

A “metodologia do potencial produtivo” na gestão integrada do pomar. II – Expressão do potencial produtivo e qualitativo

António Ramos¹, Evaristo Ribeiro^{1,2}, Bruno Fernandes^{1,3}, Tiago Duarte^{1,3}, João Paulo Dias^{1,4} e J.M.S. Martins⁵

¹Escola Superior Agrária, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Apartado 119, 6001-909 Castelo Branco.

²Interadubo, Companhia Internacional de Adubos, S.A., Quinta Monte Ruivo – Várzea. Apartado 188, 2001-903 Santarém.

³Agrosseira, Produtos para Agricultura, Lda. Rua de S. Jorge, 35, Osseira, 2500-413 Carvalhal Benfeito.

⁴Associação de Agricultores da Região de Alcobaca, R. Leiria, 2460-059 Alcobaca.

⁵Passo Vitorino Nemésio, 2 – 13º A, 2780-170 Oeiras.

Resumo

O presente trabalho estende o uso “metodologia do potencial produtivo”, que se baseia na determinação da carga ótima por ajustamento não linear em função da carga, para avaliar o potencial produtivo e qualitativo do pomar, ou seja, a estimativa da produção (por árvore; por hectare) e da qualidade (teor em açúcares; dureza da polpa) em função da carga, permitindo estimar a produção e a qualidade correspondente à carga ótima para cada situação particular e para um determinado objectivo comercial. O potencial produtivo é influenciado pela densidade e pelo tamanho da árvore. No entanto, enquanto o aumento de densidade aumenta o potencial produtivo do pomar, o aumento do tamanho da árvore apenas aumenta o potencial produtivo da árvore, baixando a produção do pomar.

Palavras-chave: potencial produtivo e qualitativo, densidade, tamanho da árvore, intercepção da luz.

Abstract

The “yield potential methodology” in the integrated management of the orchard. II – Expression of the yield and quality potential. This work generalizes the use of the “yield potential methodology”, based on the estimation of the optimal crop load, to evaluating the productive and qualitative potential of the orchard through a non-linear fit of production (per tree; per hectare) and quality (sugar content; pulp firmness) to a function of the crop load, leading to the estimation of the correspondent values for the optimal crop load for each particular situation for a given commercial objective. The yield potential is influenced by density and tree size. Nevertheless, while the density enhances de orchard yield potential, the tree size only enhances the tree yield potential, reducing the orchard production per hectare.

Keywords: yield and quality potential, density, tree size, light interception.

Introdução

A radiação solar é a fonte energética de toda a produção vegetal, estando comprovado que o potencial produtivo das plantas está limitado fundamentalmente pela forma como as plantas interceptam a radiação fotossinteticamente activa (Loomis & Connor, 1992; Taiz & Zeiger, 2006). Na produção frutícola, dado que as folhas e as árvores provocam ensombramento sobre as suas vizinhas, a eficácia com que a luz é interceptada depende da estrutura do coberto vegetal (densidade; compasso) e da arquitectura da árvore (forma de condução), sendo mais eficientes e de melhor qualidade as folhas e os frutos bem expostos (Chen et al., 1997; Dichio et al., 1999; Lauri, 2000; Iannini et al., 2002).

Segundo Lauri et al. (2004), o conceito de condução evoluiu de uma visão em duas etapas (estabelecimento de uma estrutura permanente e poda de manutenção para assegurar a produção) para uma visão mais integrada, com menor ênfase na estrutura e dando mais importância ao controlo da frutificação como parte integrante do sistema de condução.

A regulação da carga permite a produção anual regular e sustentada de frutos de boa qualidade e o equilíbrio fisiológico da árvore, constituindo o maior desafio que se coloca, nos pomares modernos, a produtores e técnicos. Em resposta a esse desafio, apresentou-se em trabalhos anteriores a "metodologia do potencial produtivo" (Ramos et al., 2008, 2010a), que se baseia na avaliação dos resultados produtivos por ajustamento não linear em função da carga, permitindo estimar a carga óptima para cada situação particular e para um determinado objectivo comercial (calibre) e, para cada objectivo, as necessidades de monda.

Neste trabalho, estende-se o uso da referida metodologia para avaliar o potencial produtivo e qualitativo do pomar, ou seja, a estimativa da produção (por árvore; por hectare) e da qualidade (teor em açúcares; dureza da polpa) que, segundo a generalidade dos autores, também variam em função da carga.

Material e Métodos

A produção por árvore pode calcular-se como o produto do número de frutos por árvore pelo peso médio do frutos e a produção por hectare resulta do produto da produção por árvore pela densidade (número de árvores por hectare). Como o peso médio do fruto se determina em função da carga (Ramos et al., 2010a), a produção por árvore pode estimar-se pelo ajustamento não-linear (com a ferramenta *Solver* do Microsoft® Office Excel) da seguinte equação empírica: $Y = (X / (a \times X + 1/b)) / 1000$, em que:

- Y - produção (kg/árvore);
- X - carga da árvore;

- 1000 – factor de conversão de g em kg;
- a e b – parâmetros do modelo, calculados pela regressão.

De igual forma, a produção por hectare pode estimar-se pelo ajustamento não-linear (com a ferramenta *Solver* do Microsoft® Office Excel) da seguinte equação empírica: $Y = ((X/(a \times X + 1/b))/1000) \times (D/1000^*)$, em que:

- Y – produção (t/ha);
- X – carga da árvore;
- D – densidade;
- 1000 – factor de conversão de g em kg;
- 1000^* – factor de conversão de kg em t;
- a e b – parâmetros do modelo, calculados pela regressão.

O teor em açúcares ($^{\circ}$ Brix) e a dureza da polpa (kg/0,5 cm²) podem ser estimados por ajustamento não linear em função da carga (com a ferramenta *Solver* do Microsoft® Office Excel), utilizando a mesma equação empírica utilizada para a determinação da carga óptima (Ramos et al., 2010a).

Resultados e discussão

O ajustamento entre a carga e a produção (por árvore e por hectare), o teor em açúcares ($^{\circ}$ Brix) e a dureza da polpa está exemplificado para dois pomares (com diferentes idades e compassos) de pêra 'Rocha' nas Figuras 1 e 2, respectivamente. O Quadro 1 apresenta os resultados estimados da produção e da qualidade com as equações daquelas curvas para cada um dos pomares, exemplificando para um objectivo de calibre baixo, médio e elevado (120, 140 e 160 g de peso médio do fruto, respectivamente).

As curvas das Figuras 1 e 2 mostram que a produção varia positivamente e que a qualidade tende a variar negativamente com a carga, o que está de acordo com os resultados obtidos pela generalidade dos autores (Berman & DeJong, 1996; Naor et al., 2000; Naor, 2001; Mahhoua et al., 2006; Salvador et al., 2006; Pastor et al., 2007; Davarynejad et al., 2008). A relação da carga com a qualidade não é tão consistente como com a produção e o peso médio do fruto. Enquanto o teor em açúcares varia negativamente com a carga, a dureza da polpa varia negativamente no pomar A e positivamente no pomar B. A diferença no estado de maturação nos dois pomares pode explicar este facto. No pomar A, a maturação está mais atrasada e a dureza varia negativamente com a carga. No pomar B, a maturação está mais adiantada e a dureza varia inversamente com o teor em açúcares.

O maior número de frutos nas árvores do pomar B determina uma maior produção por árvore, mas a produção por hectare é menor devido à menor densidade de plantação. No Quadro 1, pode verificar-se que o pomar A

(maior densidade) mostra ser também o mais “eficiente” pois para provocar uma melhoria de qualidade de 120 para 160 g no peso médio do fruto, a produção por hectare do Pomar A tem que ser reduzida em 21 %, enquanto a do Pomar B (menor densidade) tem que ser reduzida em 51 %.

A densidade e o tamanho das árvores são as duas formas de aumentar a interceptação da luz e, consequentemente o potencial produtivo. No entanto, estes factores são antagónicos, ou seja, os pomares de alta densidade têm árvores mais pequenas, enquanto as árvores maiores são mais apropriadas para pomares de baixa densidade. As Figuras 3 a 5 mostram este antagonismo entre densidade e tamanho da árvore em vários pomares de pêra ‘Rocha’ localizados entre Alcobaça e Cadaval. Em resultado da relação negativa entre a densidade e o tamanho da árvore (Fig. 3), a produção por árvore diminui e a produção por hectare aumenta com a densidade (Fig. 4), enquanto a produção por árvore aumenta e a produção por hectare diminui com o tamanho da árvore (Fig. 5). Como tal, pode dizer-se que o aumento de densidade aumenta o potencial produtivo do pomar, enquanto o aumento do tamanho da árvore apenas aumenta o potencial produtivo da própria árvore.

Este diferente comportamento tem também implicações a nível económico. Utilizando a relação entre o tamanho do fruto e a distribuição por classes de calibre (Ramos et al., 2010a), a Figura 6 mostra que o pomar de alta densidade (Pomar A) tem uma receita bruta mais elevada com um pico estreito e relacionado com uma maior qualidade ($\approx 50\%$ da produção acima do calibre 65 mm), enquanto o pomar de baixa densidade (Pomar B) tem um resultado económico mais baixo, com um pico menos marcado e associado a uma menor qualidade ($\approx 20\%$ da produção acima do calibre 65 mm).

Referências

- Berman M.E. & DeJong T.M. 1996. Water stress and crop load effects on fruit fresh and dry weights in peach (*Prunus persica*). *Tree Physiology*, 16: 859-864.
- Chen K., Hu G.Q. & Lenz F. 1997. Training and shading effects on vegetative and reproductive growth and fruit quality of apple. *Gartenbauwissenschaft*, 62 (5): 207-213.
- Davarynejad G.H., Nyéki J., Szabó T. & Szabó Z. 2008. Influences of hand thinning of bud and blossom on crop load, fruit characteristics and fruit growth dynamic of Újfehértói Fürtös sour cherry cultivar. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.* 4 (2): 138-141.
- Dichio B., Celano G., Montanaro G., Nuzzo V., Xiloyannis C. & Giandomenico I. 1999. Leaf area evolution, light interception, yield and quality of fruits in apricot trees (cultivar Tiryntos) trained to transverse Y and vase. *Acta Horticulturae*, 488: 527-531.
- Iannini C., Cirillo C., Basile B. & Forlani M. 2002. Estimation of nectarine yield efficiency and light interception by the canopy in different training systems. *Acta Horticulturae*, 592: 357-365.

- Lauri P.E. 2000. The vertical axis and solax systems in France. *Acta Horticulturae*, 513:287-296.
- Lauri P.E., Willaume M., Larrive G. & Lespinase J.M. 2004. The concept of centrifugal training in apple aimed at optimizing the relationship between growth and fruiting. *Acta Horticulturae*, 636, 35-42.
- Loomis R.S. & Connor D.J. 1992. *Crop Ecology. Productivity and management in agricultural systems*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Mahhoua A., DeJong T.M., Shackelb K.S. & Caoc T. 2006. Water stress and crop load effects on yield and fruit quality of Elegant Lady peach [*Prunus persica* (L.) Batch]. *Fruits*, 61: 407-418.
- Naor A. 2001. Irrigation and crop load influence fruit size and water relations in field-grown 'Spadona' pear. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126 (2): 252-255.
- Naor A., Peres M., Greenblat Y., Doron I., Gal Y. & Stern R.A. 2000. Irrigation and crop load interactions in relation to pear yield and fruit size distribution. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 75 (5): 555-561.
- Pastor A.P., Sanchez M.C.R., Martinez J.A., Nortés P.A., Artes F. & Domingo R. 2007. Effect of deficit irrigation on apricot fruit quality at harvest and during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87 (13): 2409-2415.
- 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*, 800: 225-230.
- Ramos A., Ribeiro E., Marques L., Lopes R. & Martins J.M.S. 2010a. A "metodologia do potencial produtivo" na gestão integrada do pomar. I - Carga óptima. 2º Simpósio Nacional de Fruticultura, Castelo Branco, 4-5 Fevereiro (submetido).
- Salvador F.R., Fisichella M. & Fontanari M. 2006. Correlations between fruit size and fruit quality in apple trees with high and standard crop load levels. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*, 14 (2): 113-122.
- Taiz L. & Zeiger E. 2006. *Plant Physiology* on line. Disponível em: <http://4e.plantphys.net/article.php?ch=3&id=29>. Acedida a: 07/09/09.

Quadros e figuras

Quadro 1 – Exemplos da transformação dos diâmetros e da distribuição por classes de calibre em peso médio do fruto (peso ≈ diâmetro médios)

Objectivo comercial	Baixo (120 g ≈ 60,0 mm)		Médio (140 g ≈ 62,5 mm)		Elevado (160 g ≈ 65,0 mm)	
	Pomar A	Pomar B	Pomar A	Pomar B	Pomar A	Pomar B
Carga óptima (nº de frutos/árvore)	234	560	179	357	137	207
Produção (kg/árvore)	27,88	67,05	24,10	49,94	22,08	32,91
Produção (t/ha)	99,10	83,81	88,87	62,42	78,48	41,14
Teor em açúcares (°Brix)	11,18	12,11	11,45	12,41	11,65	12,63
Dureza da polpa (kg/0,5 cm ²)	6,35	6,06	6,26	5,73	6,19	5,50

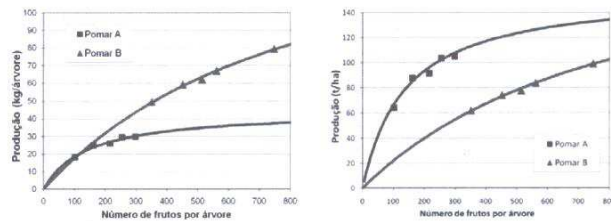


Figura 1 – Determinação do potencial produtivo por ajustamento não linear entre a carga (nº de frutos por árvore) e a produção por árvore (à esquerda) e a produção por hectare (à direita) em dois pomares de pêra Rocha no “Oeste”.

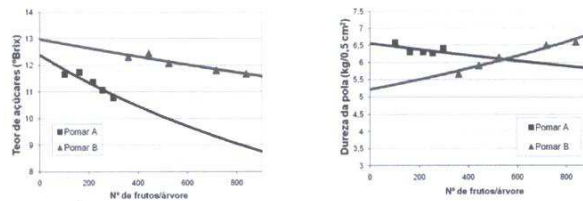


Figura 2 – Determinação do potencial qualitativo por ajustamento não linear entre a carga (nº de frutos por árvore) e o teor em açúcares (à esquerda) e a dureza da polpa (à direita) em dois pomares de pêra Rocha no “Oeste”.

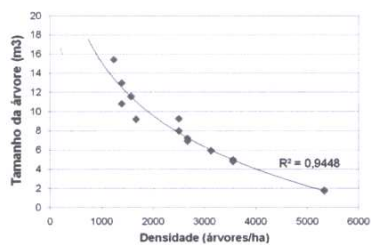


Figura 3 – Relação negativa entre a densidade e o tamanho da árvore.

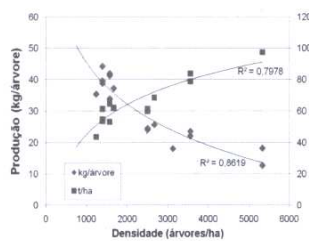


Figura 4 – Produção por árvore e por hectare em função da densidade.

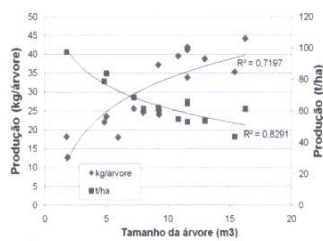


Figura 5 – Produção por árvore e por hectare em função do tamanho da árvore.

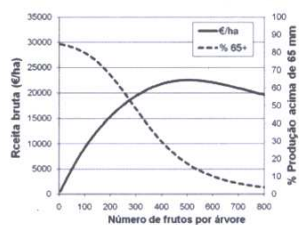
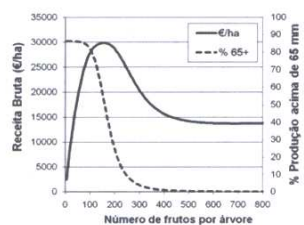


Figura 6 – Receita bruta do Pomar A (alta densidade, à esquerda) e do Pomar B (baixa densidade, à direita) e sua relação com a percentagem da produção acima do calibre 65 mm.