



Instituto Politécnico de Castelo Branco
Escola Superior Agrária

Avaliação da eficiência em pomares de macieira na região de Carrazeda de Ansiães

Sofia Farinha Martins

Orientador:

António Maria dos Santos Ramos

Trabalho de Projeto Final apresentado à Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Fruticultura Integrada, realizada sob a orientação científica do Professor Coordenador Doutor António Maria dos Santos Ramos, do Instituto Politécnico de Castelo Branco.

Novembro de 2014

Agradecimentos

Venho por este meio agradecer a todos aqueles que ajudaram na realização deste trabalho, nomeadamente:

À Escola Superior Agrária de Castelo Branco e todos os docentes e funcionários da ESACB que contribuíram para a minha formação no Mestrado de Fruticultura Integrada, por me fazerem sentir parte integrante duma instituição com tanto prestígio.

Ao técnico e fruticultor Eng.º Rui Barata, pelo apoio prestado e que sempre esteve disponível, na logística da recolha de dados de seus pomares.

Ao Prof. Doutor António Ramos, que me orientou no presente estudo, e pelo seu interesse e abertura a temas económicos aplicados à fruticultura, e pelos seus ensinamentos, incentivo e apoio na realização deste trabalho.

A todos os participantes, sobretudo os produtores da região, que me acompanharam no trabalho de campo, o meu agradecimento pelo contributo que deram. Foi estudando os problemas dos produtores, que procurei encontrar soluções de forma a garantir o sucesso da produção.

À minha família e amigos, o meu muito obrigado, pelo apoio, carinho e generosidade que me transmitiram durante estes anos. O meu obrigado especial, aos meus amigos Sónia e José António.

Por fim, os meus agradecimentos a todos aqueles que, das mais diversas formas, contribuíram para a realização deste trabalho.

Sofia Farinha Martins

Avaliação da eficiência em pomares de macieira na região de Carrazeda de Ansiães

Resumo

A eficiência de três parcelas de pomar de maçã 'Golden Delicious' na região de Carrazeda de Ansiães foi avaliada através do efeito da carga da árvore (expressa em relação ao volume de copa) no crescimento do fruto e na valorização económica da produção. Os resultados obtidos põem em evidência uma relação inversa entre a carga e o crescimento do fruto. Quando se representou o resultado económico em função da carga, foi possível determinar a carga "ótima", ou seja, a carga com a qual se obtém a máxima receita potencial e que reflete a máxima eficiência do pomar. Nas três parcelas estudadas, com diferentes idades, porta-enxertos e densidades, a normalização das cargas em relação à unidade de volume de copa permitiu obter a máxima eficiência do pomar com cerca de 28 frutos/m³, corresponde a diferentes cargas e produções por árvore e por hectare, em função da sua idade, volumetria de copa e densidade de plantação. Nas duas parcelas do pomar "adulto" as produtividades estimadas para aquela carga ótima foram próximas das 65t/ha e uma gestão eficiente da carga, através da monda, poderá permitir obter (em anos com boas condições), uma receita potencial de cerca de 15 a 16 mil euros/ha.

Palavras-chave: 'Golden Delicious', carga, crescimento do fruto, produção, receita potencial.

Sofia Farinha Martins

**Efficiency evaluation in apple orchards of “Carrazeda de Ansiães” region
(Portugal)**

Abstract

The efficiency of three 'Golden Delicious' apple orchards in the region of Carrazeda Ansiães (Portugal) was assessed by the effect of the tree crop load (expressed in relation to canopy volume) on fruit growth and crop economic value. The results showed an inverse relationship between the crop load and fruit growth. When the crop economic value was expressed as a function of crop load, it was possible to determine the "optimal" crop load, i.e., the crop load in which the maximum revenue is obtained and reflects the maximum efficiency of the orchard. This study in the three orchards, with different ages, rootstocks and plant densities, the crop loads normalizing in relation to the canopy volume unit resulted in a maximum orchard efficiency with about 28 fruits/m³, corresponding to different crop loads and yields per tree and per hectare, depending on their age, canopy volume and plant density. In the two "adult" orchards, the yields estimated for maximum revenue were close to 65 t/ha. With an efficient crop load management, through fruit thinning, it may allow obtain (in years with good conditions), a revenue of about 15 to 16 000 euros/ha.

Keywords: 'Golden Delicious', crop load, fruit growth, yield, revenue.

Índice

Agradecimentos

Resumo.....	v
Abstract.....	vii
Índice de Quadros.....	x
Índice de Figuras.....	v
Lista de abreviaturas.....	xii
1. Introdução.....	1
2. Breve caracterização da “Maçã de Carrazeda”.....	2
3. A carga.....	4
3.1. Regulação da carga. Monda de frutos.....	4
3.2. Formas de expressar a carga. Eficiência.....	5
3.3. Carga ótima.....	6
4. Material e métodos.....	8
5. Resultados e discussão.....	13
5.1. Pomar de alta densidade (AD_M9).....	13
5.2. Pomar de média densidade (MD_M9).....	14
5.3. Pomar de baixa densidade (BD_M106).....	15
5.4. Avaliação global da eficiência.....	16
6. Considerações finais.....	19
Referências Bibliográficas.....	20

Anexo A – Delimitação da área Geográfica.

Anexo B – Atividade antioxidante, teor em fenóis totais e teor em orto - difenóis na polpa das variedades de maçã amostradas à colheita (Fonte: Laboratório UTAD).

Anexo C – Tabela com medição individual, largura, perímetro do tronco, número de frutos por árvore e kg produção por árvore em M9_alta densidade.

Anexo D – Tabela com a medição individual, largura, perímetro do tronco, número de frutos por árvore e kg produção por árvore em M9_média densidade.

Anexo E – Tabela com a medição individual, largura, perímetro do tronco, número de frutos por árvore e kg produção por árvore em M106_baixa densidade

Índice de Quadros

Quadro 1 - Tabela de preços em função do calibre (€/kg) utilizada no modelo, a partir dos valores praticados pela FRUCAR (com. pessoal)	11
Quadro 2 - Resultados médios observados e valores estimados para a carga correspondente ao máximo rendimento económico na parcela AD_M9	14
Quadro 3 - Resultados médios observados e valores estimados para a carga correspondente ao máximo rendimento económico na parcela MD_M9	15
Quadro 4 - Resultados médios observados e valores estimados para a carga correspondente ao máximo rendimento económico na parcela BD_M106	16

Índice de Figuras

Figura 1 – Aspeto de um pomar novo com cerca de um ano de idade	3
Figura 2 – Parcela 1 (AD_M9) com 2 anos plantaço (final do 3º ciclo vegetativo)	8
Figura 3 – Parcela 2 (MD_M9) com 8 anos plantaço (final do 9º ciclo vegetativo)	9
Figura 4 – Parcela (BD_M106) com 15 anos plantaço (final do 16º ciclo vegetativo)	9
Figura 5 – Pormenor da mediço da área transversal da sebe	10
Figura 6 – Valor médio a pagar por kg de maçãs, em resultado do ajustamento à distribuição acumulada e do preço diferenciado por classes de calibre	11
Figura 7 – Representação da eficiência do pomar AD_M9. Os pontos são os valores observados. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 20$; $R^2 = 0,53$). A linha pontuada representa a estimativa da receita potencial	13
Figura 8 – Representação da eficiência do pomar MD_M9. Os pontos são os valores observados. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 19$; $R^2 = 0,49$). A linha pontuada representa a estimativa da receita potencial	15
Figura 9 – Representação da eficiência do pomar BD_M106. Os pontos são os valores observados. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 15$; $R^2 = 0,82$). A linha pontuada representa a estimativa da receita potencial	16
Figura 10 – Representação global da eficiência e comparação entre parcelas. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 54$; $R^2 = 0,84$), com a carga expressa em relação à árvore. As curvas pontuadas correspondem à parcela de pomar com marcadores de igual coloração	17
Figura 11 – Representação global da eficiência e comparação entre parcelas. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 54$; $R^2 = 0,78$), com a carga expressa em relação ao pomar	17

Lista de abreviaturas

AST – Área de Secção do Tronco

DGADR - Direção Geral de Agricultura e Desenvolvimento Rural

INPI – Instituto Nacional da Propriedade Industrial

PAR - Radiação Fotossinteticamente Ativa

RAC – Recenseamento Agrícola do Continente

RGA – Recenseamento Geral da Agricultura

1. Introdução

Na conjuntura económica atual, os custos dos fatores de produção tendem a continuar a subir e o preço dos produtos tenderão a estagnar ou a baixar, pelo que o desafio da fruticultura moderna é o aumento da produtividade mantendo a qualidade.

Além disto, a rentabilidade das culturas de frutícolas é altamente influenciada pelo investimento inicial e pela falta de receita durante os primeiros anos. Desta forma, para garantir a sustentabilidade da atividade produtiva e económica dos pomares, torna-se necessário produzir de forma eficiente, otimizando o rendimento económico e racionalizando o uso dos fatores de produção.

Neste sentido, uma maior intensificação cultural, resultante do aumento da densidade e uma adequada gestão da carga, nomeadamente através da monda, poda e seleção de porta-enxertos mais ananizantes têm sido referidos como fatores associados à maior precocidade do pomar (Yuri *et al.*, 2010).

A quantidade de fruta presente na árvore pode afetar a sua qualidade. Uma carga de frutos elevada pode determinar uma redução no tamanho, na coloração e no teor de sólidos solúveis (°Brix) dos frutos (Francesconi *et al.*, 1996; Palmer *et al.*, 1997; Wünsche e Lakso, 2000; Wünsche e Ferguson, 2005; Wright *et al.*, 2006; Embree *et al.*, 2007) afetando assim o seu valor comercial (Carew e Smith, 2004). Deste modo, a gestão da carga é um fator crítico na eficiência do pomar, uma vez que influencia positivamente a qualidade dos frutos com calibre, coloração, firmeza da polpa e °Brix devidamente valorizados pelo mercado.

Com a realização deste trabalho pretendeu-se estudar a eficiência técnica e económica em pomares de macieira ‘Golden Delicious’ na região de Carrazeda de Ansiães, em parcelas com diferentes características (idades, densidades e porta-enxertos), aplicando uma metodologia que foi apresentada e que tem vindo a ser desenvolvida na pera “Rocha” (Ramos *et al.*, 2008; 2010; 2014; Ramos, 2012).

2. Breve caracterização da “Maçã de Carrazeda”

A produção da “Maçã de Carrazeda” está circunscrita à zona planáltica do concelho de Carrazeda de Ansiães, em todas as freguesias deste concelho com cota acima dos 600 m de altitude, e às freguesias de Candoso, Carvalho de Egas, Valtorno, Mourão e Freixiel, no concelho de Vila Flor, também com cota acima dos 600 m de altitude (Anexo A).

Trata-se de uma zona planáltica e montanhosa, cortada de vales profundos dominada por três situações climáticas: Terra Fria do planalto, Terra de Transição, correspondente às zonas de encosta e plataformas intermédias e Terra Quente nas áreas adjacentes à margem dos rios Douro e Tua. Esta demarcação de altitude, associada a solos de transição xisto-graníticos e microclima muito particular fazem desta área uma das mais privilegiadas para a produção de maçã com características qualitativas excelentes, sobressaindo a componente organolética, o aroma, a cor, e, também, a presença de compostos bioativos (Anexo B). As condições edafoclimáticas deste nicho produtivo fazem desta área geográfica de produção uma zona de excelência, como comprova a produção e comercialização ao longo de vários decénios (Agroconsultores - COBA, 1991).

Tal como em quase todas as principais regiões produtoras de maçã em Portugal, a produção de maçã na região de Carrazeda só se intensificou a partir das décadas de 1960 e 1970. A qualidade da maçã desta região resultou numa rápida aceitação no mercado e, conseqüente, no aumento da sua procura. Este facto levou ao aumento da área produtiva, que ainda continua a observar-se atualmente. Segundo dados do Instituto Nacional de Estatística (INE, 2012) a área ocupada de pomóideas na região de Carrazeda de Ansiães aumentou de 165 ha RAC/79, para 396 ha RGA/89, para 494 ha RGA/99) e para 500 ha – RGA/09.

Os produtores da região desde cedo começaram a organizar-se em associações de agricultores, o que lhes permitiu obter apoio técnico, adotar formas de produção mais competitivas e, ao mesmo tempo, amigas do ambiente, nomeadamente a Proteção Integrada e, posteriormente, a Produção Integrada. Esta capacidade organizativa dos agricultores resultou também numa Organização de Produtores, a Comércio de Frutas (FRUCAR), fundada em 1992, sendo atualmente o maior agente do setor na região.

Ao longo dos anos, a produção da maçã transformou-se num dos setores económicos mais importantes da região, facto que se pode observar pela forte presença na Feira da Maçã, Vinho e Azeite de Carrazeda de Ansiães realizada anualmente desde 1995.

A criação e registo no INPI da marca nacional, “Maçã de Carrazeda”, em 30 de Janeiro de 2013, foi a consequência natural da valorização e afirmação da necessidade de procura de novos mercados, resultando do aumento de produção em função da instalação de novos pomares (Fig. 1), do acréscimo do número de produtores, do volume de negócios envolvido e das singularidades das maçãs produzidas na região de

Carrazeda de Ansiães. Como resultado do conjunto destes fatores, em anos agrícolas razoáveis o potencial produtivo de pomares de “Maçã de Carrazeda” é de 10 mil toneladas (CITICA, 2014).



Figura 1 - Aspeto de um pomar novo com cerca de um ano de idade (foto original).

3. A carga

A carga à colheita pode ser definida como o número de frutos produzidos por árvore, em condições práticas ou reais. A maioria das cultivares de macieira tem uma densidade de flores abundante e uma frutificação equivalente, pelo que as árvores tendem a desenvolver mais frutos do que podem suportar até à colheita (Palmer *et al.*, 1997; Ouma, 2007). Vários estudos (Forshey e Elfving, 1977; Palmer *et al.*, 1997; Wünsche *et al.*, 2000; Awad *et al.*, 2001; Wünsche *et al.*, 2005; Wright *et al.*, 2006; Embree *et al.*, 2007) demonstraram que as cargas elevadas conduzem a uma maior produção, mas com frutos de peso médio menor e a uma proporção de frutos de menor tamanho. Além disso, promovem ou agravam a tendência de algumas cultivares para produzir em anos alternados, como é o caso da maçã 'Fuji' (Guak *et al.*, 2002).

As informações sobre a gestão da carga e a qualidade dos frutos são de particular importância para os produtores, como objetivo de regular o número de frutos por árvore e alcançar a qualidade de fruta desejada, em particular, o calibre mais adequado e valorizado pelos mercados. A influência da carga na produção e qualidade dos frutos, regulando o tamanho do fruto e a floração do ano seguinte, tem sido objeto de vários estudos desde há várias décadas (Monselise e Goldschmidt, 1982; Johnson e Handley, 1989; Palmer, 1992; Rowe e Johnson, 1992; Reginato e Camus, 1993; Blanco *et al.*, 1995; Ojer *et al.*, 1996; 2001; Giuliani *et al.*, 1997; Meland, 1997; Palmer *et al.*, 1997; Tromp, 2000; Stover *et al.*, 2001; Inglese *et al.*, 2002; Naor *et al.*, 2002; Byers, 2003; Embree *et al.*, 2007; Ouma, 2007). Em geral, todos aqueles autores concordam que a redução da carga, através da realização da monda de frutos, melhora o crescimento e qualidade dos frutos e a floração do ano seguinte. A quebra de produção associada à monda de frutos seria, deste modo, compensada pela valorização dos frutos, conduzindo a rendimentos anuais mais consistentes (Monselise e Goldschmidt, 1982; Tromp, 2000).

3.1. Regulação da carga. Monda de frutos

Apesar do efeito da poda ou da monda de flores, a monda de frutos tem sido a forma mais eficiente para regular a produção, uma vez que é efetuada quando os frutos estão presentes e passados os maiores riscos de acidentes meteorológicos. A redução na carga de colheita pode ser conseguida mecânica ou manualmente ou através da aplicação de reguladores de crescimento com efeito mondante (monda química) à floração ou na fase de pequeno fruto. O tratamento mais comum é uma combinação da monda química seguida pela monda manual, para um ajuste final que permita obter a carga correta (Meland, 1997).

Um dos principais e imediatos objetivos da monda consiste na obtenção de frutos de maior tamanho, pois uma carga excessiva deixada na árvore conduz à obtenção de muitos frutos pequenos (Forshey, 1986). O número de maçãs por árvore e o seu

tamanho têm entre si uma relação inversa, ou seja, um aumento do tamanho do fruto será expectável para uma redução do número de frutos por árvore. Contudo, o tamanho do fruto à colheita é o resultado da combinação entre múltiplos fatores. A carga, ou o número de frutos por árvore, é apenas um dos muitos fatores que contribui para a determinação do tamanho do fruto.

A redução do número de frutos por árvore aumenta a relação número de folhas/fruto e aumenta a disponibilidade dos fotoassimilados para os frutos que permanecem na árvore. Este facto contribui para a melhoria e a obtenção de produções mais regulares ao longo dos anos (Monselise e Goldschmidt, 1982; Tromp, 2000).

A técnica da monda química é menos criteriosa, mas também menos custosa. A ação das substâncias químicas utilizadas na monda consiste numa atuação diferenciadas em termos de *stress* sobre os frutos. Esta ação seletiva é a base da ação das substâncias químicas ao promoveram a competição entre os frutos e na qual os frutos mais “fortes” e que possuem um maior potencial não são afetados, mas os mais “fracos” acabam por cair. Quanto maior for o vingamento, maior o efeito da monda, pois neste caso a competição entre frutos também será maior, permitindo obter um máximo resultado com a monda. Numa situação de fraco vingamento, o índice folhas/fruto é elevado, a competição entre frutos é menor e a ação da monda química é menor (Forshey, 1986). Por outro lado, a eficácia da monda química depende de inúmeros fatores difíceis de controlar, nomeadamente, o momento exato e as condições ambientais que ocorrem no momento da aplicação (Meland, 1997).

3.2. Formas de expressar a carga. Eficiência

A carga, como medida de produtividade do pomar definida pela quantidade (em número ou peso) de fruta produzida por árvore ou unidade de ramificação (Wünsche e Ferguson, 2005) tem sido muito útil em condições altamente uniformes onde são esperadas diferenças insignificantes no tamanho da árvore.

No entanto, onde são esperadas diferenças significativas no tamanho das árvores é essencial normalizar a carga pelo tamanho da árvore. A área da secção transversal do tronco (AST), proposta por Lombard *et al.* (1998), tem sido a forma mais de comum para normalizar a carga da árvore (Johnson e Hadley, 1989; Rowe e Johnson, 1992; Blanco *et al.*, 1995; Palmer *et al.*, 1997; Marini, 2000; Inglese *et al.*, 2002; Reginato *et al.*, 2007; Embree *et al.*, 2007) e expressar a eficiência de produção. Contudo, Autio *et al.* (1996) reconheceram que a normalização da carga expressa em número de frutos/cm² de AST é um procedimento incorreto, dado que a árvore envelhece e a relação entre a AST e o tamanho real da árvore perde-se, devido ao controlo do tamanho da árvore pela poda.

Como o porta-enxerto é também um fator que influencia o tamanho das árvores e, possivelmente, a sua relação com a área da secção do tronco, a maior eficiência

produtiva, expressa por unidade de AST, referida em relação às plantas enxertadas em porta-enxertos menos vigorosos (Palmer e Wünsche, 1997; Wertheim, 1998), deve ser tomada com as devidas reservas (Wright *et al.*, 2004).

Deste modo, será mais correto normalizar a carga em relação ao volume da copa, à área foliar ou à fração de luz interceptada (Wright *et al.*, 2004; Reginato *et al.*, 2007), que traduzem melhor o equilíbrio fisiológico da árvore. Este equilíbrio traduz, em grande medida, a eficiência do sistema, uma vez que a produção do pomar é em grande parte explicada pela radiação e está com ela linearmente relacionada até 50% da PAR interceptada (Robinson e Lakso, 1991), independente do sistema de condução (Barritt, 1991; Robinson e Lakso, 1991; Iannini, 2000; Nuzzo *et al.*, 2002). Acima de 50% da PAR interceptada, a produção varia porque outros fatores se tornam limitantes (Wünsche e Lakso, 2000).

Estudos sobre o efeito da carga na fotossíntese, na repartição de assimilados e na acumulação de matéria seca têm evidenciado maior eficiência fotossintética em árvores com carga elevada em relação à das árvores pouco carregadas (Maggs, 1963; Hansen, 1971; Avery, 1975; Heim *et al.*, 1979; Lenz, 1986). Sob condições climáticas predominantes na Nova Zelândia, Palmer *et al.* (1997) constataram que a taxa de assimilação da folha foi positiva e curvilineamente relacionada com a carga.

De acordo, com Palmer e Wünsche (1997), a área foliar de copa e a percentagem de luz interceptada pela árvore aumentam linearmente à medida que a carga diminuiu. De igual forma, a concentração de amido na folha a meio do ciclo cultural aumenta linearmente à medida que a carga diminuiu, o que poderá explicar a menor eficiência da fotossíntese em árvores com cargas baixas.

3.3. Carga ótima

As experiências sobre os efeitos da carga ou da monda são em geral realizadas em condições controladas, com cargas relativamente uniformes, para dar enfoque aos resultados na quantidade de luz interceptada em diferentes sistemas produtivos. Esta abordagem representa os dois principais fatores que afetam a produtividade (interceção de luz e carga) e permite uma relação preditiva mais geral a ser estabelecida para cada área de cultivo. Na maioria das experiências que avaliaram o efeito da carga sobre o tamanho dos frutos, os investigadores têm mostrado uma relação linear (Johnson e Handley, 1989), embora por vezes se refiram também relações curvilíneas (Reginato *et al.*, 2007).

A utilização da relação negativa entre a carga e o tamanho do fruto à colheita como forma de avaliar a eficiência do pomar ou para determinar a carga ótima tem sido, contudo, escassa, provavelmente porque os ensaios de monda contemplam poucos níveis, o que inviabiliza a extrapolação dessas relações para além dos níveis dos fatores ou dos intervalos de variação dos resultados (Reginato *et al.*, 2007). No entanto, alguns modelos de computador têm incorporado estudos de carga, na tentativa de calcular a

carga que permita maximizar o valor da colheita em Kiwi (Atkins, 1990) ou em pessegueiro (Johnson e Rasmussen, 1990). Para além da dificuldade em extrapolar para fora do intervalo de variação dos resultados, a valorização da produção faz-se habitualmente em função das classes de calibre (baseadas no diâmetro dos frutos), o que dificulta ainda mais os modelos económicos. Por outro lado, porque culturas diferentes também têm potenciais de produção e de tamanho de frutos diferentes (Inglese *et al.*, 2002; Johnson e Handley, 1989), fatores adicionais, tais como a data de colheita, também são importantes na determinação do valor a pagar ao produtor.

4. Material e métodos

O presente estudo foi realizado na campanha de 2012, em três parcelas de pomar de 'Golden Delicious', conduzido em eixo central, na Quinta de Manjafra, freguesia de Marzagão, concelho de Carrazeda de Ansiães. Em todas as parcelas, do mesmo produtor, as árvores eram regadas com sistema gota-a-gota, (com fertirrigação) e a entrelinha encontrava-se revestida por um coberto vegetal semeado, composto por uma mistura de leguminosas e gramíneas. Na linha, o controlo de infestantes foi efetuado quimicamente. A proteção fitossanitária e a fertilização foram efetuadas de acordo com as regras de Produção Integrada para Pomóideas homologadas pela DGADR (Cavaco *et al.*, 2006).

As três parcelas de pomar foram escolhidas pelas suas diferentes características:

- Parcela 1 - alta densidade (AD/M9): com 2 anos de plantação, compasso de 3,75×0,90 m e enxertada no porta-enxerto M9 (Fig.2);
- Parcela 2 - média densidade (MD/M9): com 8 anos de plantação, compasso de 4,30×1,50 m e enxertada no porta-enxerto M9 (Fig.3);
- Parcela 3 - baixa densidade (BD/M106): com 15 anos de plantação, compasso de 4,50×2,00 m e enxertada no porta-enxerto M106 (Fig.4).



Figura 2 - Parcela 1 (AD_M9) com 2 anos plantação (final do 3º ciclo vegetativo) (foto original).



Figura 3 - Parcela 2 (MD_M9) com 8 anos plantaço (final do 9º ciclo vegetativo) (foto original).



Figura 4 - Parcela (BD_M106) com 15 anos plantaço (final do 16º ciclo vegetativo) (foto original).

Em cada parcela, começou por se escolher uma linha de plantaço representativa do conjunto da parcela. Nessas linhas, foram marcadas 20, 19 e 15 árvores nas parcelas 1, 2 e 3, respetivamente, e cada árvore foi medida individualmente em relação à altura e largura da copa (Anexos C, D e E). Não foi avaliado o mesmo número de árvores em cada parcela, porque as árvores eram de idades e tamanhos diferentes, pelo que se utilizaram mais árvores na parcela com maior densidade, relativamente à parcela com

densidade mais baixa. À colheita, foram registados o peso e o número de frutos por cada árvore individual (Anexos C, D e E).

Os resultados foram avaliados de acordo com a metodologia que tem vindo a ser desenvolvida para a pera 'Rocha' (Ramos *et al.*, 2008; 2010; 2014; Ramos, 2012). De acordo com essa metodologia, os resultados da carga e do peso médio do fruto foram posteriormente ajustados, com a ferramenta *SOLVER* do Excel, a uma função não linear com a seguinte equação:

$$Y = 1/[(aX + (1/b))],$$

em que:

- Y – peso médio do fruto (g ou kg);
- X – carga normalizada (expressa em relação à unidade de volume de copa);
- a e b são os parâmetros da regressão não linear (calculados pelo *SOLVER*).

A normalização da carga em relação à unidade de volume da copa expressou-se em nº de frutos/m³, correspondente ao volume do paralelepípedo máximo que engloba a árvore, ou seja, o produto da área máxima da secção transversal da sebe (Fig.5) pela distância entre plantas na linha. A expressão da carga em relação à área da secção transversal do tronco (AST) não se efetuou porque as diferentes idades, podas e porta-enxertos, nas três parcelas, terão originado diferentes relações de equilíbrio entre o desenvolvimento do tronco, o tamanho das árvores, a área foliar e a interceção da luz (Autio *et al.*, 1996; Palmer e Wunsche, 1997; Wertheim, 1998; Wright *et al.*, 2004; Reginato *et al.*, 2007).

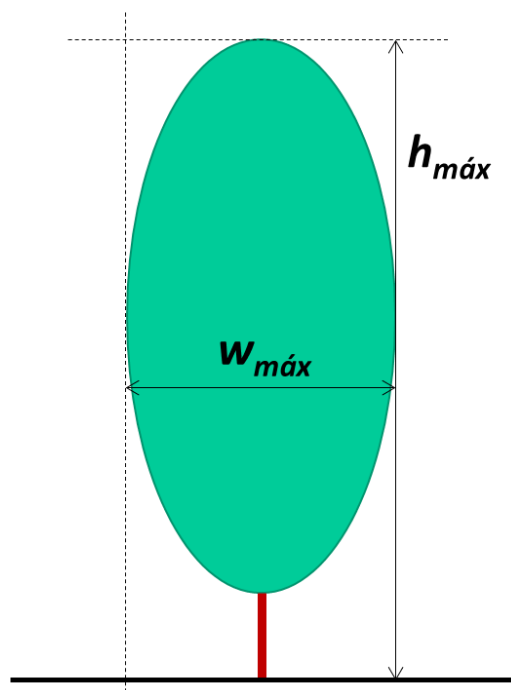


Figura 5 - Pormenor da medição da área transversal da sebe.

Como a valorização económica é diferenciada em função da classe de calibre do fruto (variável descontínua), foi necessário obter uma variação contínua para aplicar o modelo económico de em função da carga. Zhang e Robson (2002) demonstraram a natureza normal da distribuição dos frutos por classes de calibre, pelo que foi possível estabelecer uma relação entre o peso médio do fruto por árvore e a respetiva distribuição por classes de calibre.

Em pera 'Rocha', Ramos *et al.* (2014), mostraram que a fração da produção acima de um determinado diâmetro em função do peso médio do fruto por árvore, obtida com um número significativo de calibragens de árvores individuais, se ajustou a uma distribuição normal acumulada numa relação do tipo 1:1 com um coeficiente de determinação muito elevado ($R^2 = 0,99$).

Com a distribuição por classes de calibre em função do peso médio do fruto (a partir das equações das curvas normais acumuladas) e a respetiva valorização diferenciada por classes de calibre, foi possível obter uma valorização contínua do preço médio a pagar (Fig. 6).

Como não foi possível fazer a calibração individual das árvores neste trabalho, utilizou-se uma relação previamente obtida com calibragens de outras macieiras (A. Ramos, dados não publicados). A valorização da produção em função da classe de calibre (Quadro 1) foi efetuada a partir dos preços médios praticados pela FRUCAR nos 5 anos anteriores à realização deste trabalho.

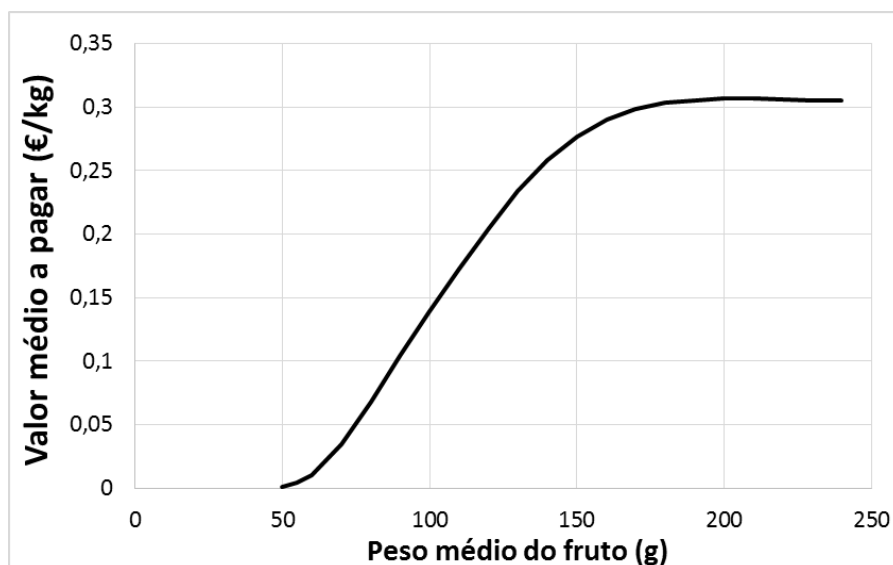


Figura 6 - Valor médio a pagar por kg de maçãs, em resultado do ajustamento à distribuição acumulada e do preço diferenciado por classes de calibre.

Quadro 1 - Tabela de preços médios praticados pela Organização de Produtores, em função da classe de calibre utilizada para calcular o preço médio ponderado a pagar ao produtor

	Classes de calibre					
	60-	60/65	65/70	70/75	75/80	80+
Valor (€/kg)	0,00	0,10	0,20	0,25	0,40	0,30

Fonte: FRUCAR (com. pessoal).

Por outro lado, o cálculo do valor da receita potencial inclui já um custo associado à colheita, que varia em função da carga. O valor utilizado foi de 0,04 €/fruto de acordo com a estimativa efetuada por Ribeiro (2010) para a pera 'Rocha'. Em resultado da aplicação deste valor, o custo da colheita variou de 0,02 a 0,08 €/kg para frutos de 200 a 50 g de peso médio, respetivamente. A maior parte dos restantes custos de produção são calculados em relação à área do pomar, influenciando o rendimento líquido, mas não a carga com a qual se obtém o seu máximo valor (Johnson e Rasmussen, 1990).

5. Resultados e discussão

5.1. Pomar de alta densidade (AD_M9)

Os resultados da parcela de pomar de alta densidade, enxertado em M9 com dois anos de idade (Anexo C) estão sistematizados na Figura 7 e no Quadro 2. Pela análise da Figura 7 é possível confirmar o efeito da carga na redução do crescimento do fruto tal como referido por vários autores (Byers, 2003; Wright *et al.*, 2004; Wunsche e Ferguson, 2005) e é reconhecido na prática corrente por técnicos e produtores.

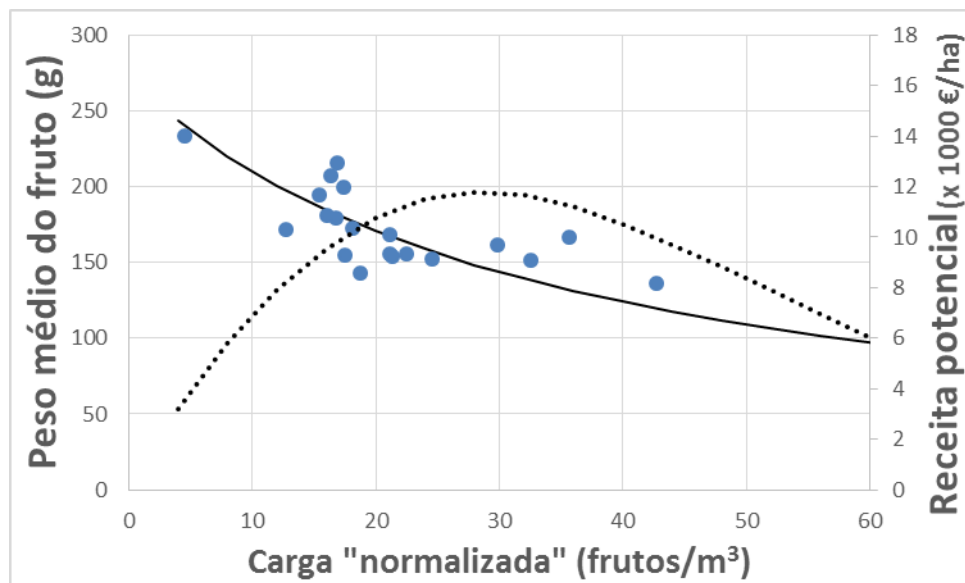


Figura 7 - Representação da eficiência do pomar AD_M9. Os pontos são os valores observados. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 20$; $R^2 = 0,53$). A linha pontuada representa a estimativa da receita potencial.

O ajustamento a uma equação não linear contínua entre a carga e o peso médio do fruto e a valorização do preço a pagar em função do peso médio do fruto permite fazer uma avaliação simultânea da produtividade e do resultado económico, ou seja, é uma medida da eficiência do pomar (Ramos *et al.*, 2014). A eficiência máxima do pomar corresponderá à carga "ótima", ou seja, a carga na qual a receita potencial foi máxima. Na parcela de pomar de alta densidade em M9 com 2 anos de idade a carga "ótima" foi obtida com 28,4 frutos/m³ de copa (cerca de 111 frutos/árvore). Abaixo dessa carga a receita foi menor por falta de produção, enquanto acima foi o baixo valor do produto que limitou o valor da receita potencial.

Por outro lado, a maior parte das árvores amostradas nesta parcela tiveram uma carga inferior à carga "ótima", o que poderá ter resultado de um excesso de monda ou de falta de vingamento no fruto. É provável que a ocorrência de temperaturas baixas tenha afetado o vingamento, já que em algumas parcelas do pomar ocorreram geadas em 2012. Como resultado, a carga a produção e a receita médias registadas não

expressaram todo o potencial produtivo e económico da parcela, apesar da melhoria no crescimento e valorização do fruto (Quadro 2).

Quadro 2 - Resultados médios observados e valores estimados para a carga correspondente à máxima receita potencial (carga ótima ou carga correspondente à máxima eficiência do pomar), na parcela AD_M9 (2962 árvores/ha)

	Volume árv. (m ³)	Carga (frutos/árv)	Produção (kg/árv)	Peso do fruto (g)	Produção (t/ha)	Valor (€/kg)	Receita (10 ³ €/ha)
Média da parcela	3,9	78,7	13,2	167,9	39,1	0,29	10,5
Máxima eficiência		110,9	16,3	146,8	48,3	0,27	11,8

A produtividade da parcela de pomar de alta densidade com dois anos de idade (na eficiência máxima ou carga ótima – 48,3 t/ha) não terá expressado ainda todo o potencial produtivo daquela parcela, já que as árvores ainda estão a crescer e apresentam-se com baixa densidade foliar e pequeno porte. Com efeito, o volume de copa por hectare é relativamente baixo (cerca de 11,5 mil m³/ha) quando comparado com os valores das outras duas parcelas com árvores “adultas” (cerca de 16,0 mil m³/ha). Deste modo, numa perspetiva de utilização dos resultados para tomada de decisão quanto à carga a deixar no ano seguinte, há que prever um acréscimo de carga que deve acompanhar sensivelmente o acréscimo de volume da copa das árvores.

5.2. Pomar de média densidade (MD_M9)

Os resultados da parcela de pomar de média densidade, enxertado em M9 com 8 anos de idade (Anexo D), podem ser analisados e discutidos através do exposto na Figura 11 e no Quadro 3. A curva de resposta do crescimento do fruto com o aumento da carga (Fig.8) teve uma tendência semelhante à da parcela AD M9 e estão de acordo com o esperado (Monselise e Goldschmidt, 1982; Johnson e Handley, 1989; Palmer, 1992; Rowe e Johnson, 1992; Reginato e Camus, 1993; Blanco *et al.*, 1995; Ojer *et al.*, 1996; 2001; Forshey e Elfving, 1977; Giuliani *et al.*, 1997; Meland, 1997; Palmer *et al.*, 1997; Tromp, 2000; Wunsche *et al.*, 2000; Awad *et al.*, 2001; Stover *et al.*, 2001; Inglese *et al.*, 2002; Naor *et al.*, 2002; Byers, 2003; Wunsche *et al.*, 2005; Wright *et al.*, 2000; Embree *et al.*, 2007; Ouma, 2007).

Por outro lado, praticamente todas as árvores amostradas nesta parcela tiveram cargas inferiores à carga correspondente à máxima receita potencial (28,4 frutos/m³ de copa). Neste caso, a ocorrência de geadas, também referida pelo proprietário da exploração, terá sido a causa dos baixos resultados produtivos e económicos (Quadro 3).

Em condições normais, sem geadas e com monda eficiente, esta parcela de pomar poderia ter expressado um potencial produtivo elevado (superior a 65t/ha) e uma boa remuneração do produtor, o que corresponde a uma elevada expectativa de resultados esperados pela Organização de Produtores (FRUCAR).

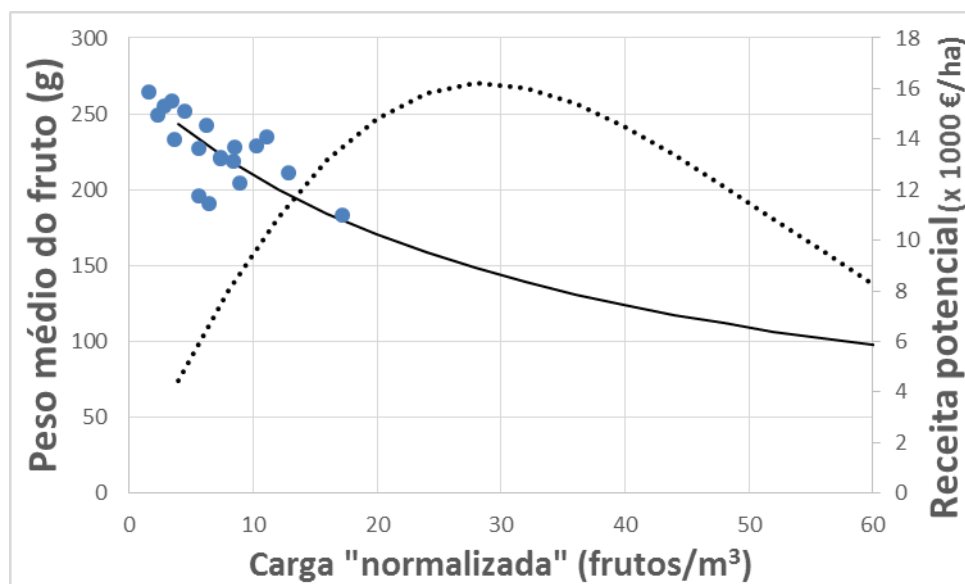


Figura 8 - Representação da eficiência do pomar MD_M9. Os pontos são os valores observados. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n=19$; $R^2 = 0,49$). A linha pontilhada representa a estimativa da receita potencial.

Quadro 3 - Resultados médios observados e valores estimados para a carga correspondente à máxima receita potencial (carga ótima ou carga correspondente à máxima eficiência do pomar), na parcela MD_M9 (1550 árvores/ha)

	Volume árv. (m ³)	Carga (frutos/árv)	Produção (kg/árv)	Peso do fruto (g)	Produção (t/ha)	Valor (€/kg)	Receita (10 ³ €/ha)
Média da parcela	10,1	74,3	16,2	218,4	25,4	0,31	7,3
Máxima eficiência		288,4	42,3	146,8	66,4	0,27	16,2

5.3. Pomar de baixa densidade (BD_M106)

Os resultados da parcela de pomar de baixa densidade, enxertado em M106 com 15 anos de idade (Anexo E), são apresentados na Figura 9 e no Quadro 4, e apresentam uma curva de resposta à carga semelhante às parcelas anteriores e de acordo com os autores já referidos.

Nesta parcela, os valores médios observados foram próximos dos valores estimados para a máxima eficiência do pomar (Quadro 4), provavelmente porque a localização da

parcela, oposta à parcela MD_M9, terá evitado a ocorrência de geadas. Contudo, a figura 9 mostra um número superior de árvores com cargas acima da carga “ótima” (27,6 frutos/m³ de copa), pelo que a operação de monda ainda poderia ter melhorado os resultados.

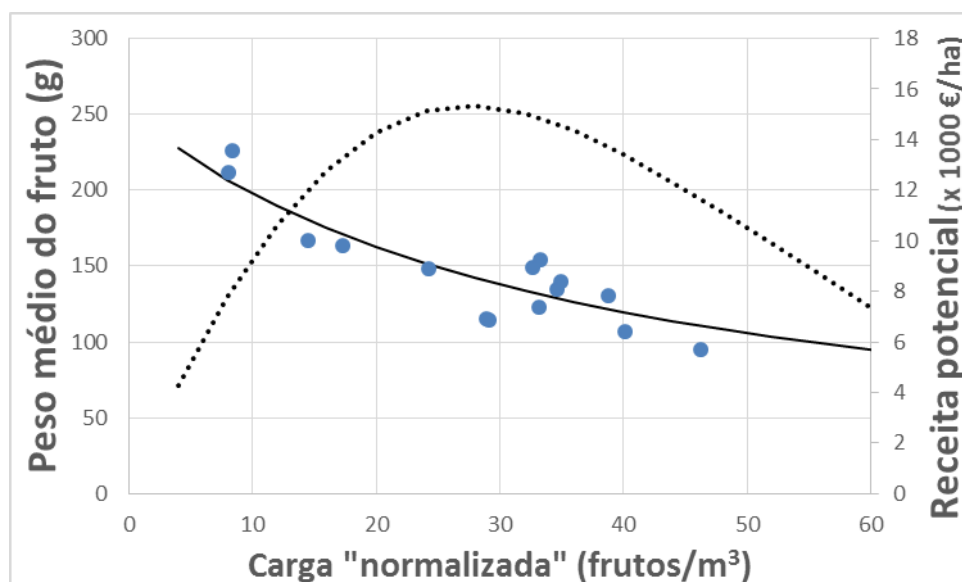


Figura 9 - Representação da eficiência do pomar BD_M106. Os pontos são os valores observados. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 15$; $R^2 = 0,82$). A linha pontilhada representa a estimativa da receita potencial.

Quadro 4 - Resultados médios observados e valores estimados para a carga correspondente à máxima receita potencial (carga ótima ou carga correspondente à máxima eficiência do pomar), na parcela BD_M106 (1111 árvores/ha)

	Volume árv. (m ³)	Carga (frutos/árv)	Produção (kg/árv)	Peso do fruto (g)	Produção (t/ha)	Valor (€/kg)	Receita (10 ³ €/ha)
Média da parcela	14,8	419,5	55,7	132,8	61,9	0,24	12,8
Máxima eficiência		406,8	58,3	143,2	64,7	0,27	15,3

5.4. Avaliação global da eficiência

As Figuras 10 e 11 representam a avaliação da eficiência global nas três parcelas de pomar 'Golden Delicious' estudadas num pomar da região de Carraceda de Ansiães. A figura 10 apresenta os resultados em relação à carga da árvore (frutos/m³) e a Figura 11 refere-se à carga do pomar (frutos/ha).

Em ambas as Figuras é possível notar que a curva de resposta do crescimento do fruto em relação à carga não é linear como frequentemente referida (Johnson e

Handley, 1989), mas tem uma tendência curvilínea, desde que o número de árvores e o intervalo de variação das cargas sejam suficientemente amplos.

De igual modo, também se comprova em ambas as Figuras que a normalização das cargas é fundamental para se poderem comparar pomares com diferentes características (idades, densidades e porta-enxertos). As diferenças no peso médio dos frutos observados nas três parcelas (Quadros 2, 3 e 4) devem-se apenas às diferentes cargas e não às diferentes características dessas parcelas. A mesma curva pode assim representar a eficiência de diferentes sistemas produtivos (Barritt, 1991; Robinson e Lakso, 1991; Iannini, 2000; Nuzzo *et al.*, 2002), desde que normalização da carga se relacione com a PAR interceptada (Robinson e Lakso, 1991), refletindo o equilíbrio fisiológico da planta.

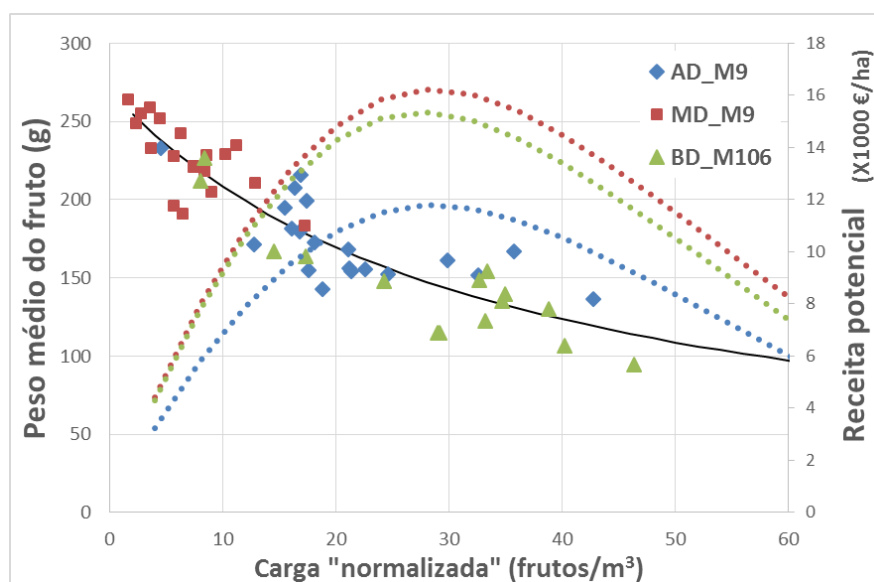


Figura 10 - Representação global da eficiência e comparação entre parcelas. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 54$; $R^2 = 0,84$), com a carga expressa em relação à árvore. As curvas ponteadas correspondem à parcela de pomar com marcadores de igual coloração.

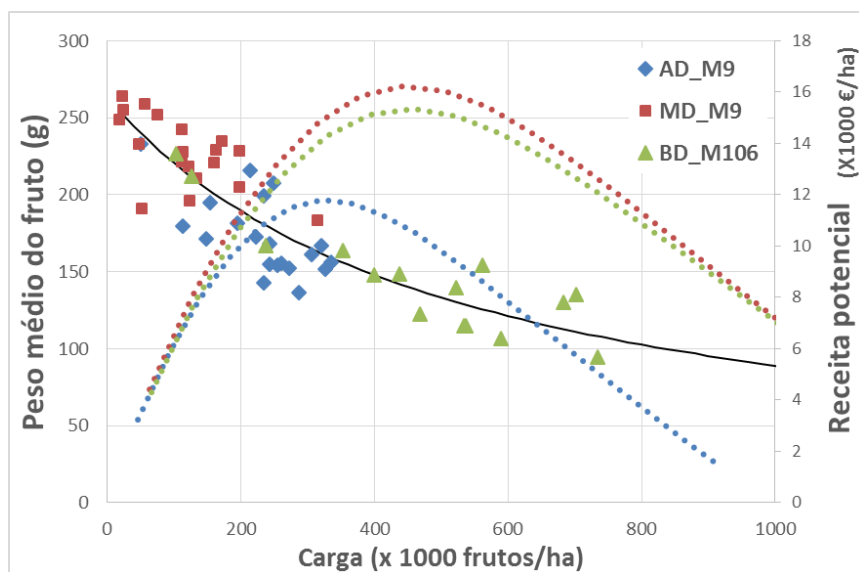


Figura 11 - Representação global da eficiência e comparação entre parcelas. A linha cheia representa o seu ajustamento à regressão não linear ($n = 54$; $R^2 = 0,78$), com a carga expressa em relação ao pomar. As curvas ponteadas correspondem à parcela de pomar com marcadores de igual coloração.

Este equilíbrio fisiológico da planta como fator crítico do crescimento do fruto, em diferentes sistemas de produção será determinado pelo equilíbrio entre as folhas, que intercetam a luz solar para produzir os fotoassimilados a partir do CO_2 atmosférico, e os frutos, onde a planta acumula parte desses fotoassimilados.

A diferença visível nas Figuras 10 e 11, entre a parcela AD_M9 e as restantes parcelas em relação à receita potencial reflete apenas o facto de esta parcela não estar ainda a expressar todo o seu potencial produtivo, pois as árvores ainda não ocupam todo o espaço disponível.

6. Considerações finais

Após a realização deste trabalho, é de referir a relevância que estudos deste tipo podem significar de mais-valia para a atividade produtiva dos fruticultores da região de Carrazeda de Ansiães. Com efeito, uma eficiente gestão da carga, através de uma criteriosa monda de frutos, é um fator fundamental para a obtenção de frutos com as melhores características para os mercados.

Os resultados obtidos com a metodologia utilizada na avaliação da eficiência do pomar evidenciam o potencial produtivo de cada uma das parcelas ou pomares, em função das suas características e dão uma indicação precisa no número médio de frutos a deixar por árvore com o intuito de alcançar a máxima receita para o produtor.

Esse número médio de frutos a deixar por árvore é uma indicação que se obtém após a colheita e não na época de monda, mas são uma boa indicação para a realização da monda no ano seguinte, ajustando a carga árvore a árvore em função do seu tamanho, idade ou expectativa de preço.

Para além disso, outros fatores de qualidade, como a coloração dos frutos, a firmeza da polpa ou o teor em açúcares poderão influenciar a valorização da produção e não foram tidos em conta neste estudo, mas devem ser também avaliados em futuros estudos.

Referências Bibliográficas

- Agroconsultores - COBA. 1991. Carta de Solos, Carta do Uso Actual da Terra e Carta de Aptidão da Terra do Nordeste de Portugal. UTAD/PDRITM, Vila Real.
- APA. 2012. Atlas do Ambiente. Agência Portuguesa do Ambiente. Disponível em: <http://www.ambiente.pt/atlas/est/index.jsp>. Acedido a: 17 de novembro.
- Atkins, T.A. 1990. *Using crop models to predict orchard profitability*. Acta Hort. 276: 363-370.
- Autio, W.R., Greene, D.W. e Lord, W.J. 1996. *Performance of McIntosh apples trees on seven rootstocks and a comparison of methods of productivity assessment*. HortScience 31: 1160-1163.
- Avery, D.J. 1975. *Effects of fruits on photosynthetic efficiency*. In *Climate and the Orchard*. Ed. H.C. Pereira. CAB, Farnham Royal, Slough, U.K., pp 110-112.
- Awad, M. A., Jager, A. D., Dekker, M. e Jongen, W. M. F. 2001. *Formation of flavonoids and chlorogenic acids in apples as affected by crop load*. Sci. Hortic. 91: 227-237.
- Barritt, B., Rom, C., Konishi, B. e Dilley, M. 1991. *Light level influences spur quality and canopy development and light interception influence fruit production in apple*. Hort-Science 26: 993-999.
- Blanco, A., Pequereul, A., Val, J., Monge, E. e Aparisi, J. G. 1995. *Crop-load effects on vegetative growth, mineral nutrient concentration and leaf water potential in 'Catherine' peach*. J. Hort. Sci. 70: 623-629.
- Byers, R. E., Ferree, D. C. e Warrington, I.J., 2003. Chapter 16: *Flower and fruit thinning and vegetative: Fruit balance*. In *Apples: Botany, Production and Uses*. Wallingford. CABI Publishing. pp.409-436.
- Byers, R., Costa, G. e Vizzotto, G.. 2005. *Flower and fruit thinning of peach and other Prunus*. Hort. Rev. Amer Soc. Hort Sci. 28: 351-391.
- Carew, R. e Smith, E. G., 2004. *The value of apple characteristics to wholesalers in western Canada; a hedonic approach*. Can. J. Plant Sci. 84: 829-835.
- Cavaco, M., Jordão, P. e Sousa, R. 2006. *Produção Integrada da Cultura de Pomóideas*. Direcção-Geral de Protecção das Culturas. Lisboa.
- CITICA. 2012. Centro de Inovação Tecnológico Inovarural Carrazeda de Ansiães. Disponível em: <http://citica.pt/cms.php?id cms=40>. Acedido a: 17 de novembro.
- Domingos, S.N.G. 2009. *O ensombramento como técnica de monda na macieira 'Gala' (Malus domestica Borkh.)*. Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa.
- Elfving, D.C e Cline, R.A.1993. *Benzyladenine and other chemicals for thinning 'Empire' apple trees*. Soc.Hort.Sci. 118: 593-598.
- Embree, C. G., Myra, M.T. D, Nichols, D. S. e Wright, A. H. 2007. *Effect of blossom density and crop load on growth, fruit quality, and return bloom in edonic approach*. Can. J. Plant
- Francesconi, A. H. D., Watkins, C. B., Lakso, A. N., Nyrop, J. P., Barnard, J. e Denning, S. S., 1996. *Interactions of European red mite on crop load and quality, mineral concentrations and economic value of "strakrimson delicious" apples*. J. Am. Soc. Hortic Sci. 121: 967-972.
- Forshey, C. G. e Elfving, D. C. 1977. *Fruit numbers, fruit size and yield relationships in "Mc Intosh" apples*. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 102: 399-402.
- Forshey, C.G., 1986. *Chemical Fruit Thinning of Apples*. New Yor's Food and Life Sciences Bulletin. 116: 1-7.

- Giuliani, R., Coreli-Grappadeli, L. e Magnanini, E. 1997. *Effects of crop load on apple photosynthetic responses and yield*. Acta Hort. 451: 303-311.
- Guak, S., Beulah, M. e Looney, N. 2002. *Thinning "Fuji" apple blossoms with synthetic auxins (MCPB or NAA) and ethephon with or without postbloom thinning with carbaryl*. HortScience 127 (2): 165-170.
- Hansen, P. 1971. *The effect of fruiting upon transpiration rate and stomatal opening in apple leaves*. Physiol. Plant. 25: 181-183.
- Hehnen, D., Hanrahan, I. Lewis, K., McFerson, J. e Blanke, M., 2012. *Mechanical flower thinning improves fruit quality of apples and promotes consistent bearing*. Scientia Horticulturae. Elsevier. 134: 241-244.
- Heim, G., Landsberg, J.J., Watson, R.L. e Brain, P. 1979. *Ecophysiology of apple trees; dry matter production and partitioning in young 'Golden Delicious' apple trees*. J. Appl. Ecol. 16: 179-194.
- Iannini, C., Cirillo, B., Basile, B. e Forlan, M. 2000. *Estimation of nectarine yield efficiency and light interception by the canopy in different training systems*. Acta Hort. 592: 357-365.
- Inglese, P., Caruso, T. e Gugliuzza, G. 2002. *Crop load and rootstock influence on dry matter partitioning in trees of early and late ripening peach cultivars*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127: 825-830.
- INE. 2012. Instituto Nacional de Estatística. Disponível em: <http://www.ine.pt>. Acedido a: 12 de novembro.
- Johnson, R.S. e Handley, D.F. 1989. *Thinning response of early, mid-, and late- season peaches*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114: 852-855.
- Johnson, R.S. e Rasmussen, J. 1990. *Peach optimization model*. Acta Hort. 276: 247-255.
- Lenz, F. 1986. *Fruit effects on transpiration and dry matter production in apples*, p. 101-104. In: A.N. Lakso and F. Lenz (eds.). *The regulation of photosynthesis in fruit trees*. Proc. N.Y. State Agr. Expt. Sta., Geneva.
- Lombard, P.B., Callan, N.W., Dennis, F.G., Looney, N.E., Martin, G.C., Renquist, A.R. e Mielke, E.A. 1988. *Towards a standardized nomenclature in determining fruit and nut tree yield performance*. HortScience 23: 813-817.
- Maggs, D.H. 1963. *The reduction in growth of apple trees brought about by fruiting*. J. Hort. Sci. 39: 85-94.
- Marini, R. 2000. *Pruning peach trees to reduce thinning costs and improve fruit size*. Virginia Fruit 1: 1-24.
- Marini, P.R., Barden, J.A., Cline, J.A., Perry, R.L. e Robinson, T. 2002. *Effect of apple rootstock on average 'Gala' fruit weight at four locations after adjusting for crop load*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 127: 749-753.
- Meland, M. 1997. *Thinning apples and pears in a Nordic climate. III. The effect of NAA, ethephon and lime sulfur on fruit set, yield and return bloom of three apple cultivars*. Acta Horticulturae. 463: 517-525.
- Meland, M. 2009. *Effects of different crop loads and thinning times on yield, fruit quality, and return bloom in Malus _ domestica Borkh. 'Elstar'*. Journal of Horticultural Science & Biotechnology . 117-121.
- Monselise, S. P. e Goldschmidt, E. E. 1982. *Alternate bearing in fruit trees*. Horticultural Reviews. 4: 128-173.
- Naor, A., Hupert, H., Greenblat, Y. e Peres, M. 2002. *The Response of Nectarine Fruit Size and Midday Stem Water Potential to Irrigation Level in Stage III and Crop Load*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 126 (1): 140-143.

- Nuzzo, V., Dichio, B. e Xyloyannis, C. 2002. *Canopy development and light interception in peach trees trained to transverse Y and delayed vase in the first four years after planting*. Acta Hort. 592: 405-412.
- Ojer, M., Arjona, C. e Reginato, G. 2001. *Incidencia de la carga inicial de frutos sobre la producción y la calidad de frutos en duraznero cv. Bowen*. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. 16: 25-35.
- Ojer, M., Reginato, G., Arjona, C., Cantu, D. e Minatelli, P. 1996. *Determinación de la capacidad de carga frutal, en un huerto de durazneros cvs. Bowen y Andross*. Investigación Agrícola. 16: 1-8.
- Ouma, G. 2007. *Chemical and non-chemical thinning methods in apple*. Asian Research Publishing Network. 2: 7-11.
- Palmer, J. W., Giuliani, R. e Adams, H. M. 1997. *Effects on crop load on fruit and leaf photosynthesis of 'Braeburn'/M26 apple trees*. Tree Physiology. 17: 741-746.
- Ramos, A., Marques, L., Lopes, R., Ribeiro, E. 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. e Martins, J. M. S. 2010. A "metodologia do potencial produtivo" na gestão integrada do pomar. I – Carga óptima. Actas Portuguesas de Horticultura, 16: 7-15.
- Ramos, A. 2012. *A Gestão da Carga na Sustentabilidade do Pomar*. 1º Ciclo de Conferências. Conselho Técnico-Científico. pp. 7-11.
- Ramos A, Ribeiro E, Fernandes B, Marques L, Dias JP, Duarte T, Lopes JP, Fialho D, Santa-Bárbara P, Martins JMS e De Melo-Abreu JP. 2014. Eficiência do pomar de pera 'Rocha' no Oeste (Portugal). I – modelo para avaliação da eficiência produtiva e económica. 3º Simpósio Nacional de Fruticultura. Vila Real, 4-5 de Dezembro (*submetido*).
- Reginato, G. e Camus, J.L. 1993. *Efecto de la fecha e intensidad de raleo sobre la producción y crecimiento del duraznero cv. Angelus*. Investigación Agrícola. 13: 1-8.
- Reginato, G., Cortázar, V.Z. e Robinson, T.L. 2007. *Predicted crop value for nectarines and cling peaches of different harvest season as a function of crop load*. Hort. Sci. 42 (2): 239-245.
- Robinson, T. e Lakso, A.N. 1991. *Bases of yield and production efficiency in apple orchard systems*. J. Am. Soc. Hortic. Sci. 116: 188-194.
- Rowe, R.N. e Johnson, R. 1992. *The interactions between fruit number, tree size and the yield and fruit size of Fantasia nectarine*. Acta Hort. 315: 171-176.
- Salvador, F.R., Fisichella, M. e 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: 113-122.
- Soares, J., Silva, A. e Marques, H. 2003. *O livro da Pêra Rocha*. Associação Nacional de Produtores de Pêra Rocha. Volume II.
- Stover, E., Wirth, F. e Robinson, T. 2001. *A method for assessing the relationship between crop load and crop value following fruit thinning*. HortScience. 36: 157-161.
- Tromp, J. 2000. *Flower-bud formation in pome fruits as effected by thinning*. Plant Growth Regulators. 31: 27-34.
- Wertheim, S. J. 1998. *Rootstock Guide. Apple, Pear, Cherry, European Plum*. Publication Nr. 25. Fruit Research Station Wilhelminadorp. The Netherlands. pp.144.

Wright, A. H., Nichols, D. S. e Embree, C. G. 2004. *Evaluating the accountability of trunk size and canopy volume models for determining apple tree production potential across diverse management regimes*. Acta Hortic. 707: 237-243.

Wright, A. H., Embree, C. G., Nichols, D. S., Prange, R. K., Harrison, P. A. e DeLong, J. M. 2006. *Fruit mass, colour and yield of "honeycrisp" tm apples are influenced by manually-adjusted fruit population*. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 81: 397-401.

Wunsche, J.N. e Lakso, A.N. 2000. *Apple tree physiology-implications for orchard and tree management*. Compact Fruit Tree. 33: 82-85.

Wünsche, J.N. e Ferguson, I.B. 2005. *Crop load interactions in apple*. Hortic. Rev. 31: 231- 290.

Wünsche, J.N., Greer, D., H., Laing, W. A. e Palmer, J. W. 1997. *Physiological and biochemical leaf and tree responses to crop load in apple*. Tree Physiology 25: 1253-1263.

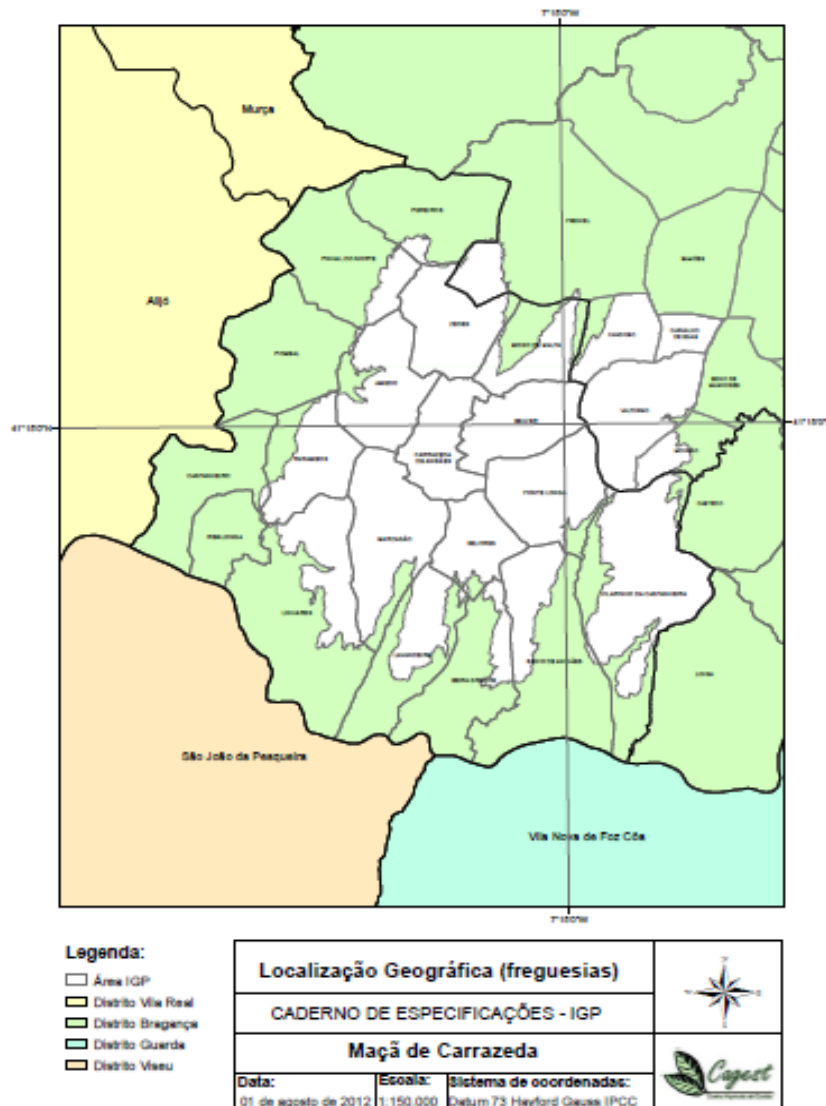
Yuri, J.A., Talice González, J., Verdugo, J. e Pozo, A. 2010. *Responses of fruit growth, quality, and productivity to crop load in apple cv. Ultra Red Gala MM/111*. Scientia Horticulturae 127: 305-312.

Zhang, J. e Robson, A. 2002. *Fitting normal distributions to apple fruit and its application*. Acta Horticulturae. 584: 169-175.

ANEXOS

ANEXO A

Delimitação da área Geográfica



ANEXO B

Atividade antioxidante, teor em fenóis totais e teor em orto-difenóis na polpa das variedades de maçã amostradas à colheita (Fonte: Laboratório UTAD).

Variedades de maçã	Polpa		
	Atividade antioxidante ($\mu\text{mol Trolox/kg}$)	Teor em fenóis totais (mg ácido gálico/g peso seco)	Teor em orto-difenóis (mg ácido gálico/g peso seco)
<i>Bravo de Esmolfe</i>	61,5 \pm 8,2 a	47,3 \pm 6,8 b	72,4 \pm 14,8 b
<i>Golden Delicious</i>	33,0 \pm 7,0 bc	46,2 \pm 8,3 bc	63,7 \pm 11,4 bc
<i>Red Delicious</i>	37,5 \pm 6,5 b	53,2 \pm 7,5 b	68,8 \pm 9,3 bc
<i>Fuji</i>	22,1 \pm 9,7 c	34,5 \pm 9,8 d	53,4 \pm 15,6 c
<i>Gala</i>	22,4 \pm 6,6 c	39,0 \pm 5,3 cd	65,2 \pm 8,2 bc
<i>Jonagored</i>	60,2 \pm 8,6 a	47,4 \pm 5,2 b	56,1 \pm 8,0 c
<i>Granny Smith</i>	51,9 \pm 10,6 a	75,8 \pm 15,6 a	79,2 \pm 18,3 b
<i>Reineta</i>	52,5 \pm 4,6 a	71,5 \pm 4,3 a	109,4 \pm 10,7 a

Valores representam média \pm desvio padrão; Letras diferentes representam diferenças significativas entre variedades ($p \leq 0,05$)

ANEXO C

Tabela com a medição individual, largura, perímetro do tronco, número de frutos por árvore e kg produção por árvore em M9_alta densidade

Modalidade: **M9_alta densidade**

Data: 15-09-2012

Árvore	Compasso		Altura (m)	Sebe		Perímetro (cm)	nºfrutos/ árvore	Kg/árv	Peso Médio (g)	Carga (nº/cm² AST)	Carga (nº/m³)
	Entrelinha(m)	Linha (m)		Largura (m)	Tronco						
1	3,75	0,90	3,10	1,40	10,00	88,00	13,665	155,28	11,06	22,53	
2	3,75	0,90	2,10	1,20	8,00	97,00	13,245	136,55	19,05	42,77	
3	3,75	0,90	2,20	1,70	8,00	52,00	10,120	194,62	10,21	15,45	
4	3,75	0,90	2,30	2,00	10,00	75,00	12,970	172,93	9,42	18,12	
5	3,75	0,90	2,40	1,90	9,00	66,00	11,960	181,21	10,24	16,08	
6	3,75	0,90	2,20	1,90	10,00	17,00	3,965	233,24	2,14	4,52	
7	3,75	0,90	2,40	1,60	11,00	103,00	16,605	161,21	10,70	29,80	
8	3,75	0,90	2,60	1,60	11,00	92,00	14,000	152,17	9,55	24,57	
9	3,75	0,90	2,70	2,20	10,00	113,00	17,635	156,06	14,20	21,14	
10	3,75	0,90	2,80	1,60	13,00	86,00	13,250	154,07	6,39	21,33	
11	3,75	0,90	2,60	2,20	10,00	84,00	17,415	207,32	10,56	16,32	
12	3,75	0,90	2,60	2,00	10,00	82,00	12,705	154,94	10,30	17,52	
13	3,75	0,90	2,50	1,50	9,00	110,00	16,695	151,77	17,07	32,59	
14	3,75	0,90	2,80	1,80	10,00	79,00	15,765	199,56	9,93	17,42	
15	3,75	0,90	1,40	1,80	9,00	38,00	6,815	179,34	5,90	16,75	
16	3,75	0,90	2,40	1,40	10,00	108,00	18,040	167,04	13,57	35,71	
17	3,75	0,90	2,50	1,90	10,50	72,00	15,555	216,04	8,21	16,84	
18	3,75	0,90	2,40	1,95	9,00	79,00	11,270	142,66	12,26	18,76	
19	3,75	0,90	2,50	1,75	10,00	62,00	8,570	138,23	7,79	15,75	
20	3,75	0,90	2,70	1,60	9,00	82,00	13,800	168,29	12,72	21,09	

Anexo D

Tabela com a medição individual, largura, perímetro do tronco, número de frutos por árvore e Kg produção por árvore em M9_média densidade

Modalidade: M9_média densidade

Data: 15-09-2012

Árvore	Compasso		Sebe		Tronco		caixa			
	Entrelinha (m)	Linha (m)	Altura (m)	Largura (m)	Perímetro (cm)	nºfrutos/árvore	kg/árv	Peso Médio (g)	Carga (nº/cm ² AST)	Carga (nº/m ³)
1	4,30	1,50	2,80	2,30	17,00	71,00	15,713	221,31	3,09	7,35
2	4,30	1,50	3,40	2,70	21,00	102,00	22,505	220,64	2,91	7,41
3	4,30	1,50	3,35	2,80	19,00	79,00	15,495	196,14	2,75	5,61
4	4,30	1,50	3,15	2,15	22,50	104,00	23,820	229,04	2,58	10,24
5	4,30	1,50	2,60	2,10	17,50	30,00	6,985	232,83	1,23	3,66
6	4,30	1,50	2,90	2,60	18,00	71,00	17,220	242,54	2,75	6,28
7	4,30	1,50	2,20	1,45	9,00	11,00	2,740	249,09	1,71	2,30
8	4,30	1,50	3,70	2,10	23,00	201,00	36,915	183,66	4,77	17,25
9	4,30	1,50	2,45	1,80	20,00	85,00	17,920	210,82	2,67	12,85
10	4,30	1,50	3,55	2,40	19,00	72,00	16,390	227,64	2,51	5,63
11	4,30	1,50	2,25	1,60	11,00	13,00	3,830	294,62	1,35	2,41
12	4,30	1,50	3,80	2,60	24,00	126,00	28,780	228,41	2,75	8,50
13	4,30	1,50	2,45	1,40	15,00	33,00	6,305	191,06	1,84	6,41
14	4,30	1,50	2,90	2,25	20,00	109,00	25,570	234,59	3,42	11,14
15	4,30	1,50	2,75	2,50	18,00	36,00	9,320	258,89	1,40	3,49
16	4,30	1,50	3,90	2,40	24,00	126,00	25,810	204,84	2,75	8,97
17	4,30	1,50	2,55	2,30	16,00	14,00	3,700	264,29	0,69	1,59
18	4,30	1,50	2,95	2,10	18,00	78,00	17,040	218,46	3,03	8,39
19	4,30	1,50	3,20	2,25	19,00	48,00	12,095	251,98	1,67	4,44

Anexo E

Tabela com a medição individual, largura, perímetro do tronco, número de frutos por árvore e kg produção por árvore em M106_baixa densidade

Modalidade: M106_baixa
densidade

Data: 15-09-2012

Árvore	Compasso		Sebe		Tronco	caixa		Peso Médio (g)	Carga (nºcm ² _{AST})	Carga (nº/m ³)
	Entrelinha(m)	Linha (m)	Altura (m)	Largura (m)	Perímetro (cm)	nºfrutos/árvore	kg/árv			
1	4,50	2,00	3,40	2,70	35,00	318,00	52,110	163,87	3,26	17,32
2	4,50	2,00	3,30	2,30	34,00	506,00	78,114	154,38	5,50	33,33
3	4,50	2,00	3,40	2,10	37,50	661,00	62,612	94,72	5,91	46,29
4	4,50	2,00	3,00	2,20	33,00	530,00	56,485	106,58	6,12	40,15
5	4,50	2,00	3,35	2,20	34,00	214,00	35,685	166,75	2,33	14,52
6	4,50	2,00	3,30	2,25	31,00	360,00	53,310	148,08	4,71	24,24
7	4,50	2,00	3,55	2,00	33,00	114,00	24,175	212,06	1,32	8,03
8	4,50	2,00	3,80	2,40	41,00	632,00	85,260	134,91	4,72	34,65
9	4,50	2,00	3,55	2,35	34,00	483,00	55,555	115,02	5,25	28,95
10	4,50	2,00	3,10	1,80	31,50	93,00	21,055	226,40	1,18	8,33
11	4,50	2,00	3,60	2,20	32,00	615,00	80,150	130,33	7,55	38,83
12	4,50	2,00	3,45	1,95	32,00	470,00	65,670	139,72	5,77	34,93
13	4,50	2,00	3,75	2,20	32,50	481,00	55,120	114,59	5,72	29,15
14	4,50	2,00	3,45	1,75	32,00	394,00	58,595	148,72	4,84	32,63
15	4,50	2,00	3,25	1,95	32,50	421,00	51,585	122,53	5,01	33,21