% ETc)	3,37 a	14,96 a	6,41 ab	15,12 b
T50 (50% ETc)	3,58 a	15,43 a	6,76 a	15,93 a

A quantidade de água aplicada afetou a dureza da polpa e o teor de açúcares em ambas as cultivares. Os frutos na modalidade T100 apresentaram menor dureza da polpa

Tab. 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)
T100 (100% ETc)	247,3 a	27,2 a	4,5 a	0,59 a	140,0 a	62,5
T70 (70% ETc)	279,5 a	23,2 a	5,1 a	0,56 a	110,0 b	57,8
T50 (50% ETc)	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.

Tab. 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)
T100 (100% ETc)	95,9 ab	13,5 ab	1,7 a	0,30 a	185,8 a	69,1
T70 (70% ETc)	123,3 a	16,7 a	1,5 a	0,25 a	167,5 ab	66,9
T50 (50% ETc)	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.

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; Ali-bés 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.

3.5. Carga ótima

A determinação da carga ótima tem por base o ajustamento do peso médio e da produtividade em função da carga (Ramos et al., 2010), que se representa nas Figuras 4 e 5, para a 'Andross' e a 'August Orebrad', respetivamente.

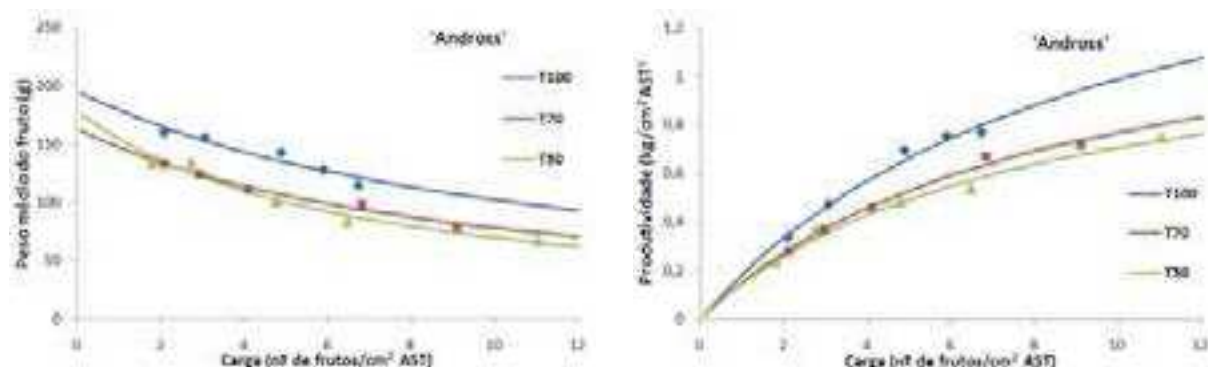


Fig. 4 - Representação gráfica do ajustamento não linear do peso médio do fruto (esquerda) e do índice de produtividade (direita) em função da carga, nas três modalidades de rega na pavia 'Andross'. AST – Área Seccional do Tronco.

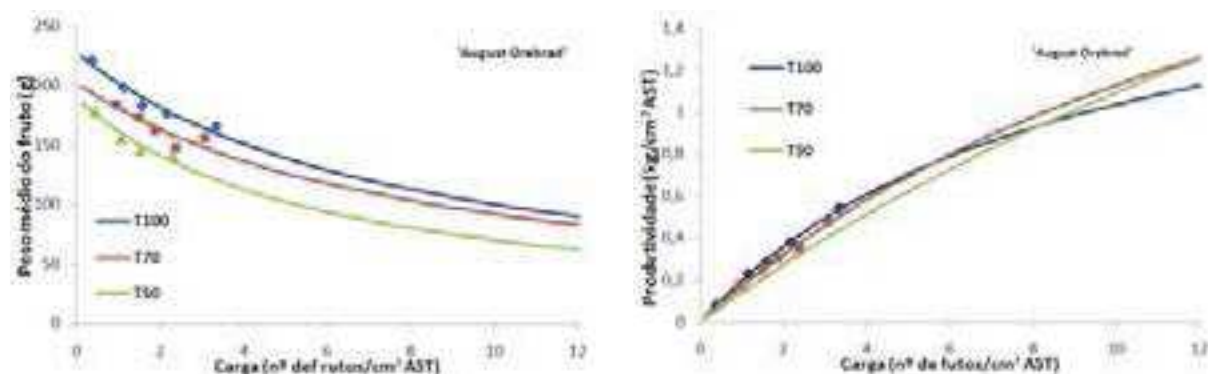


Fig. 5 - Representação gráfica do ajustamento não linear do peso médio do fruto (esquerda) e do índice de produtividade (direita) em função da carga, nas três modalidades de rega na nectarina 'August Orebrad'. AST – Área Seccional do Tronco.

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 (Fig. 4 e 5);
- equações das curvas de ajustamento da frequência acumulada por classes de calibre em função do peso

médio (Ramos, com. pessoal);

- 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.

As Tabelas 5 e 6 mostram os resultados estimados da carga, da produtividade e do peso médio, obtidos com as equações das curvas para o ponto máximo (pico) de rendimento económico, para a 'Andross' e a 'August Orebrad', respetivamente.

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 (Tab. 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 (Tab. 2) do tra-

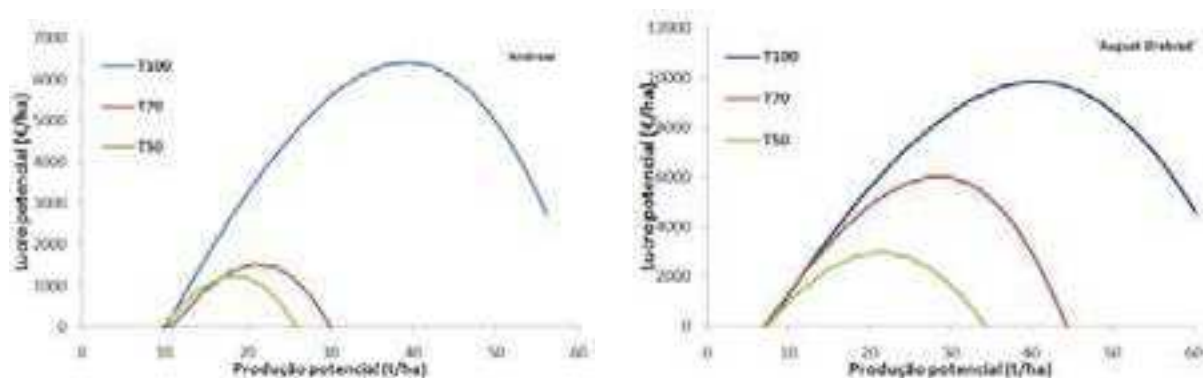


Fig. 6 - Representação gráfica do modelo económico para determinação da carga ótima na pavia 'Andross' (esquerda) e na nectarina 'August Orebrad' (direita), nas três modalidades de rega.

Tab. 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/cm2 AST)	Produtividade (kg/cm2 AST)	Produção (t/ha)	Peso médio do fruto (g)	Calibre médio do fruto (mm)
T100 (100% ETC)	6,75	0,80	39,6	121,0	59,5
T70 (70% ETC)	3,75	0,44	20,7	116,0	58,7
T50 (50% ETC)	3,00	0,35	17,1	121,6	59,6

AST- Área Seccional do Tronco.

Tab. 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/cm2 AST)	Produtividade (kg/cm2 AST)	Produção (t/ha)	Peso médio do fruto (g)	Calibre médio do fruto (mm)
T100 (100% ETC)	6,25	0,81	40,8	127,0	61,0
T70 (70% ETC)	4,75	0,67	28,2	128,9	61,3
T50 (50% ETC)	3,75	0,48	21,7	115,6	59,0

AST- Área Seccional do Tronco.

tamento 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.

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. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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.

Não obstante estas considerações relativas às condições em que se realizou o estudo, o modelo económico em função da carga permitiu obter valores da carga ótima correspondentes 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.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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_Co ngNaIRiegos_2010.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/27186/1/FaciJM_Co_ngNaIRiegos_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.
- Bessey, 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.
- GPP. 2006. Anuário Vegetal 2006. Gabinete de Planeamento e Políticas. CASTEL - Publicações e Edições, SA, Lisboa
- INAG. 2001. Programa Nacional para o Uso Eficiente da Água. Instituto da Água. Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território, Lisboa.
- 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. 2007. On the conservative behavior of biomass water productivity. *Irrigation Science*, 25 (3): 189-207.
- 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.

AGRADECIMENTOS

À empresa REGAOSOLO (Castelo Branco), pela disponibilização dos tubos, gotejadores, programadores de rega e apoio técnico prestado pelo Eng. Silvério Quelhas.

À empresa Frutas Quinta Fadagosa – Sociedade Agrícola de Grupo, Lda. (freguesia da Soalheira, concelho do Fundão), pela disponibilização das linhas de árvores onde se realizou o estudo e a informação sobre a programação das regas no pomar prestada pelo Eng. Gonçalo Batista.



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

MESTRADO GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS