

**Universidade Técnica de Lisboa**

**Universidade do Porto**

**Previsão quantitativa de vindimas**

**António José de Oliveira Lopes**

**Orientador:** Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes

**Júri:**

**Presidente:** Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo Silva, Professor associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

**Vogais:** Doutor João Manuel Mota Barroso, Professor Associado da Universidade de Évora;

Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes, Professor associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor Mário Manuel de Miranda Furtado Campos Cunha, Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

**Mestrado em Viticultura e Enologia**

Lisboa

2009



**Universidade Técnica de Lisboa**

**Universidade do Porto**

**Previsão quantitativa de vindimas**

**António José de Oliveira Lopes**

**Orientador:** Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes

**Júri:**

**Presidente:** Doutor Jorge Manuel Rodrigues Ricardo Silva, Professor associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

**Vogais:** Doutor João Manuel Mota Barroso, Professor Associado da Universidade de Évora;

Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes, Professor associado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade Técnica de Lisboa

Doutor Mário Manuel de Miranda Furtado Campos Cunha, Professor Auxiliar da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Mestrado em Viticultura e Enologia

Lisboa

2009

Dissertação apresentada no Instituto Superior de Agronomia  
para obtenção do grau de Mestre



**À Francisca, António e Clara**

## **Agradecimentos**

O presente trabalho só foi possível devido ao valioso contributo de diversas pessoas a quem quero exprimir os meus sinceros agradecimentos.

Ao Prof. Doutor Carlos Manuel Antunes Lopes, orientador científico deste trabalho, pela formação, supervisão e revisão dos dados.

Agradeço à Quinta do Pinto, na pessoa do Eng.º Cardoso Pinto, pela disponibilização do local do ensaio, assim como dos recursos necessários à sua execução.

A toda a equipa do Quinta do Pinto pela forma como colaboraram na execução dos trabalhos.

À Isabel ao Jorge e Sandra pela disponibilidade e sugestões.

À Rita e Jacinta pela ajuda e boa disposição durante a execução deste trabalho.

À minha família pelo permanente apoio e incentivo.

A todos os que contribuíram para a concretização deste trabalho, muito obrigado

## Resumo

A possibilidade de a produção anual ser conhecida antecipadamente reveste-se de particular importância por permitir um planeamento e gestão atempada dos recursos disponíveis, e avaliar se a produção prevista cobre as necessidades sem comprometer a qualidade das uvas.

Com base em registos efectuados, em 2009, na casta Syrah, colhidos em três épocas distintas - estado de cachos separados; pintor e vindima - registaram-se várias componentes do rendimento tendo em vista a selecção das variáveis que estimassem, com o menor erro possível e com a maior antecedência, a produção final e, simultaneamente, reduzissem os trabalhos de contagem de bagos normalmente associados aos métodos de previsão de colheitas.

Este estudo permitiu isolar um grupo de variáveis - medida do comprimento da asa (L2), peso dos bagos e número de bagos - que foram monitorizadas, tendo sido equacionados sucessivamente os mesmos modelos para certificar que o comportamento tinha o mesmo sentido e avaliar se podiam ser utilizadas como estimadores da produção.

Das variáveis estudadas o modelo que inclui o peso dos bagos apresentou a melhor capacidade preditiva e indica que ao pintor se pode estimar, com uma percentagem de erro na ordem dos 2% o valor da colheita.

Palavra-chave: Rendimento, previsão da colheita, peso do bago, *vitis vinifera*

# **Abstract**

## **Vineyard yield predicting**

Foretelling the annual wine yield is crucial as it enables preliminary planning and management of the available resources and to assess whether the expected yield satisfies the needs while ensuring quality.

Based on 2009 records in Syrah variety pertaining to three different stages – single flowers separated, veraison and harvest – elements of productivity were gathered to select variables in order to estimate the final yield as accurately as possible, and to reduce the berry counting task, usually associated with yield estimation methods.

The analysis enabled to identify a more manageable set of variables, which were monitored at each stage of the data gathering. At each stage these models confirmed that the selected variables, i.e. the wing cluster's measured length (L2), the berries' weight per cluster and their number, could be used for early yield estimation.

The good predictive power of the model indicates that, at veraison, one can estimate the yield quantities with a 2% error rate, using the cluster's weight. This procedure avoids counting the berries.

Key words: Production, yield estimation, berry weight, vitis vinifera

# Índice

I.	Introdução .....	6
II.	Revisão Bibliográfica .....	8
	2.1. Ciclo biológico da videira .....	9
	2.2. Componentes do rendimento e época da sua formação .....	10
	2.3. Factores que regulam as componentes do rendimento .....	12
	2.4. Principais métodos de previsão do rendimento .....	13
	2.4.1. Análise polínica da atmosfera .....	13
	2.4.2. Estimativa das componentes do rendimento .....	13
	2.4.3. Detecção remota .....	14
	2.4.4. Sistema de aramagem .....	15
	2.4.5. Análise de imagem .....	15
III.	Material e Métodos .....	16
	3.1. Descrição da parcela experimental .....	16
	3.2. Classificação Climática e Bioclimática .....	17
	3.3. Material Vegetal .....	18
	3.3.1. Syrah .....	18
	3.4. Delineamento Experimental .....	19
	3.5. Operações culturais .....	20
	3.6. Metodologias utilizadas .....	20
	3.6.1. Evolução Fenológica .....	20
	3.6.2. Caracterização agronómica .....	20
	3.6.3. Amostragem de inflorescências .....	21
	3.6.4. Amostragem de cachos .....	22
	3.6.5. Vindima .....	23
IV.	Resultados e Discussão .....	24
	4.1. Caracterização agronómica .....	24
	4.2. Características das inflorescências .....	25
	4.3. Características dos cachos .....	26
	4.3.1. Registos ao pintor .....	26
	4.3.2. Registos à vindima .....	29
	4.4. Relações entre variáveis .....	32
	4.4.1. Inflorescências .....	32
	4.4.2. Cachos .....	33
	4.4.3. Vindima .....	37
	4.5. Modelos Eleitos .....	40
	4.5.1. Inflorescências .....	41
	4.5.2. Pintor .....	41
	4.5.3. Vindima .....	44
V.	Conclusões .....	45
VI.	Bibliografia .....	47
VII.	Anexos .....	53
	Anexo I .....	54
	Anexo II .....	55

## Índice de figuras

Figura 1 – Fotografia aérea da parcela de ensaio, Quinta do Pinto, Merceana, 2009. (Fonte: Google Earth).....	16
Figura 2 – Bioclima da “Quinta do Pinto” - Termomediterrânico Superior Subhúmido Inferior. Adaptado de Mesquita & Sousa (2009).....	17
Figura 3 – Representação esquemática de uma inflorescência e das medidas observadas nas inflorescências Casteran <i>e al.</i> (1981). ....	22
Figura 4 – Histograma de frequência do peso dos cachos colhidos ao pintor.....	26
Figura 5 – Histograma de frequência da distribuição por ordem dos cachos colhidos ao pintor.....	27
Figura 6 – Histograma de frequências do peso dos cachos colhidos à vindima.....	29
Figura 7 – Histograma de frequência da distribuição por ordem dos cachos colhidos na vindima. ....	30
Figura 8 – Modelo de regressão usado para estimar o número de botões florais a partir do comprimento da asa da inflorescência ( L2 )......	33
Figura 9 – Relação registada ao pintor entre o comprimento da asa (L2) e o peso do cacho observado. ....	35
Figura 10 – Relação registada ao pintor entre o peso dos bagos e o peso do cacho observado.....	36
Figura 11 – Relação registada ao pintor entre o número de bagos por cacho e o peso do cacho observado.....	37
Figura 12 – Relação registada na vindima entre o comprimento da asa (L2) e o peso do cacho observado. ....	38
Figura 13 – Relação registada à vindima entre o peso dos bagos e o peso do cacho observado.....	39
Figure 14 – Relação registada na vindima entre o número de bagos e o peso do cacho observado .....	40
Figura 15 – Relação entre os valores observados e estimados para o peso total....	43

## Índice de quadros

Quadro 1 – Ciclo reprodutivo da videira no hemisfério Norte .....	10
Quadro 2 – Componentes do rendimento e época da sua determinação. ....	11
Quadro 3 – Média e erro padrão das variáveis observadas nas videiras seleccionadas para o ensaio. ....	24
Quadro 4 – Efeito da ordem de inserção da inflorescência no número de ramos, número de botões florais e nas dimensões do ráquis. ....	25
Quadro 5 – Influência da ordem do sarmento e do cacho nas variáveis medidas nos cachos ao pintor. ....	28
Quadro 6 – Influência da ordem do sarmento e do cacho nas variáveis medidas nos cachos à vindima. ....	31
Quadro 7 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as várias variáveis medidas nas inflorescências ( $p < 0.05$ ). ....	32
Quadro 8 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as várias variáveis medidas na amostra de cachos colhidos ao pintor ( $p < 0.05$ ). ....	34
Quadro 9 – Coeficiente de correlação de Pearson (r) entre as várias variáveis medidas na amostra de cachos colhidos na vindima ( $p < 0.05$ ). ....	38
Quadro 10 – Previsão de colheita a partir da variável comprimento do primeiro ramo – L2 (cm) .....	41
Quadro 11 – Previsão de colheita a partir da variável peso dos bagos .....	42
Quadro 12 – Previsão de colheita a partir da variável número de bagos por cacho ao pintor .....	42
Quadro 13 – Sumário da regressão múltipla passo-a-passo para cálculo do peso do cachos, a partir de variáveis independentes N.º Bagos, L, N.º Ramos, L0 e L1. ....	43
Quadro 14 – Análise de variância do modelo de regressão múltipla passo-a-passo para cálculo do peso do cachos, a partir de variáveis independentes N.º Bagos, L, N.º Ramos, L0 e L1. ....	44

## I. Introdução

O controlo do rendimento, inicialmente legislado para limitar o volume de vinho no mercado, tornou-se, progressivamente, numa ferramenta indispensável para a qualidade do produto acabado. Contudo, conhecer os rendimentos vitícolas antes das vindimas continua a ser um processo trabalhoso. Os métodos actualmente propostos para uma estimativa à parcela – essencialmente baseados em contagens e/ou pesagens de inflorescências, de cachos por cepa ou de bagos por cacho – acarretam uma execução pesada, tendo em conta a qualidade da informação fornecida (Serrano *et al.*, 2008)

A produção vitícola sempre se caracterizou pela irregularidade da quantidade da vindima registada de ano para ano. Um dos desafios passa por fornecer à fileira um método prático, fiável e rápido que permita levar a cabo prognósticos precoces.

A história da viticultura nacional, à semelhança do que se verifica na maior parte dos países vitícolas europeus, também é afectada pela irregularidade da quantidade da vindima, que se reflecte em oscilações anuais nos mercados. Assim, com frequência se verificaram períodos de expansão algo descontrolada, originando subida dos preços e arrastando atrás de si os volumes de produção, após o que o mercado tem levado a correcções que, não raro, têm gerado crises, levando os viticultores a situações muito difíceis.

É neste contexto que a previsão quantitativa de vindima é um instrumento de grande importância para qualquer região vitícola, por permitir conhecer com antecipação o volume da produção. Esta informação reveste-se de particular importância quando se trata de uma exploração vitícola, que tendo acesso a um método prático, rápido e fiável, que lhe permita levar a cabo prognósticos precoces de rendimento ao nível da parcela de vinha, disponibiliza elementos de ajuda à decisão que podem determinar a realização de intervenções na cultura para que produção mantenha a qualidade definida ou que preencha as necessidades da exploração.

Ao longo dos anos vários têm sido os autores e os métodos para prognosticar o volume da vindima quer à escala da região vitivinícola, quer à escala da parcela de

vinha. As primeiras tentativas de estimativa dos rendimentos para áreas geográficas amplas são realizadas em 1955 por Wurgler, Leyvraz e Bolay, passando pelo método proposto por Schneider (1995) até à análise do polén pelo método aeropolínico desenvolvido por Cunha *et al.* (1999), para determinação da previsão da colheita na região do Douro e posteriormente alargado a outras regiões vitícolas de Portugal. A uma escala mais reduzida – parcela de vinha - os estudos centram-se essencialmente em contagens de inflorescências, de cachos por cepa ou de bagos por cacho (Murisier, 1986). Huglin e Schneider (1998) indicam que o peso médio dos cachos é o principal factor de variações do volume da colheita.

Alguns métodos propostos permitem obter estimativas satisfatórias mas têm sido pouco desenvolvidos, uma vez que requerem, ou a aquisição de dados históricos relativos a um longo período (Schneider, 1997), ou a demorada contagem das variáveis número de bagos por cacho, número de bagos por ramo e peso dos bagos tendo em conta a qualidade da informação fornecida (Booyesen e Martin, 1985).

Com este estudo pretende-se contribuir para o esclarecimento e análise das relações existentes entre algumas das componentes do rendimento e a produção obtida, extraindo a correlação mais favorável dos dados recolhidos que permita apetrechar a exploração com uma ferramenta prática e de fácil utilização que lhe dê, com a maior antecedência e fiabilidade a produção esperada em cada campanha.

## II. Revisão Bibliográfica

A maioria dos técnicos de viticultura bem como a generalidade dos viticultores estimam anualmente as suas produções por observação da vinha em diferentes fases do seu ciclo vegetativo (Clingeffer *et al.* 2001).

A vindima é constituída pelos elementos da cepa que compõem a colheita, nomeadamente o número de cachos, o número médio de bagos por cacho, o peso médio dos bagos e peso do ráquis. Assim, o número de cachos por cepa depende directamente dos gomos deixados à poda e da sua fertilidade, que é em geral inferior ao seu número, dado a planta estar sujeita a todo o tipo de acidentes climáticos, acção de parasitas e doenças criptogâmicas (Huglin, Schneider, 1998). Os mesmos autores referem ainda que o número de olhos deixados à poda, não é, obrigatoriamente, igual ao número de sarmentos desenvolvidos, tendo a carga da cepa importância na produção. Para Schneider (1995) a flutuação do rendimento é explicada quase exclusivamente pelas características do cacho e massa dos bagos, sendo indispensável esta última para a construção de modelos de previsão.

A relação entre o rendimento e a qualidade das uvas depende de vários factores, muitos deles locais. Jackson e Lombard (1993) consideram que cada região deve investigar, para casta e sistema de condução, o nível de produção com que é possível obter vinhos de qualidade e uma colheita rentável.

Uma produção elevada traduz-se em vinhos de menor qualidade tal como é referido por Champagnol (1984), pelo que o rendimento tem influência directa na qualidade. Leguay (1983) afirma que na Borgonha há anos em que, tanto o rendimento como a qualidade, são elevados, existindo outros em que ambos são baixos, pelo que alguns autores consideram que a relação entre rendimento e qualidade ainda não está cientificamente comprovada.

Segundo Hellman e Casteel (2004) a previsão quantitativa de vindimas depende de três factores, o número de videiras, o número de cachos por videira e peso dos cachos, pelo que os métodos para previsão de colheitas utilizam estes componentes da produção em diferentes momentos do ciclo da cultura.

Pofique e Ansel (1982) constataram que após o vingamento a produção está fixada, variando no caso de ocorrerem acidentes climáticos excepcionais. Para May

(2004) o vingamento tem uma acção preponderante na produção por ser a altura em que as flores passam a jovem fruto. Assim, para se determinar com precisão a percentagem de vingamento deve ser conhecido o nº de flores e o número de bagos, no entanto, para a produção, é o número de bagos que é importante (May, 2004 e Dunn, 2003).

As condições climatéricas que se fazem sentir durante o período de vingamento também são determinantes para a produção anual, não tendo sido possível até ao momento diminuir o seu impacto com práticas culturais, no entanto despontas durante a floração favorecem o vingamento, mas o sucesso desta medida em más condições climatéricas ainda tem que ser testado, além de que esta solução tem custos pelo que a sua utilização deverá estar confinada a situações onde o sucesso do vingamento esteja directamente em causa, devendo as condições climatéricas ser conhecidas com antecedência para se poder intervir na cultura (May, 2004).

Segundo Dunn (2003), a previsão da produção em parcelas de vinha pode melhorar se se conseguir prever o peso médio final do cacho o qual continua a ser a principal fonte de erro por se verificarem variações de ano para ano. Para este autor a previsão antecipada do peso médio do cacho em cada campanha pode ser realizada através das boas correlações existentes entre o tamanho dos primeiros ramos principais das inflorescências e o número de botões florais, processo não destrutivo de estimativa que pode ser adoptado em métodos de análise espacial do cacho.

Para Serrano *et al.* (2008) é difícil obter, para a maioria dos casos, precisões inferiores a 10%, na estimativa do rendimento. Este autor indica que uma amostragem significativa deve ser composta pelo menos por 40 videiras seleccionadas aleatoriamente, para se aumentar a precisão dos dados recolhidos.

## **2.1. Ciclo biológico da videira**

Atendendo a que a videira é uma planta vivaz, e que o seu ciclo biológico é composto por dois ciclos distintos, o vegetativo e o reprodutor (Queiroz, 2008), ao longo do ciclo biológico vão ocorrendo transformações morfológicas e funcionais, que correspondem a diversas fases e fenómenos englobados no ciclo vegetativo anual. O ciclo reprodutivo (Quadro 1) decorre ao longo de dois anos consecutivos inicia-se com a indução e diferenciação dos primórdios das inflorescências no

interior dos gomos latentes, até à maturação da grainha na maturação fisiológica do ano seguinte (Magalhães, 2008).

Quadro 1 – Ciclo reprodutivo da videira no hemisfério Norte

<b>Ciclo Reprodutivo</b>		
<b>Ano 1</b>	Março	Indução Floral
	Outubro	Final da dif. floral
<b>Ano 2</b>	Março	Formação das inflorescências
	Maio	Floração vingamento
	Julho/Agosto	Início da maturação
	Setembro	Maturação da grainha

Adaptado de Magalhães (2008)

## 2.2. Componentes do rendimento e época da sua formação

A videira no seu estado selvagem não é podada ocorrendo uma autorregulação que determina o balanço entre o desenvolvimento vegetativo e a produção. Este equilíbrio natural é afectado com a exploração económica da cultura da vinha cujo objectivo é aumentar a produção, efeito que não é linear por ser determinado por todos os componentes do rendimento (Quadro 2) e por a alteração de um provocar efeitos de compensação nos outros (Coombe e Dry, 1992).

Assim, os componentes do rendimento (Quadro 2) influenciam directamente a produção final e as variáveis incluem: número de videiras plantadas; número de olhos por videira, que varia consoante o tipo de poda aplicada; número de sarmentos por olho deixado à poda, que se manifesta com o abrolhamento; número de inflorescências por sarmento, que depende da diferenciação floral ocorrida no ano anterior; número de flores por inflorescência, determinada antes do abrolhamento e dependente das condições climatéricas que se fazem sentir, nomeadamente a temperatura que se mais elevada induz um menor número de

botões florais por inflorescência; número de bagos por cachos, que depende do vingamento e resulta da regular polinização e germinação do grão de pólen para fecundação do óvulo, até ao seu desenvolvimento em grainhas e formação do bago a partir do ovário; peso por bago, que obtém a sua expressão desde o vingamento até à vindima.

Quadro 2 – Componentes do rendimento e época da sua determinação.

<b>Componentes do rendimento</b>	<b>Época de determinação</b>
nº videiras/ha	Plantação
nº olhos/videira	Poda
nº sarmentos/olho à poda	Abrolhamento
nº inflorescências/sarmento	Primavera ano anterior (dif. Floral)
nº flores/inflorescência	Antes do abrolhamento
nº bagos/cacho	Vingamento
peso/bago	Período vingamento-vindima

Fonte: Lopes (2009)

Identificados os componentes do rendimento podemos proceder ao cálculo da produção através de uma fórmula matemática que as inclua:

**Produção total (ton/ha)** = N.º de videiras x N.º de Olhos x N.º sarmentos/olho x Fertilidade x Peso por cacho (g) x 10<sup>-6</sup>

O peso do cacho pode ainda ser calculado por:

**Peso/cacho (g)** = N.º de flores/ inflorescência x n.º de bagos / n.º de flores x peso / bago (g) + peso do engaço

Segundo Magalhães (2008) estes componentes do rendimento funcionam entre si de forma compensatória, não constituindo factores independentes na sua contribuição para a produção. Quer isto dizer que, quando se aumenta a carga à poda, o rendimento não cresce proporcionalmente, já que nem todos os gomos irão abrolhar e o peso do cacho e bago podem ser menores. Este efeito foi claramente

demonstrado para a poda por Freeman *et al.* (1979), através de um ensaio sobre Syrah, durante 5 anos, onde foram deixados 20, 40, 80 e 160 gomos, tendo-se verificado que a partir dos 80 gomos o aumento de produção era atenuado, o que indica que a partir de determinado valor a videira deixa de ter capacidade para mais aumentos da produção.

### **2.3. Factores que regulam as componentes do rendimento.**

As condições climáticas e a sequência de vários acontecimentos fisiológicos influenciam os vários componentes do rendimento de formas diferentes, assim a densidade de plantação e o sistema de condução estão associados às dimensões da sebe/ha. O sistema de poda escolhido também constitui uma operação fundamental com a qual se consegue regular a cultura, que, facilitando os trabalhos na vinha, tem por objectivo regular o crescimento vegetativo e reprodutivo de acordo com um dado potencial de crescimento genético e ambiental, de forma a assegurar, por um lado, uma produção suficiente de uvas de qualidade e, por outro, a perenidade da planta (Champagnol, 1984). Dunn (2003) verificou na casta Cabernet Sauvignon que o efeito de uma poda mais severa resulta em mais flores por inflorescência.

Outros componentes são a fertilidade verificada no ano, e que se forma no ano anterior, o número de flores por inflorescência, que é determinado antes e durante o abrolhamento (Srinivasan, C. e Mullins, M., 1981), a taxa de vingamento que se verifica no ano em curso e que depende das condições climáticas e endógenas, sendo mais elevada se houver menos cachos por videira e o crescimento dos bagos que também depende das condições climáticas, práticas culturais, características genéticas, sanidade e disponibilidades hídricas do ano.

O número de flores por inflorescência depende do comprimento desta, do meio ecológico e da casta, podendo variar desde uma centena a alguns milhares. Após a floração, a inflorescência passa a designar-se cacho. O cacho é formado pelo eixo principal, ráquis, e ramificações secundárias que formam o ráquis e terminam nos bagos. Dependendo das castas e das condições ecológicas, o número de bagos é bastante menor que o número de flores (Monteiro e Lopes, 2005). Duchêne *et al.* (2001), encontrou uma relação entre os lançamentos com duas inflorescências, e o

número de flores das inflorescências de ordem um que é sempre maior quando no mesmo lançamento está presente a inflorescência de ordem dois.

## **2.4. Principais métodos de previsão do rendimento**

Ao longo dos anos vários métodos têm sido desenvolvidos para estimar, com a máxima fiabilidade e antecedência possível, a produção anual da vinha. Os métodos variam desde a análise polínica da atmosfera, até aos que se baseiam em tecnologia mais recente, com recurso à detecção remota ou à análise de imagem.

### **2.4.1. Análise polínica da atmosfera**

Com este método pretende-se prever a colheita a partir da análise do polén existente no ar no período da floração, tendo os primeiros estudos sido realizados por Cour e Van Campo em 1980 na região de Bourdés e Campanhe, tendo sido desenvolvido, em Portugal, por Cunha *et al.* (1999) através de um modelo baseado na concentração polínica para determinar a previsão de colheita, em que são instaladas estações em locais estratégicos que capturam o polén, registam a velocidade e direcção do vento, durante o período de floração, para recolher o nº de grãos de polén/m<sup>3</sup> de ar, que é utilizado na previsão da colheita. Este modelo conseguiu explicar 93% da variação da produção, através da análise estatística realizada.

Este modelo fornece resultados ao nível da região vitícola, não permitindo a separação dos dados por sub-região ou casta, a não ser que sejam em número reduzido ou com épocas de floração distintas, podendo a previsão ter uma precocidade de quatro meses sobre a data da colheita, facto que excluí do modelo a ocorrência de todo o tipo de acidentes que a cultura possa sofrer entre a floração e a vindima (Cunha *et al.*, 2000).

### **2.4.2. Estimativa das componentes do rendimento**

Vários autores foram desenvolvendo métodos de previsão do rendimento a partir de componentes biológicos do rendimento, número de sarmentos, número de cachos, número de bagos e peso dos bagos (Wurgler *et al.*, 1955, Boysen *et al.*,

1978, May, 1961, Casteran *et al.*, 1981, Pofique e Ancel, 1982, Schneider, 1995, May, 2000, Clingeleffer *et al.* 2001, Dun, 2003)

Estes métodos utilizam vários processos de recolha de dados que envolve trabalho demorado e com inúmeros registos de informação das várias medidas dos cachos e número de bagos que pode ser realizado antes ou depois do abrolhamento já que se pensava que havia uma forte correlação entre as inflorescências e a produção. Wurgler *et al.* (1955), através de forçagem do abrolhamento dos gomos dormentes em estufa determinou o número de cachos, o que dava um valor aproximado da próxima colheita, contudo a forçagem não prevê a acção dos acidentes climatéricos e de doenças que podem ocorrer durante o ciclo cultural e que têm efeitos na diminuição da produção.

Outra possibilidade de estimar em antecedência a produção é pelo corte anatómico dos gomos para determinação do número de inflorescências por gomo através da observação microscópica o que permite determinar a fertilidade potencial e controlar o rendimento através da poda (Toda, 1991). Este método requer um bom conhecimento da anatomia do gomo para identificação das várias estruturas presentes no gomo.

Já Casteran *et al.* (1981), avaliou a fertilidade através da contagem do número de botões florais por inflorescência a partir de correlações entre o número de flores e várias medidas da inflorescência, verificando que a fertilidade é menor nos sarmentos ladrões.

Dunn (2003) desenvolveu um método aplicado às inflorescências antes de ocorrer a floração e encontrou boas correlações entre o tamanho das inserções das ramificações primárias do ráquis e o número de flores por inflorescência/cacho, que explica uma variação de 55 a 75% no número de uvas à vindima, permanecendo esta relação de época para época, no entanto deve ser atendido o facto de quando as condições climatéricas são adversas para o vingamento essas correlações não corresponderem ao observado, sendo a melhor altura para a recolha de amostras seis a oito semanas após o abrolhamento.

### **2.4.3. Detecção remota**

Actualmente com a teledetecção a viticultura de precisão pode com recurso a fotografia aérea ou de satélite identificar áreas com diferentes níveis de vigor numa

parcela de vinha, mas sabe-se que pode não haver correlação entre vigor da vegetação e produção, pelo que ainda não existe um processo fiável para determinar a produção mas para identificar problemas que podem diminuir ou ter influencia na qualidade da vindima ( Clingeleffer *et al.*, 2001)

#### **2.4.4. Sistema de aramação**

A partir do sistema de aramação da vinha, Tarara e Blom (2009) instalaram um dispositivo que permite medir continuamente a tensão dos arames e que correlacionam com a produção, esta abordagem permite estimar o crescimento vegetativo e o rendimento nas videiras a partir dos arames do sistema de suporte da vinha, que dá continuamente informação sobre a evolução da tensão pelo que os produtores teriam acesso aos dados de todos os dias durante o período de amadurecimento, portanto, qualquer mudança no padrão de crescimento esperado das uvas surge no gráfico de tensão permitindo analisar a evolução das uvas durante o período de maturação.

#### **2.4.5. Análise de imagem**

O dispositivo que substitui os métodos destrutivos tradicionais, Serrano *et al.* (2008), efectuou uma série de testes (repetibilidade, reprodutibilidade) para desenvolver um captador óptico - denominado por REV -. Os trabalhos foram realizados sobre uma amostra de mais de 20 mil dados, referentes a 19 castas do tipo *Vitis vinifera* durante quatro anos de colheita (2001-2004) em três estados fenológicos (alimpa, fecho do cacho e início do pintor). Os dados foram em seguida tratados estatisticamente, tendo sido alcançados erros médios de estimativa do peso do cacho inferiores a 10%.

### III. Material e Métodos

#### 3.1. Descrição da parcela experimental

O ensaio decorreu na Quinta do Pinto, Merceana, que está incluída na Denominação de Origem "Alenquer", a qual pertence à região com Indicação Geográfica Lisboa.

O material vegetativo da casta 'Syrah', é constituído pelo clone 383, enxertado em SO<sub>4</sub>. A vinha foi plantada em 2004, num terreno medianamente inclinado exposto a Sul/Poente. A orientação das linhas é Norte-Sul (Fig. 1).



Figura 1 – Fotografia aérea da parcela de ensaio, Quinta do Pinto, Merceana, 2009. (Fonte: Google Earth)

A vinha foi instalada com um compasso de 2,5x1,0 m, o que perfaz um total de 4000 videiras/ha. O sistema de condução adoptado é monopiano vertical ascendente e cordão Royat unilateral, estabelecido a 60 cm do solo, e dois pares de arames móveis, podado em 5 a 6 talões com dois olhos cada, de que resulta uma carga média de 11 olhos por videira para um total de 44 000 olhos por hectare.

### 3.2. Classificação Climática e Bioclimática

Segundo a classificação de Thornthwaite o clima da região onde se encontra plantada a vinha é sub-húmido mesotérmico, com um stress hídrico moderado no Verão e com pequena concentração da eficiência térmica na estação quente ( $C_1B_4's_2a'$ ), já na classificação de Köppen, o clima da região onde está instalada a vinha, é temperado, com verão seco e muito quente (Csa).

Quanto ao bioclima do local do estudo é classificado em Termomediterrânico Superior Subhúmido Inferior. Está, no entanto, rodeado, como se pode ver pela figura 2, a Norte, Sul e Este pelo bioclima Mesomediterrânico Inferior Subhúmido Inferior, ou seja, em relação aos Ombrotipo, está rodeado por índices iguais, em relação aos Termotipo ele está rodeado de valores mais baixos de  $I_{tc}$  e  $T_p$ , estando o seu cálculo associado às formulas e parâmetros do anexo II.

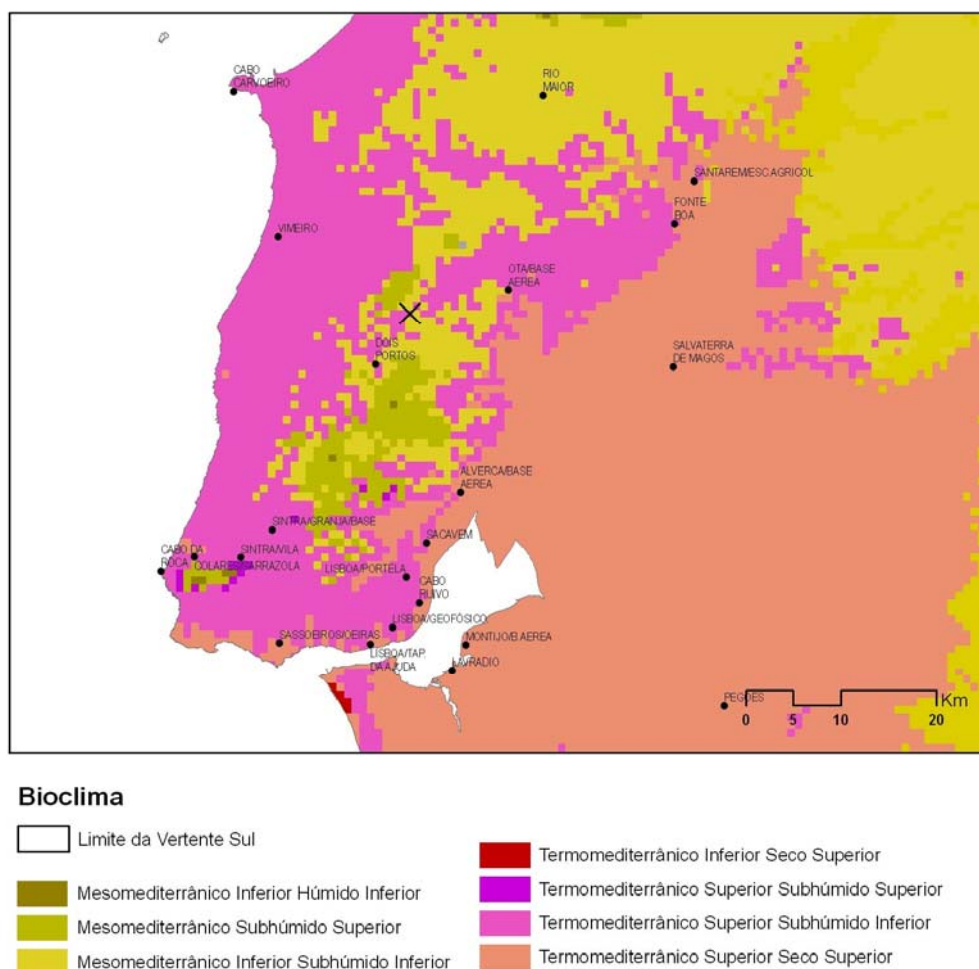


Figura 2 – Bioclima da “Quinta do Pinto” - Termomediterrânico Superior Subhúmido Inferior. Adaptado de Mesquita & Sousa (2009).

### 3.3. Material Vegetal

#### 3.3.1. Syrah

A casta 'Syrah' é originária de França, da região de Côtes du Rhône. É uma variedade tinta cada vez mais importante nos encepamentos em Portugal. Testes de DNA comprovam que a casta foi obtida através do cruzamento entre duas castas francesas 'Dureza' e 'Mondeuse Blanche'. (Christensen *et al.*, 2003).

É uma casta classificada como recomendada no Vale do Ródano, Languedoc, Provence e sudoeste de França e usada para a produção de vinhos com denominação AOC, como os de Hermitage, Côtes-du-Rhône e Côteaux du Languedoc. A segunda maior área de plantação encontra-se na Austrália, liderando as castas tintas. Plantações significativas podem ser encontradas também na África do Sul e na América do Sul (Christensen *et al.*, 2003).

Trata-se de uma casta produtiva e resistente a doenças (Robinson, 2001), apresentando alguma sensibilidade a ácaros e prodridão-cinzenta, principalmente nas fases finais da maturação (INRA, 2007). Reynier (1986) descreve-a como de abrolhamento tardio e maturação média ou de segunda época. O período entre o pintor e a maturação é relativamente curto, facto que compensa do abrolhamento tardio (INRA, 2007).

Do ponto de vista ampelográfico, Ambrosini *et al.* (1997) descreve esta casta da seguinte maneira: gomos fortemente cobertos por pêlos brancos, assim como a página inferior das jovens folhas, que são ligeiramente rosadas; folhas adultas de tamanho médio, orbiculares, seladas, com cinco lóbulos; cachos de tamanho médio, compactos, cilíndricos, com bagos pequenos alongados, de cor negro-azulados, com bastante pruina; película fina mas resistente; polpa mole, sumarenta e de gosto agradável (pp.142-143).

A Syrah é muito sensível à clorose férrica, estando mal adaptada a solos com teores elevados de calcário activo. Não deve ser combinada com o porta-enxerto 110 R, devido a problemas graves de incompatibilidade (Christensen *et al.*, 2003).

A casta 'Syrah' permite obter vinhos tintos de bons teores alcoólicos, aptos ao envelhecimento e de grande qualidade. São geralmente de cor intensa, muito aromáticos, finos e complexos (violeta, azeitona, couro, animal), tânicos, encorpados e pouco ácidos. A casta permite a elaboração de roses muito frutados e interessantes (Christensen *et al.*, 2003).

O porta-enxerto SO4, obtido por Rodrian através do cruzamento de *V.berlandieri* com *V.riparia*, é vigoroso. Confere aos enxertos um desenvolvimento inicial rápido e um grande vigor, favorecendo a frutificação e antecipando a maturação das uvas.

É considerado bom produtor de madeira nas vinhas mãe, tem uma boa resposta ao enraizamento e à enxertia em local definitivo. O resultado à enxertia de mão é satisfatório. Apresenta boa resistência ao calcário activo (17-18%) e boa adaptação a solos ácidos. É sensível à secura, sendo bastante tolerante à humidade. Apresenta resistência aos nemátodos do género *Meloidogynae*, mas resposta nula à salinidade.

As características ampelográficas do porta-enxerto SO4 são apresentadas no Anexo I.

### **3.4. Delineamento Experimental**

A colheita de inflorescências e/ou cachos foi efectuada de forma casualizada numa amostra de videiras de vigor médio, localizadas em duas parcelas de vinha adulta da casta Syrah.

Fez-se uma primeira amostragem de 52 inflorescências (26 de cada ordem, 1 e 2), antes da floração, em várias videiras de vigor médio para caracterização das inflorescências de primeira e segunda ordem. Posteriormente, ao pintor foram marcadas 16 videiras de vigor médio ao longo de duas linhas (8 videiras/linha) onde se procedeu à amostragem de cachos ao pintor e na vindima.

A amostragem realizada consistiu na colheita ao pintor e à vindima de todos os cachos oriundos dos dois sarmentos de um talão. Este tão foi escolhido ao acaso dentro do grupo de talões que apresentavam dois sarmentos com dois cachos cada. Os cachos foram separados por ordem do olho de origem do sarmento (1ª e 2ª) e por ordem do cacho em cada sarmento (basal e superior). Em cada data de colheita, a análise de variância dos resultados foi efectuada considerando um delineamento factorial do tipo split-plot em que a ordem do olho é o tratamento principal e a ordem cacho o sub-tratamento (Gomez e Gomez, 1984).

### **3.5. Operações culturais**

As operações culturais (mobilizações de solo, tratamentos fitossanitários, operações em verde) foram as que anualmente são programadas na exploração e foram realizadas de igual forma em todo o ensaio, pelo que não foram um factor de variação no nosso estudo.

### **3.6. Metodologias utilizadas**

#### **3.6.1. Evolução Fenológica**

Estes registos tiveram início no abrolhamento e consistiram na observação visual das videiras do ensaio, sendo registados os principais estados fenológicos com recurso à escala de Baggiolini.

#### **3.6.2. Caracterização agronómica**

Em cada videira, foi registada a toda informação considerada importante para o objectivo do trabalho constituindo-se uma base de dados desde a fertilidade até ao peso da lenha de poda. O trabalho iniciou-se pelo registo da carga deixada após a poda da vinha, tendo-se contabilizado o número de talões e de olhos deixados à poda, o número de olhos abrolhados e os parâmetros - número de ordem da unidade de frutificação na estrutura permanente da videira; número de ordem do olho abrolhado; o nº de inflorescências por lançamento.

Ao pintor e à vindima, realizaram-se amostragens de cachos, sendo sempre seleccionado um talão por videira do ensaio que apresentasse dois sarmentos, com dois cachos cada um, respectivamente, um basal e outro superior, que eram colhidos e sujeitos a análise em laboratório para registo do peso numero de bagos e medidas várias dimensões do ráquis.

Na vindima, em cada videira seleccionada realizou-se a colheita de todos os cachos com registo da produção total em kg e do número de cachos colhidos.

Finalmente, com a execução da poda realizou-se a pesagem da lenha de poda para cada videira do ensaio, sendo registado o número de sarmentos por videira. O

peso de lenha de poda foi determinado depois de separada a lenha do ano, sendo pesado no local com utilização de uma balança do tipo dinamómetro.

### **3.6.3. Amostragem de inflorescências**

Cerca de duas semanas antes da floração, colheram-se de forma casualizada em videiras de vigor médio, nas mesmas linhas do ensaio mas em videiras não eleitas para efeitos da determinação da produção, 26 inflorescências de primeira ordem e a outras tantas de segunda ordem. As inflorescências foram colocadas em sacos plásticos e imediatamente transportadas para o laboratório.

Em laboratório procedeu-se à contagem de todos os botões florais de cada inflorescência. Antes da contagem foram medidas várias distâncias no ráquis:

- L** - comprimento total do ráquis;
- L0** - distância entre a inserção da primeira ramificação principal/asa e a extremidade do ráquis;
- L1** - distância entre a inserção da segunda ramificação primária e a extremidade do ráquis;
- L2** - no primeiro ramo/asa distância entre a inserção da primeira ramificação secundária e a extremidade.

Conforme a metodologia proposta por Casteran *et al.* (1981) (fig. 3).

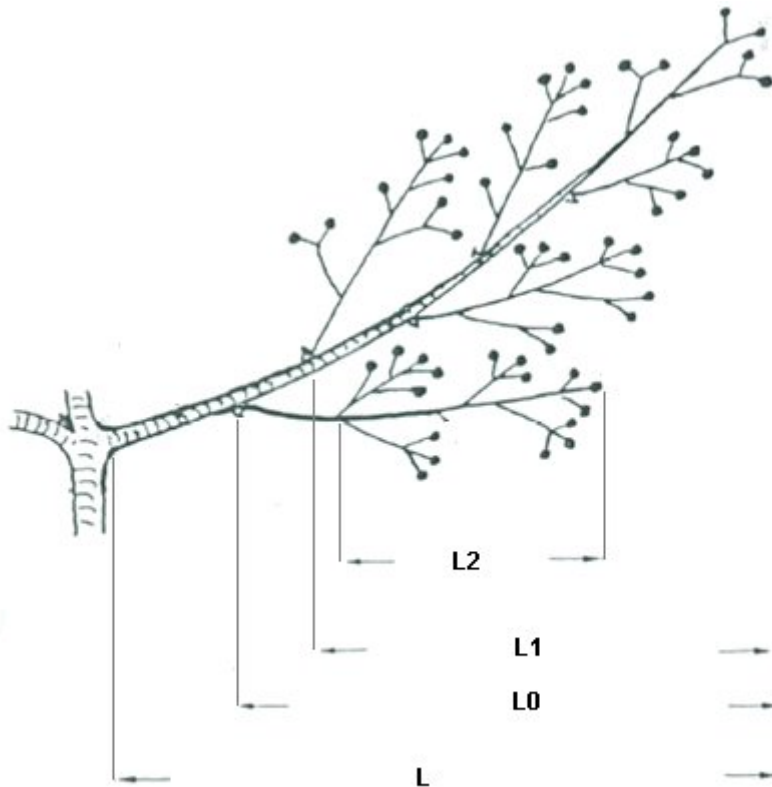


Figura 3 – Representação esquemática de uma inflorescência e das medidas observadas nas inflorescências Casteran *et al.* (1981).

#### 3.6.4. Amostragem de cachos

A amostragem de cachos foi feita em duas épocas distintas ao pintor e à vindima, tendo a análise, efectuada em laboratório, sido igual nas duas amostras. A colheita da amostra foi realizada em talões de videiras seleccionadas que apresentavam dois sarmentos cada um com dois cachos representativos, sendo escolhida de preferência uma unidade do terço médio do cordão, tendo a colheita dos cachos sido sempre feita por ordem do sarmento e ordem do cacho no sarmento.

Em laboratório, foram feitos vários registo para cada cacho Registou-se em primeiro lugar o peso fresco total, em balança de precisão, em seguida mediram-se os vários comprimentos do ráquis de acordo com a metodologia proposta por Casteran *e al.* (1981), num total de quatro medidas, nomeadamente, L – tamanho total do cacho que representa a extensão do comprimento total do ráquis, desde o início até ao último bago; L0 – tamanho da dimensão, medida desde a intersecção do primeiro ramo até ao último bago do cacho; L1 – tamanho da dimensão, medida

desde a intercessão do segundo ramo até ao último bago do cacho; L2 – distância desde a primeira inserção com bagos até ao último bago deste ramo, medida no primeiro ramo que podia ser simultaneamente a asa. Terminadas as medições procedeu-se à contagem e pesagem dos bagos e determinou-se o seu volume.

#### **3.6.5. Vindima**

A vindima foi realizada em simultâneo em todas as videiras do ensaio e na mesma altura em que o viticultor colheu a parcela onde estava instalado o ensaio, sendo o estado sanitário das uvas muito bom com um valor de álcool provável de 13°. A vindima das videiras seleccionadas para o ensaio foi feita no local e registada a produção por videira, com o recurso a uma balança do tipo dinamómetro, sendo também anotado o número de cachos correspondente.

## IV. Resultados e Discussão

### 4.1. Caracterização agronómica

A partir da evolução do comportamento dos componentes do rendimento e de outras variáveis registadas nas videiras seleccionadas durante o ciclo cultural construiu-se uma base de dados, cujas médias são apresentadas no Quadro 3. A carga deixada à poda por videira foi de 12 olhos e a percentagem de abrolhamento de 94 %. Salienta-se que cada olho abrolhado deu origem a um sarmento com uma fertilidade média de 1,7 inflorescências e que a percentagem média de vingamento foi de 50 %, de que resultou um cacho com um peso médio de 193 g, com 168 bagos.

Quadro 3 – Média e erro padrão das variáveis observadas nas videiras seleccionadas para o ensaio.

Variável	Média	Erro Padrão
Carga à poda	12	1,2
Número de talões/videira	6	0,5
Fertilidade (nº inflorescências/olho abrolhado)	1,7	0,1
% abrolhamento	94,3	1,5
N.º sarmentos /olho	1	0,0
N.º botões florais/Inflorescência 1ª ordem	375	32
N.º botões florais/Inflorescência.2ª ordem	280	17
N.º bagos/ cacho	168	11,8
% Vingamento (estimada)	51,5	6,0
Peso do Cacho à vindima (g)	192,6	7,9
Peso do Ráquis (g)	12,8	1,2
Peso do bago à vindima (g/bago)	1,3	0,02
N.º cachos / videira	19,8	1,2
Peso lenha poda (g/videira)	1,4	0,1
N.º sarmentos /videira	11,8	0,5
% Sarmentos normais	86,4	3,2
Peso/ sarmento (g)	116,4	7,4
Produção (Kg/videira)	4,10	0,2
Índice de Ravaz	3,1	0,2

## 4.2. Características das inflorescências

Os valores médios obtidos para os botões florais por tipo de inflorescência estão representados no Quadro 2. A análise de variância relativa ao efeito da ordem de inserção da inflorescência indica que apenas o número de botões florais e a medida da asa/primeiro ramo apresentaram diferenças significativas. Estas diferenças indicam que as inflorescências de primeira ordem têm um número de botões florais significativamente superior às de segunda ordem e que o tamanho do primeiro ramo da inflorescência de primeira ordem é maior que o de segunda ordem. O número de ramificações das inflorescências e as outras três dimensões do ráquis medidas (L, L0 e L1) não apresentaram diferenças significativas (Quadro 4).

Quadro 4 – Efeito da ordem de inserção da inflorescência no número de ramos, número de botões florais e nas dimensões do ráquis.

Ordem inflorescência	N.º de ramos/inflorescência	N.º de botões florais	Dimensões do Ráquis			
			L	L0	L1	L2
1 <sup>a</sup>	20,5	351,7	161,5	120,0	91,3	38,2
2 <sup>a</sup>	19,5	279,6	160,1	113,3	94,3	28,7
Sig.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	***

Nota: L – comprimento total do eixo principal do cacho desde o início do ráquis até ao último botão floral da inflorescência, L0 – comprimento entre a primeira ramificação e o último botão floral da inflorescência; L1 – comprimento entre a segunda ramificação e o último botão floral da inflorescência; L2 – comprimento entre a primeira ramificação da asa e o último botão floral da asa

Sig. – nível de significância pelo teste de Fischer; n.s., não significativo, \*\* e \*\*\*, valores diferentes ao nível de 0,01 e 0,001, respectivamente.

Relativamente ao efeito da ordem da inflorescência no número de botões florais verifica-se que este é em média maior para as de primeira ordem sendo observado o mesmo comportamento nas várias medidas do ráquis (L, L0, L1, L2), o que está de acordo com o referido por Monteiro e Lopes (2005) e por Duchêne *et al.* (2001).

### 4.3. Características dos cachos

#### 4.3.1. Registos ao pintor

Tal como referido no capítulo 3, a amostragem de cachos foi feita em duas épocas distintas, ao pintor e à vindima, numa unidade do terço médio do cordão, sendo os cachos separados por ordem do olho de origem do sarmento (1ª e 2ª) e por ordem do cacho em cada sarmento (basal e superior).

Os cachos colhidos ao pintor apresentaram uma distribuição por peso que teve maior frequência no intervalo de 100 a 300 g (Fig. 4).

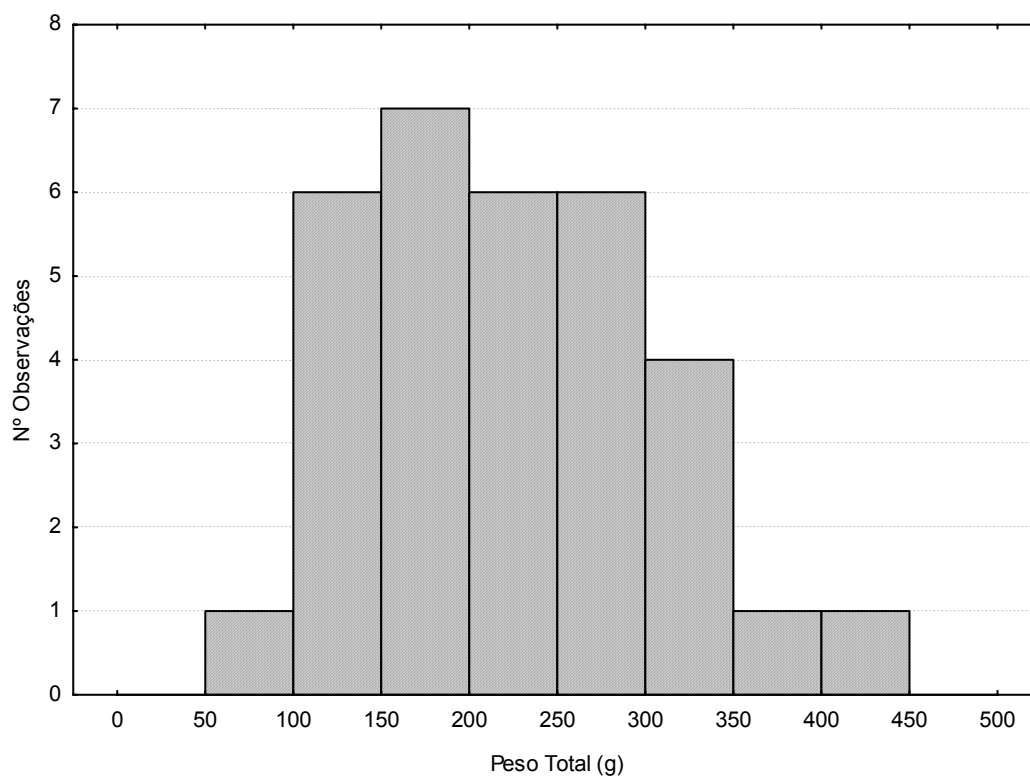


Figura 4 – Histograma de frequência do peso dos cachos colhidos ao pintor.

No entanto verificou-se uma tendência para que os cachos de ordem um fossem maiores e mais pesados do que os de ordem dois, tendo a distribuição total uma maior frequência no intervalo de 200 a 350 g para os de ordem um enquanto que os de segunda ordem concentraram a sua frequência no intervalo de 100 a 200 g (Fig. 5).

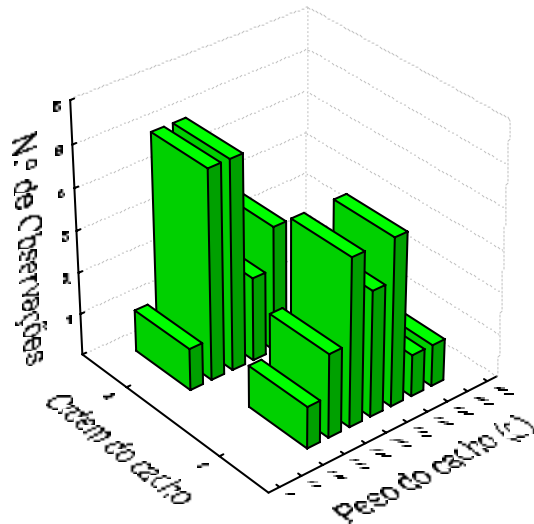


Figura 5 – Histograma de frequência da distribuição por ordem dos cachos colhidos ao pintor.

A diferença de pesos entre os cachos de ordem 1 e 2, registada ao pintor teve um valor médio de 27%, número que já tinha sido observado por Wolpert *et al.* (1983).

Os valores das variáveis medidas e respectiva análise de variância estão representados no Quadro 5. Verifica-se que o factor ordem do sarmento não influenciou de forma significativa os valores de qualquer das variáveis medidas. Relativamente ao efeito da ordem do cacho, verificou-se que os cachos de primeira ordem apresentaram um número de bagos, peso do ráquis, peso cacho, volume bagos e nº bagos/ramo significativamente superiores aos do cacho de ordem 2. Relativamente às medições de comprimentos efectuadas no ráquis (L, L0, L1 e L2) verificou-se um efeito significativo similar. Estas diferenças indicam que os cachos de primeira ordem têm mais bagos e são mais pesados do que os provenientes de cachos de segunda ordem. Por sua vez as variáveis Nº Ramificações, Peso / Bago, Volume /Bago e Peso/Volume não apresentaram diferenças significativas entre cachos de primeira e segunda ordem.

Quadro 5 – Influência da ordem do sarmento e do cacho nas variáveis medidas nos cachos ao pintor.

Variáveis	Ordem do Sarmento			Ordem do Cacho			Interação
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Sig.	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Sig.	
Nº de Bagos	141,6	148,0	ns	171,6	117,9	***	ns
Nº Ramificações	10,8	10,8	ns	10,9	10,6	ns	ns
Peso Bagos (g)	206,8	214,6	ns	248,5	172,9	***	ns
Peso do Ráquis (g)	8,6	10,4	ns	11,3	7,7	*	ns
Peso cacho (g)	215,4	225,0	ns	259,8	180,7	***	ns
Volume Bagos (ml)	198,6	207,4	ns	239,9	166,1	***	ns
Peso / Bago (g)	1,47	1,46	ns	1,46	1,47	ns	ns
Volume / Bago (ml)	1,41	1,41	ns	1,41	1,41	ns	ns
Nº bagos / Ramificação do ráquis	13,26	13,44	ns	15,66	11,04	***	ns
Peso / volume	1,04	1,04	ns	1,04	1,04	ns	ns
<b>Comprimento do ráquis</b>							
L (cm)	17,3	17,7	ns	18,2	16,8	*	ns
L0 (cm)	13,7	14,4	ns	15,0	13,0	**	ns
L1 (cm)	12,1	12,8	ns	13,1	11,8	*	ns
L2 (cm)	5,5	6,0	ns	6,9	4,6	**	ns

Nota: nível de significância pelo teste de Fischer; n.s. não significativo, \*, \*\* e \*\*\*, valores diferentes ao nível de 0,05, 0,01 e 0,001, respectivamente.

### 4.3.2. Registos à vindima

Na vindima foi de novo realizada uma amostragem de cachos nas videiras seleccionadas para análise do efeito dos factores ordem do sarmento e ordem do cacho dentro do sarmento (Quadro 6). Os cachos recolhidos na amostra realizada à vindima apresentaram uma distribuição de frequências por peso que apresentou o maior valor no intervalo de 200 a 250 g por cacho, apresentando-se no gráfico da Figura 6 esta distribuição.

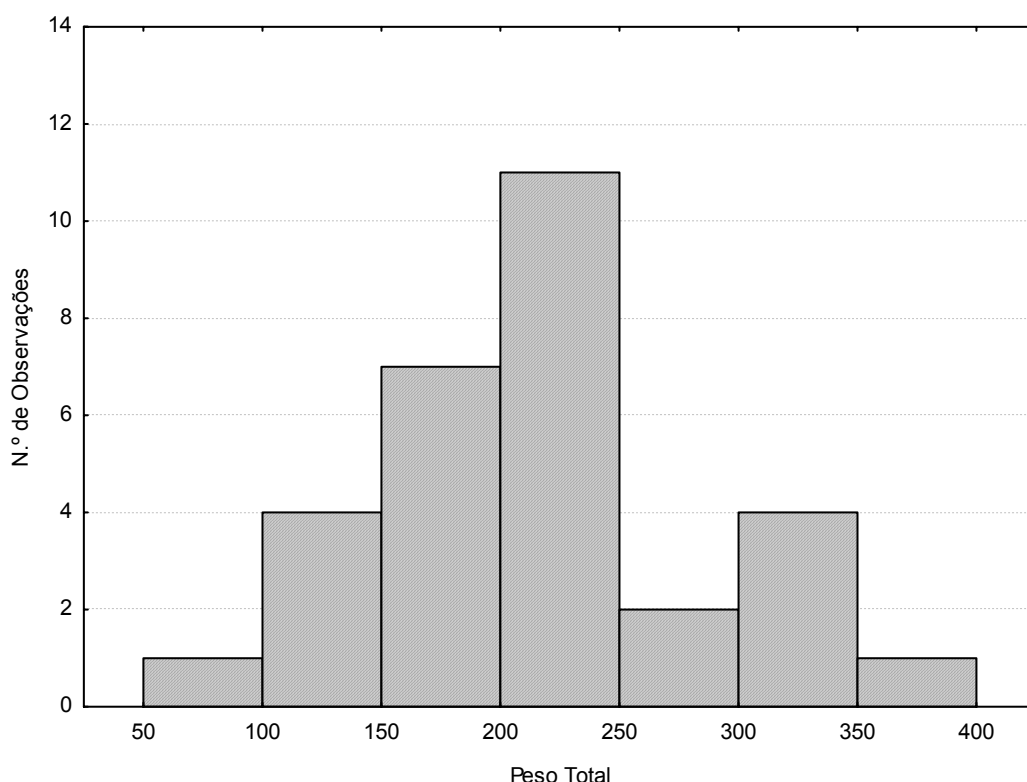


Figura 6 – Histograma de frequências do peso dos cachos colhidos à vindima.

No entanto verificou-se novamente a tendência para que os cachos de ordem um fossem maiores e mais pesados do que os de ordem dois, tendo a distribuição por peso médio uma maior frequência no intervalo de 200 a 350 g para os de ordem um, enquanto que os de ordem dois concentraram a sua frequência no intervalo de 100 a 200 g (Fig. 7) o que corrobora os dados obtidos ao pintor.

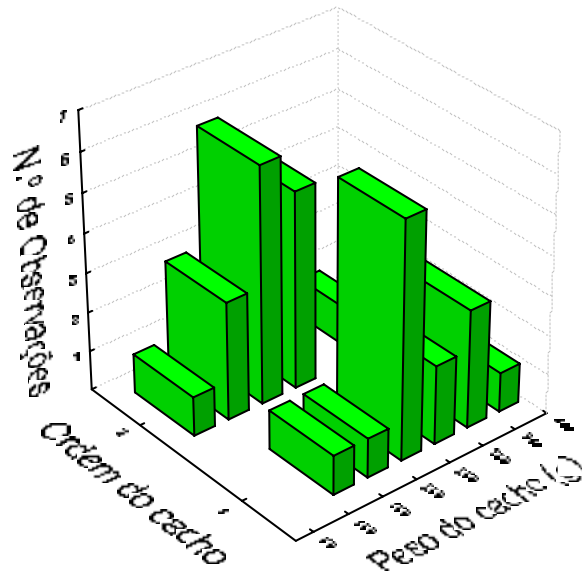


Figura 7 – Histograma de frequência da distribuição por ordem dos cachos colhidos na vindima.

Assim, à vindima voltou a registar-se uma diferença entre os cachos de 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> ordem, tendo aumentado diferença de pesos para um valor médio de 30 %, número que corrobora o que foi dito anteriormente para o pintor no ponto 4.3.1..

A análise de variância dos dados mostra resultados similares aos obtidos na amostragem ao pintor. Estes resultados confirmam os obtidos ao pintor e indicam que os cachos de primeira ordem têm mais bagos e são mais pesados do que os cachos de segunda ordem. Estes resultados são corroborados pelas medidas de comprimentos efectuadas no ráquis, as quais são sempre significativamente superiores no cacho de ordem 1. Também à vindima não se observaram diferenças significativas para as variáveis N<sup>o</sup> Ramificações, Peso / Bago, Volume /Bago e Peso/Volume, entre cachos de primeira e segunda ordem.

A interacção entre a ordem do sarmento e do cacho não obteve qualquer resultado significativo.

Quadro 6 – Influência da ordem do sarmento e do cacho nas variáveis medidas nos cachos à vindima.

Variáveis	Ordem do Cacho			Ordem do Cacho			Interacção
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Sig	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	Sig.	
Nº de Bagos	138,8	181,1	ns	185,4	135,1	***	ns
Nº Ramificações do ráquis	11,9	13,3	ns	12,5	12,6	ns	ns
Peso Bagos (g)	184,5	224,1	ns	238,6	171,9	***	ns
Peso do Ráquis (g)	9,2	14,7	***	13,2	10,5	*	ns
Peso cacho (g)	193,7	238,8	ns	251,7	182,4	***	ns
Volume Bagos (ml)	175,2	212,6	ns	226,4	163,1	***	ns
Peso / Bago (g)	1,3	1,2	ns	1,3	1,3	ns	ns
Volume / Bago	1,3	1,2	ns	1,2	1,2	ns	ns
Nº bagos / Ramificação do ráquis	11,6	13,8	ns	14,8	10,7	***	ns
Peso/volume	1,1	1,1	ns	1,1	1,1	ns	ns
<b>Comprimento do ráquis</b>							
L (cm)	17,1	18,1	ns	18,3	17,5	*	ns
L0 (cm)	13,7	15,6	ns	15,4	13,8	***	ns
L1 (cm)	12,2	13,5	ns	13,2	12,5	*	ns
L2 (cm)	5,3	6,4	ns	7,8	4,5	**	ns

Nota: nível de significância pelo teste de Fischer; n.s. não significativo, \*, \*\* e \*\*\*, valores diferentes ao nível de 0,05, 0,01 e 0,001, respectivamente.

## 4.4. Relações entre variáveis

### 4.4.1. Inflorescências

As correlações existentes entre as distâncias medidas no ráquis das inflorescências e o nº de botões florais são apresentadas no Quadro 7. Verifica-se que o número de botões florais está positivamente correlacionado com todas as distâncias medidas no ráquis, no entanto o maior coeficiente de correlação foi obtido com a variável L2 ( $r=0.84$ ), correspondente à medida efectuada na asa/1º ramo do cacho entre a inserção da primeira ramificação secundária e a extremidade da asa/1º ramo. A variável L0 também apresentou uma elevada correlação com o nº de botões florais, mas com um menor coeficiente ( $r=0.62$ ) do que o apresentado pela variável L2. As restantes variáveis apresentaram baixos coeficientes de correlação com o nº de botões florais.

Quadro 7 – Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre as várias variáveis medidas nas inflorescências ( $p<0.05$ ).

	<i>Nº Botões Florais</i>	<i>L</i>	<i>L0</i>	<i>L1</i>	<i>L2</i>
Nº de Botões Florais					
Florais	1,00				
L	0,35	1,00			
L0	0,62	0,68	1,00		
L1	0,11	0,35	0,22	1,00	
L2	0,84	0,32	0,63	0,12	1,00

De forma a testar a possibilidade de utilização da variável L2 para estimar o nº de botões florais efectuou-se uma regressão entre a variável L2 (variável independente) e o nº de botões florais (variável dependente) (Fig.8).

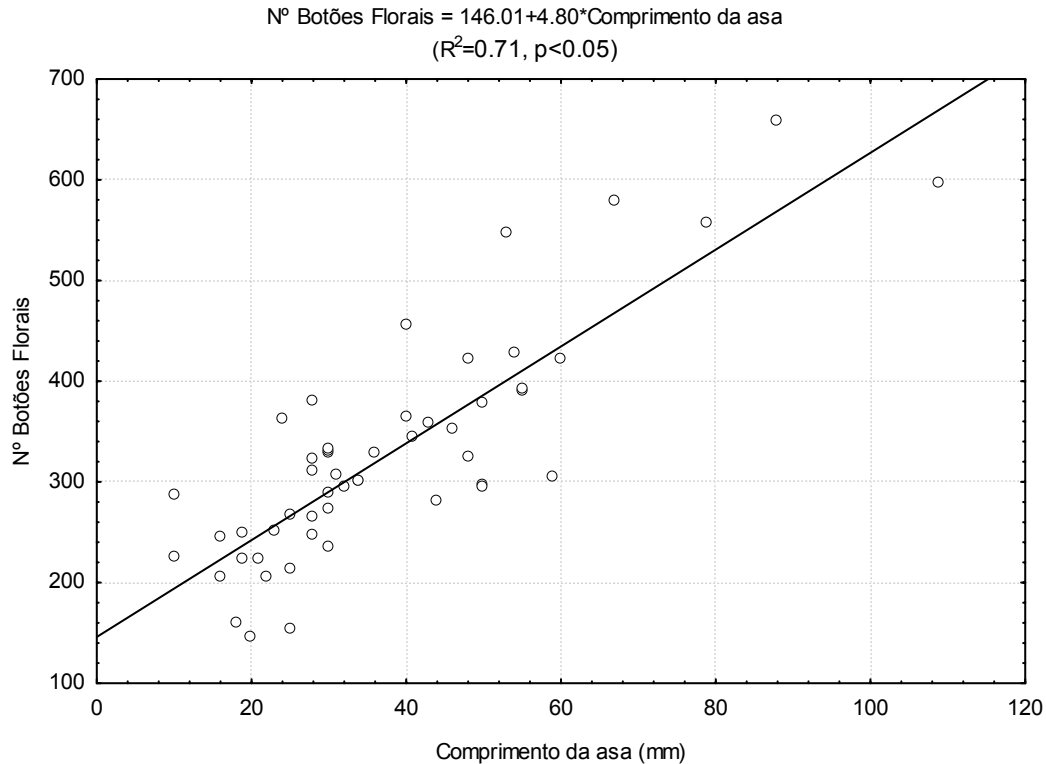


Figura 8 – Modelo de regressão usado para estimar o número de botões florais a partir do comprimento da asa da inflorescência ( L2 ).

O elevado e significativo coeficiente de determinação obtido indica que a variável L2 explica uma elevada proporção da variabilidade do nº de botões florais, indicando que se trata de uma variável passível de ser utilizada como um bom estimador do nº total de flores por inflorescência, tal como verificado por Casteran *et al.* (1981).

#### 4.4.2. Cachos

Apresenta-se no Quadro 8 a matriz de correlação entre as variáveis medidas nos cachos ao pintor. Verifica-se que o peso do cacho está positivamente correlacionado com todas as medidas das distâncias realizadas no ráquis, sendo neste caso L2 ( $r=0.73$ ) e L ( $r=0.74$ ) que apresentam os menores coeficientes de correlação, correspondendo os mais elevados a às outras duas variáveis das medidas das distâncias do ráquis L0 ( $r=0,83$ ) e L1 ( $r=0.81$ ).

Observa-se, também, que há correlações positivas entre o peso do cacho e as medidas realizadas nos bagos, sendo os maiores coeficientes de correlação obtidos

para as variáveis peso dos bagos ( $r=0.99$ ) e número de bagos ( $r=0.97$ ), com as restantes variáveis a apresentarem coeficientes de correlação moderados.

Quadro 8 – Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre as várias variáveis medidas na amostra de cachos colhidos ao pintor ( $p<0.05$ ).

	<b>Peso cacho (g)</b>	<b>Peso Bagos (g)</b>	<b>Peso ráquis (g)</b>	<b>Volume (ml)</b>	<b>L (cm)</b>	<b>L0 (cm)</b>	<b>L1 (cm)</b>	<b>L2 (cm)</b>	<b>N<sup>a</sup> Bagos</b>	<b>N<sup>o</sup> Ramos</b>
Peso do cacho (g)	1									
Peso bagos (g)	0,99	1,00								
Peso ráquis (g)	0,49	0,45	1,00							
Volume (ml)	0,99	1,00	0,46	1,00						
L (cm)	0,74	0,75	0,25	0,73	1,00					
L0	0,83	0,83	0,33	0,82	0,90	1,00				
L1	0,81	0,81	0,30	0,80	0,93	0,95	1,00			
L2	0,73	0,73	0,33	0,73	0,54	0,73	0,58	1,00		
N <sup>o</sup> Bagos	0,97	0,97	0,47	0,97	0,67	0,81	0,76	0,73	1,00	
N <sup>o</sup> Ramos	0,62	0,62	0,23	0,62	0,74	0,71	0,80	0,30	0,64	1

Com os valores obtidos para as correlações entre o peso do cacho e as variáveis independentes, realizaram-se as regressões com as variáveis independentes - medida do comprimento da asa/primeira ramificação do ráquis, número e peso dos bagos (figuras 9, 10 e 11) - para determinar a possibilidade de serem utilizadas para estimar a produção.

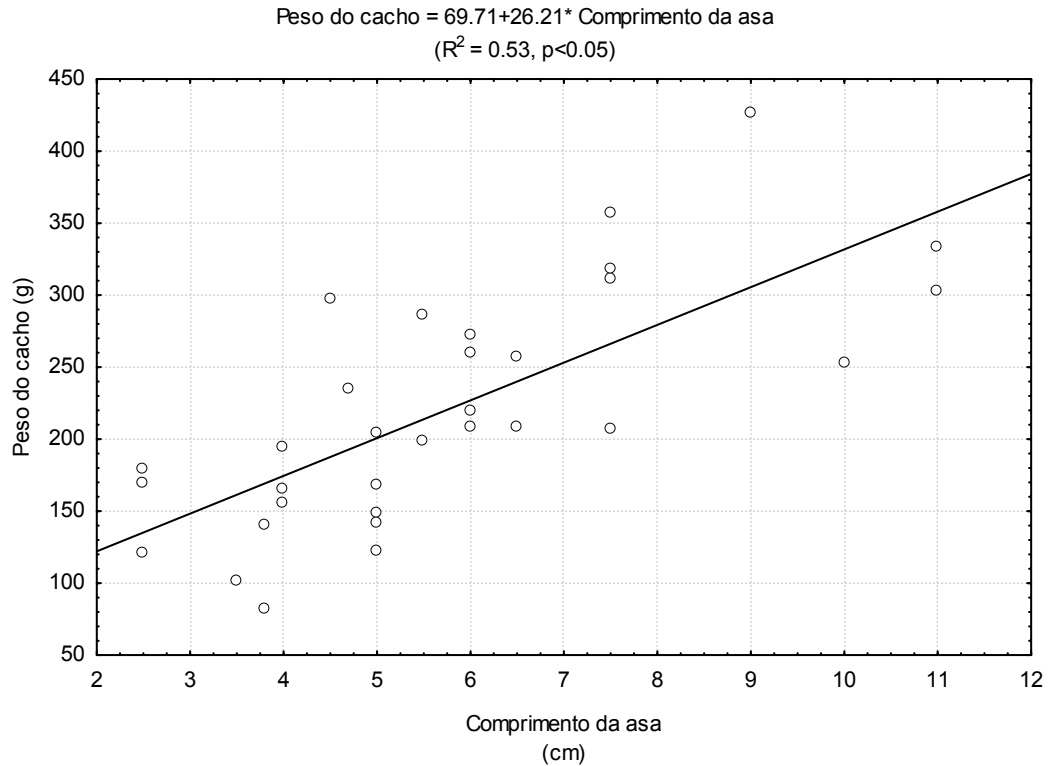


Figura 9 – Relação registada ao pintor entre o comprimento da asa (L2) e o peso do cacho observado.

Relativamente ao comprimento da asa e ao peso do cacho, verifica-se a existência de um significativo coeficiente de determinação entre este comprimento e o peso total obtido (Fig. 9). Este valor é consistente com os registos realizados antes da floração nas inflorescências e confirma que a medida do comprimento da asa pode ser um bom estimador para o peso do cacho.

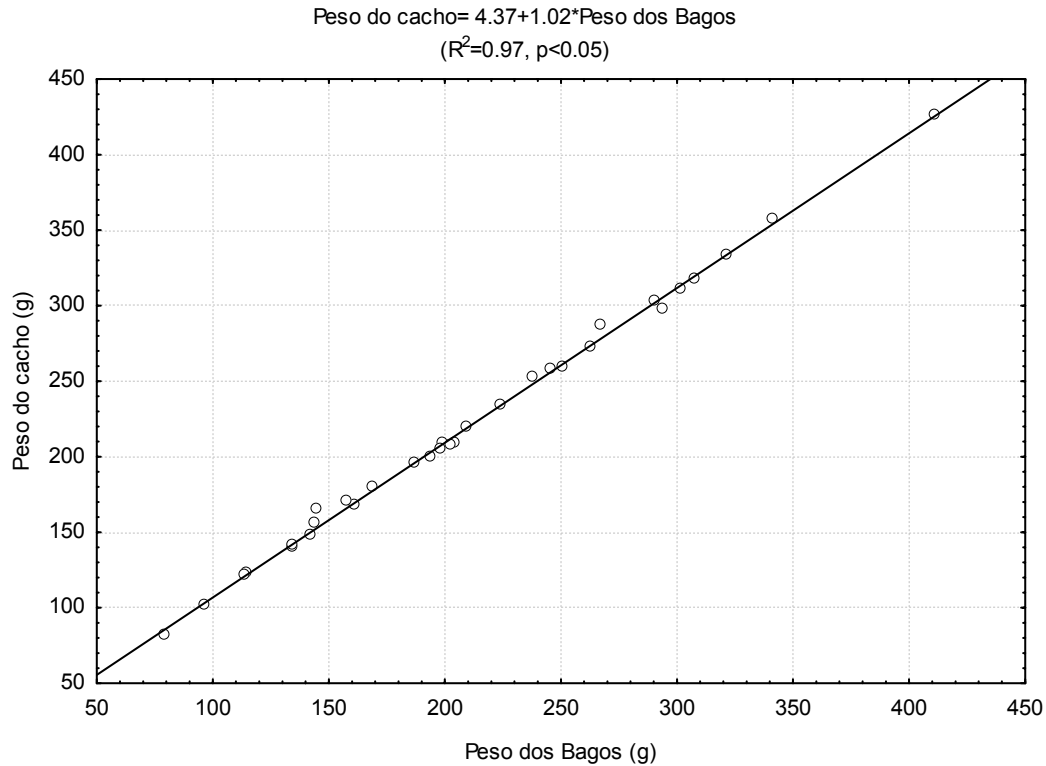


Figura 10 – Relação registada ao pintor entre o peso dos bagos e o peso do cacho observado.

Para o peso dos bagos (Fig. 10) obtém-se um elevado e significativo coeficiente de determinação ( $r=0.97$ ), que explica o peso do cacho, podendo esta variável ser utilizada como estimador da produção, já que é desprezível o peso do ráquis na determinação do peso final colhido (Schneider, 1995).

A regressão para a variável número de bagos (Fig. 11) tem um significativo coeficiente de determinação, sendo menos significativo do que o peso dos bagos, pois o número de bagos, por si só, não nos indica qual a sua dimensão que pode variar no mesmo cacho.

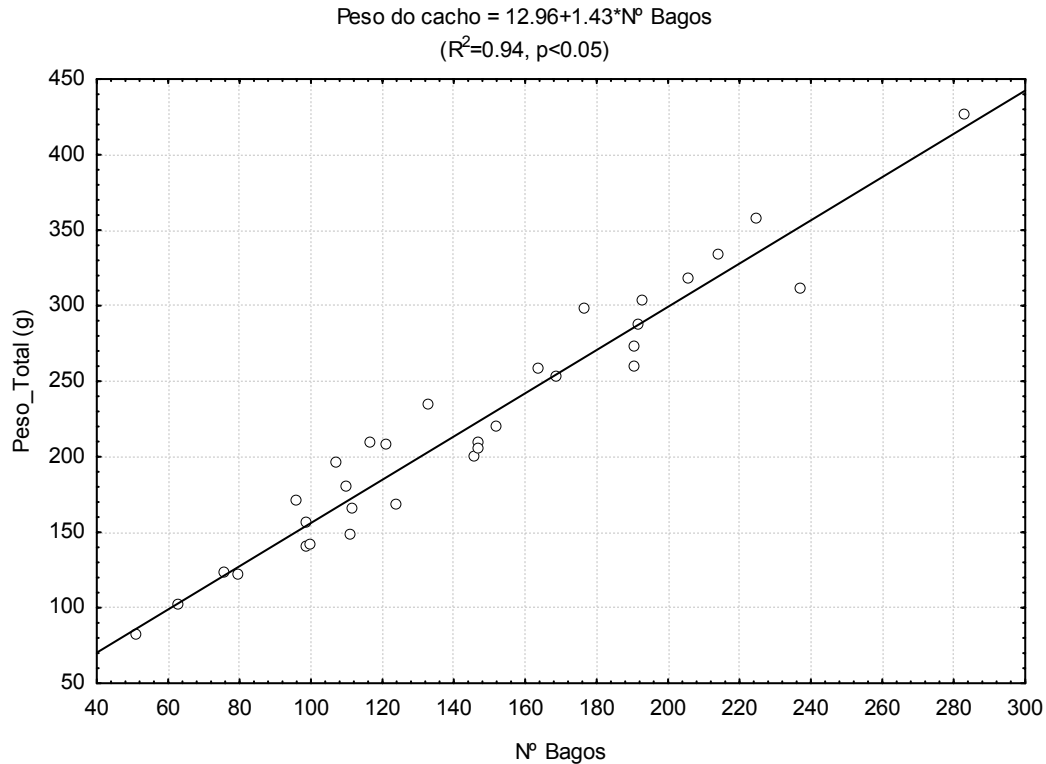


Figura 11 – Relação registada ao pintor entre o número de bagos por cacho e o peso do cacho observado.

Finalmente, o número de bagos também revela um coeficiente de determinação significativo ( $r=0,94$ ), o que permite igualmente determinar o peso da produção a partir do número de bagos contados, este coeficiente é inferior ao do peso, pois o tamanho dos bagos é variável, variando assim o peso entre cachos (May, 2000).

#### 4.4.3. Vindima

Na vindima repetiram-se as medições realizadas ao pintor e no Quadro 9 apresenta-se a matriz das correlações existentes entre as variáveis. Continua a verificar-se que o peso do cacho está positivamente correlacionado com todas as medidas das distâncias do ráquis, sendo neste caso L0 ( $r=0.77$ ) o maior coeficiente de correlação seguido de L2 e L1 ( $r=0.70$ ) que apresentam o mesmo valor, sendo o menor o da distância, L ( $r=0.67$ ).

Para os bagos há correlações positivas muito fortes entre o peso do cacho e as medidas realizadas nos bagos, como maior coeficiente de correlação obtido para a

variável peso dos bagos ( $r=0.99$ ), seguida do número de bagos ( $r=0.98$ ), com as restantes variáveis a apresentar coeficientes de correlação moderados.

Quadro 9 – Coeficiente de correlação de Pearson ( $r$ ) entre as várias variáveis medidas na amostra de cachos colhidos na vindima ( $p<0.05$ ).

	Peso Total (g)	Peso Bagos (g)	Peso Ráquis (g)	Volume (ml)	L (cm)	L0 (cm)	L1 (cm)	L2 (cm)	Nº Ramos	Nº Bagos
Peso Total	1,00									
Peso Bagos	0,99	1,00								
Peso Ráquis	0,69	0,64	1,00							
Volume	0,99	0,99	0,65	1,00						
L	0,67	0,67	0,44	0,67	1,00					
L0	0,77	0,77	0,52	0,77	0,91	1,00				
L1	0,70	0,70	0,43	0,70	0,90	0,94	1,00			
L2	0,70	0,69	0,60	0,69	0,38	0,45	0,35	1,00		
Nº Ramos	0,51	0,51	0,28	0,51	0,51	0,52	0,59	0,05	1,00	
Nº Bagos	0,98	0,97	0,70	0,97	0,65	0,75	0,68	0,72	0,49	1,00

Para confirmar o comportamento das variáveis realizaram-se regressões lineares entre as variáveis independentes L2 - medida do comprimento da asa/primeira ramificação do ráquis, número e peso dos bagos (Figuras 12, 13 e 14)

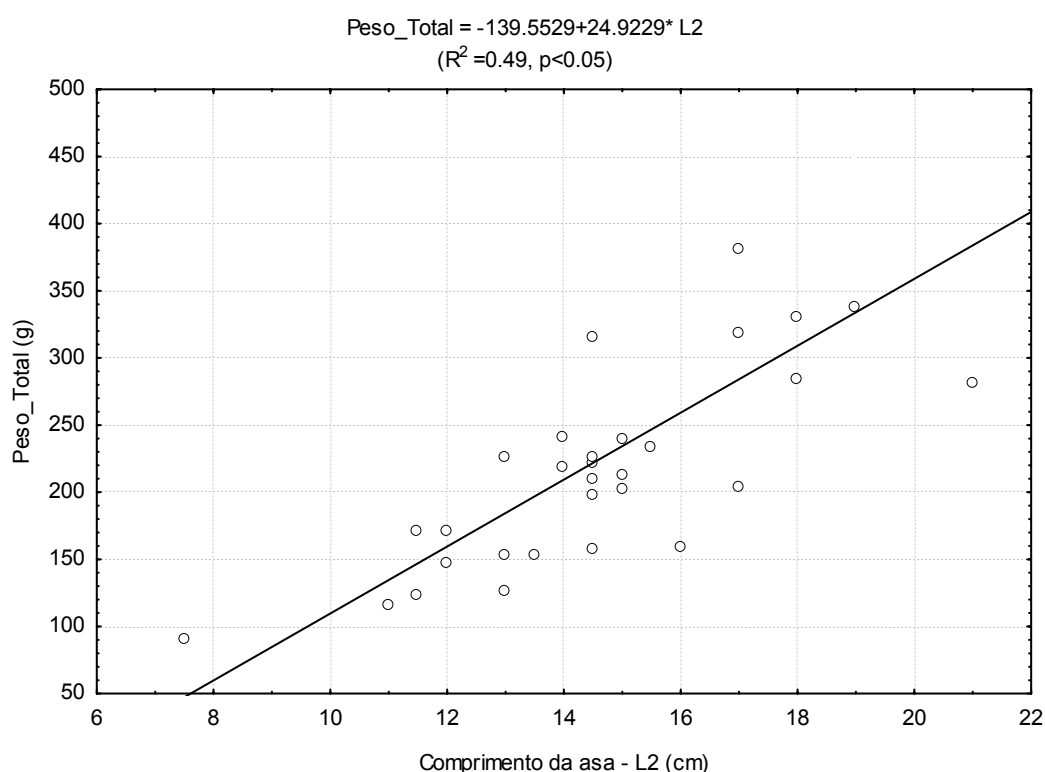


Figura 12 – Relação registada na vindima entre o comprimento da asa (L2) e o peso do cacho observado.

Relativamente ao comprimento da asa e peso do cacho, observa-se a existência de um coeficiente de determinação significativo ( $r=0.49$ ) entre este comprimento e o peso total obtido (Fig. 12). Este valor é consistente com as previsões obtidas ao pintor.

A variável peso dos bagos também obteve um coeficiente de determinação elevado e significativo ( $r=0.99$ ), o que explica a variabilidade do peso do cacho (Fig. 13).

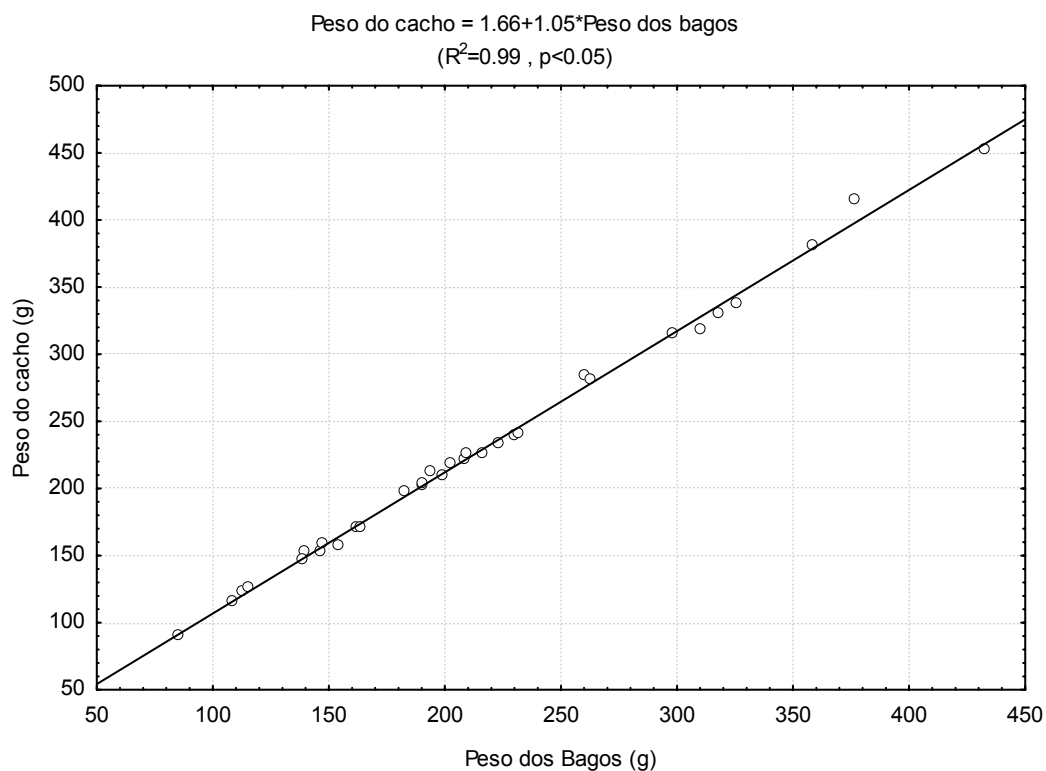


Figura 13 – Relação registada à vindima entre o peso dos bagos e o peso do cacho observado

O elevado e significativo coeficiente de determinação obtido para o peso dos bagos indica que esta variável isoladamente explica o peso do cacho, tratando-se de uma variável que pode ser utilizada para estimar a produção, já que o peso do ráquis pode ser desprezado.

Este valor de correlação é também muito forte para a relação entre as variáveis peso total e o número de bagos por cacho (Fig. 14), o que nos permite confirmar que o peso está dependente do número de bagos contados.

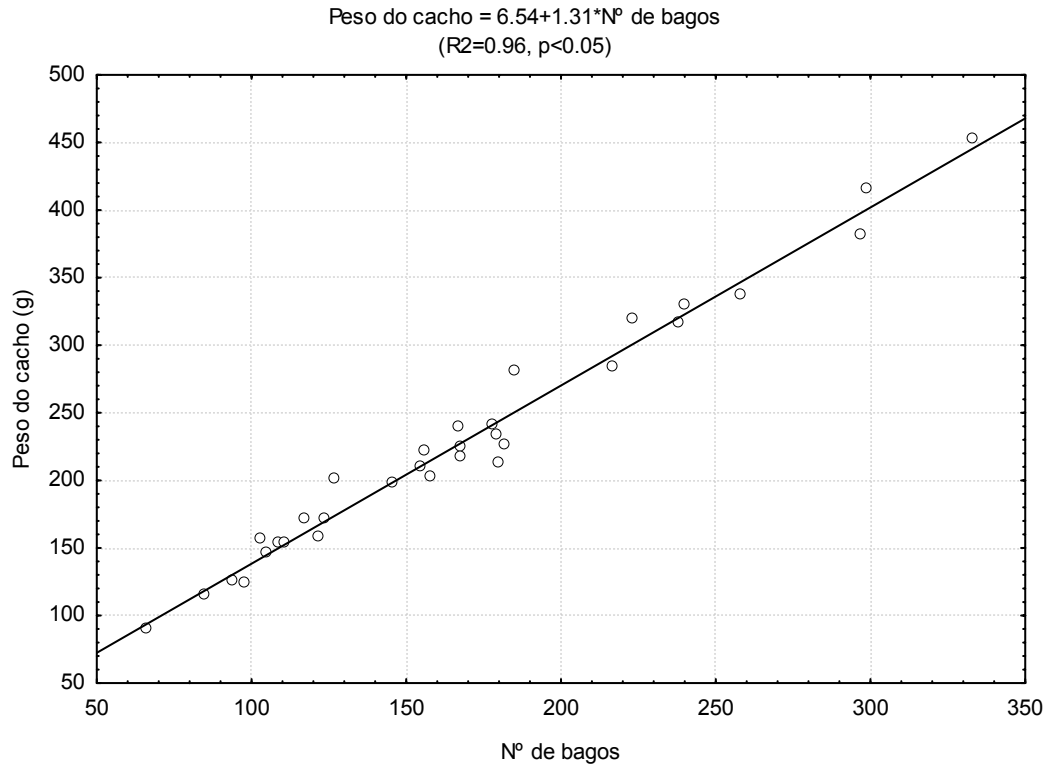


Figure 14 – Relação registada na vindima entre o número de bagos e o peso do cacho observado

#### 4.5. Modelos Eleitos

A partir dos dados recolhidos ao longo do ciclo cultural para os componentes do rendimento e com recurso às matrizes de correlação apresentadas anteriormente (Quadros 5, 6 e 7) foi possível isolar as variáveis que, por apresentarem fortes correlações como peso do cacho, podem ser utilizadas para o cálculo da produção, desde as inflorescências até ao pintor uma vez que os dados da vindima confirmam a tendência verificada.

As variáveis seleccionadas para o modelo podem ser medidas rapidamente e de forma simples no campo, ou em laboratório, com processos de contagem mais demorados com contagem e pesagem dos cachos e seus componentes.

#### 4.5.1. Inflorescências

Os dados recolhidos sobre as inflorescências deram informação que serviram como orientação de investigação, pois a partir da medida da asa/primeira ramificação do ráquis foi verificada uma forte correlação com o número de botões florais da inflorescência, tendo sido produzida a seguinte formula para cálculo do número de botões florais:

$$\text{Nº Botões Florais} = 146.01 + 4.80 * \text{Comprimento da asa},$$

$$\text{Para - } R^2 = 0.71, \text{ e } p < 0.05$$

#### 4.5.2. Pintor

Nesta fase da cultura, as fortes correlações entre várias variáveis e o peso do cacho manifestam-se por intermédio do comprimento da asa do qual resulta a fórmula de cálculo da produção, sendo contudo necessário conhecer o número de cachos por cepa para estimar a produção média:

$$\text{Peso do cacho} = 69.71 + 26.21 * \text{Comprimento da asa},$$

$$(R^2 = 0.53, p < 0.05)$$

A aplicação desta fórmula para os dados colhidos demonstra que a percentagem de erro verificada é em média da ordem dos 26 %, valor que é elevado para a precisão que se pretendia obter, sendo apresentados no Quadro 10 os resultados obtidos a partir dos valores médios.

Quadro 10 – Previsão de colheita a partir da variável comprimento do primeiro ramo – L2 (cm)

Comprimento da asa - L2					
L2 média (cm)	Produção estimada por cepa (kg)	Erro médio verificado (Kg)	% Erro	Colheita (t/ha)	Diferença produção observado – estimado (t/ha)
5,7	4,99	1,05	26,54	19,96	4,19

Os dados permitem ainda estimar a produção pelas outras fortes correlações que estão presentes, o peso dos bagos e o nº de bagos por cacho de que resultou a fórmula:

$$\text{Peso do cacho} = 4.37 + 1.02 * \text{Peso dos Bagos}$$

$$(R^2=0.97, p<0.05)$$

Com esta equação consegue-se determinar o valor da produção por cepa com um erro médio de 2 %, o que dá uma grande precisão para a estimativa da colheita que se vai obter nessa vindima, sendo apresentados no Quadro 11 os resultados obtidos a partir dos valores médios.

Quadro 11 – Previsão de colheita a partir da variável peso dos bagos

<b>Peso dos bagos ao pintor</b>					
<b>Peso médio dos bagos/cacho (g)</b>	<b>Produção estimada por cepa (kg)</b>	<b>Erro médio verificado (Kg)</b>	<b>% Erro</b>	<b>Colheita (t/ha)</b>	<b>Diferença observado estimado (t/ha)</b>
1	4,03	0,08	2,1	16,11	0,33

$$\text{Peso do cacho} = 12.96 + 1.43 * \text{Número de Bagos}$$

$$(R^2=0.94, p<0.05)$$

Para o número de bagos também se estimou a produção com um erro de 15 %, mas neste caso a estimativa é inferior ao peso observado, sendo apresentados no Quadro 12 os resultados obtidos a partir dos valores médios.

Quadro 12 – Previsão de colheita a partir da variável número de bagos por cacho ao pintor

<b>Número de bagos ao pintor</b>					
<b>Nº bagos médio</b>	<b>Produção estimada por cepa (kg)</b>	<b>Erro médio verificado (Kg)</b>	<b>% Erro</b>	<b>Colheita (t/ha)</b>	<b>Diferença observado estimado (t/ha)</b>
145	3,33	0,61	15,56	13,32	2,45

Também se efectuou uma regressão múltipla com variáveis com correlações mais fracas para se estimar a produção apresentando-se, no Quadro 13, o sumário dessa regressão.

Quadro 13 – Sumário da regressão múltipla passo-a-passo para cálculo do peso do cacho, a partir de variáveis independentes N.º Bagos, L, N.º Ramos, L0 e L1.

R= .99 R²= .98 Adjusted R²= .98 F(5,26)=244.84 p			
	B	t(26)	p
Ordenada Orig.	-39.2167	-2.53801	0.017482
Nº de bagos	1.4229	18.64144	0.000000
L	7.6747	3.24670	0.003208
Nº de Ramo	-7.9001	-4.46021	0.000140
L0	-10.3635	-3.40095	0.002180
L1	12.0476	3.02310	0.005564

Para o modelo linear múltiplo obteve-se a equação:

$$\text{Peso do cacho (g)} = -39.21 + 1.42 \cdot \text{Nº Bagos} + 7.67 \cdot L - 7.90 \cdot \text{Nº Ramos} - 10.36 \cdot L0 + 12.04 \cdot L1$$

Tal como se pode observar na Figura 15, o modelo obtido apresenta também um bom ajustamento entre o valor do peso do cacho observado e estimado.

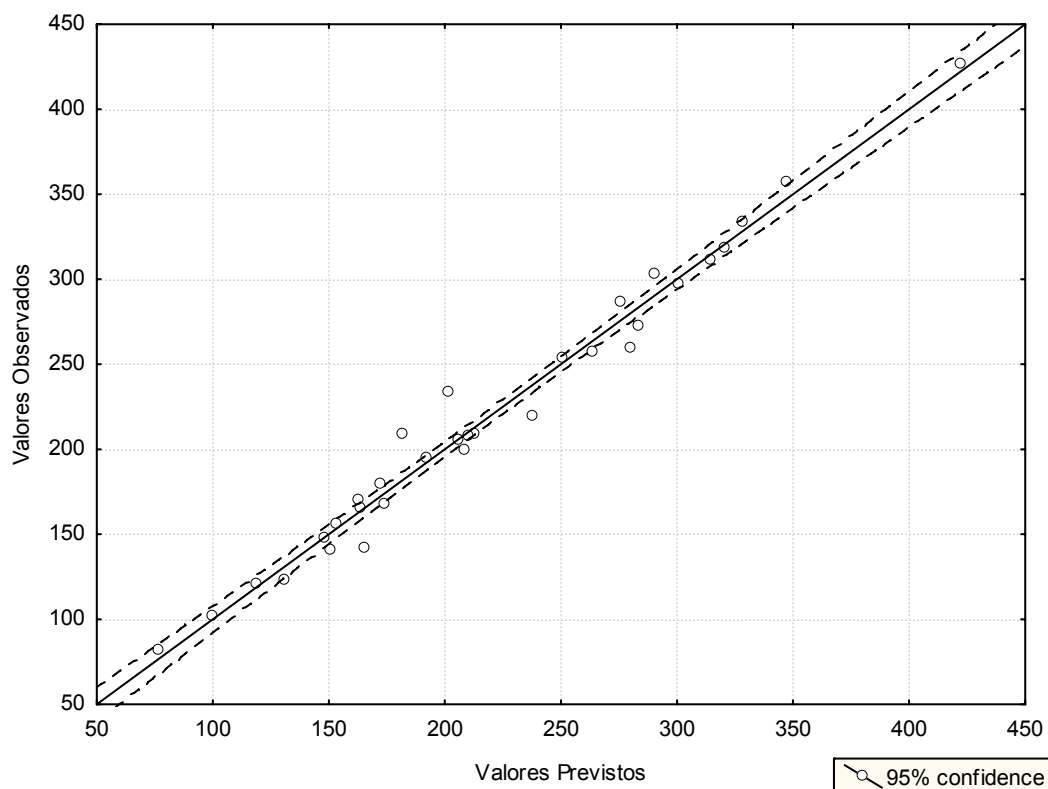


Figura 15 – Relação entre os valores observados e estimados para o peso total

No quadro 14, apresenta-se a análise de variância do modelo, que confirma a sua fiabilidade.

Quadro 14 – Análise de variância do modelo de regressão múltipla passo-a-passo para cálculo do peso do cacho, a partir de variáveis independentes N.º Bagos, L, N.º Ramos, L0 e L1.

Analysis of Variance; DV: <b>Peso do cacho</b>					
	<b>Soma quadrática</b>	<b>gl</b>	<b>Média</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Regress.</b>	197851.8	5	39570.35	244.8366	0.000000
<b>Residual</b>	4202.1	26	161.62		
<b>Total</b>	202053.9				

Deste modo, com recurso a um modelo linear múltiplo é ainda possível fazer estimativas fiáveis, apesar de nenhuma destas variáveis independentes ter *per se* uma correlação elevada com a produção.

#### 4.5.3. Vindima

Com os dados da vindima foi feita a última colheita de amostras tendo-se mantido as correlações verificadas ao pintor para as variáveis do rendimento seleccionadas o que nos revelou não ter ocorrido acidentes de qualquer ordem, climáticos ou de doenças, que tivessem prejudicado as previsões realizadas ao pintor.

## V. Conclusões

Os resultados apresentados são referentes a um ano de recolha de dados, numa situação de campo particular e restritos à casta Syrah, mas dão elementos que sugerem relações significativas entre as componentes do rendimento, nomeadamente a relação peso do cacho e as dimensões das distâncias dos ramos do ráquis.

A partir das observações registadas nas inflorescências pode ser eleita como linha de investigação a variável L2, no primeiro ramo/asa distância entre a inserção da primeira ramificação secundária e a extremidade, por apresentar uma forte correlação com o número de botões florais da inflorescência. No entanto, esta variável veio, ao longo do ciclo, a perder expressão para ser seleccionada como um estimador com um erro associado baixo, já que se verificaram valores de erro para a produção verificada na ordem dos 26% ao pintor, demasiado elevado para poder ser utilizado na previsão de colheita.

Todavia, foram determinadas fortes correlações entre a produção observada e as variáveis peso e número dos bagos, mostrando-se a primeira muito fiável, já que apresenta ao pintor um erro de 2 % que se materializa em 330 kg/ha, mantendo o mesmo sentido à vindima, permitindo este valor eleger esta variável para estimar a produção na parcela de vinha. Quanto à variável número de bagos os erros foram superiores, na ordem de 15% ao pintor facto que estará associado à grande variabilidade na dimensão dos bagos.

Este estudo permitiu considerar uma variável do cacho de mais fácil medição, mas, ainda, com necessidade de recorrer à destruição do cacho para determinação da produção potencial quando se realiza uma amostragem na época do Pintor, mas evitando-se parte das tradicionais práticas de medição que implicam morosas contagens de inflorescências e bagos.

No decorrer deste trabalho verificou-se também que, independentemente da origem do sarmento, os cachos de ordem 1 mostraram-se sempre mais pesados e com mais bagos que os de ordem dois.

Quanto à produtividade por sarmento os dados não revelaram qualquer diferença significativa. É, no entanto, de realçar a tendência verificada para que o peso dos cachos do sarmento de ordem dois seja mais elevado do que o dos

oriundos do sarmento de ordem 1. Este indicador deve ser, porém, testado em novos ensaios sobre o rendimento nesta casta.

A fiabilidade dos modelos testados permite prever a produção anual, podendo a informação ser utilizada como ajuda à decisão na gestão da empresa agrícola no ano em curso, sendo de referir que estes modelos foram realizados a partir de dados de uma campanha e que importa repetir os trabalhos para que os mesmos sejam aferidos e assim garantirem a sua aplicabilidade.

## VI. Bibliografia

AMBROSINI, H., DETTEWEILER-MÛNCH, E., RÛHL, E.H., SCHNID, J., SCHUMANN, F. (1997). *Guide des Cépapes, 300 cépages et leurs vins*. Edição Francesa, Les Editions Euge Ulmer, Paris. pp 242-243.

BRAVDO, B., Y. HEPNER, C. LOINGER, S. COHEN, H. TABACMAN (1984). Effect of crop level on growth, yield, and wine quality of a high yielding Carignane vineyard. *Am. J. Enol. Vitic.*, **35**(4): 247- 252.

BOOYSEN J.H., MARTIN, J.B. (1985). CMéthodes de prevision quantitative de la vendange de raisin de cuve en Afrique du Sud. Bulletin de L'O.I.V., **58** – 658-657.

CAHOON, G.A. (1979). Crop control in grapes. *In : Proceedings of the Ohio Grape-Wine Short Course*. pp 32-38. Ohio Agricultural Research and Development Center, Wooster, OH.

CHAMPAGNOL, F. (1984). *Eléments de la physiologie de la vigne et de viticulture générale*. Ed. Auteur, Montpellier.

CHAMPAGNOL, F. (1989). Maîtrise des rendements e qualité. *Progrés Agricole e Viticole*, **106**(4): 91- 98.

CASTERAN, P., RYNIER, A., RIVET, P. (1981). Evaluation de fleurs des bourgeons de quelques cépages de vitis vinífera L.. *Le Progrés Agr. et Viticole.*, n.º 15-16, pp 595 -599.

CHRISTENSEN, L. 2003. *Wine Grape Varieties in California*. University of California Agricultural and Natural Resources Publication 3419, Oakland, CA.

CLINGELEFFER, P.R. (1993). Development of management systems for low cost, high quality wine production and vigour control in cool climate Australian vineyards. *Die Wien-Wissenschaft*, p.p. 130-134.

CLINGELEFFER, P.R., KRSTIC, M.P., WELSH, M.A. (2002). Effect of post-set, crop control on yield and wine quality of Shiraz. In : *Proceedings of the Eleventh Australian Wine Industry Technical Conference* (The Australian Wine Industry Technical Conference Inc. : Urrbrae, South Australia, Australia) pp. 84-86.

CLINGELEFFER, P. (2001). *Crop development, crop estimation and crop control to secure quality an production of major wine grape varieties: a nacional Approach*. CSIRO and NRE .

Final report to grape and wine research & development corporation Project number CSH 96/1

COOMBE, B.G. (1995). Adoption of a system for identifying grapevine growth stages. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, **1**: 104-110.

CUNHA, M., COSTA, P., ABREU, I., P. PINTO, R. CASTRO/. Estimativa Precoce da Produção de Vinho pelo Método Aeropolinico. *Ciência Téc. Vitiv.*, 1999, vol.14, no.2, p.45-54.

CUNHA, M., PEDROSO, V., ALMEIDA, C. I. ABREU; P. PINTO, R. CASTRO. Estimativa Precoce da Produção de Vinho pelo Método Aeropolinico II - Regiões Demarcadas da Bairrada e Dão. *Ciência Téc. Vitiv.*, 2000, vol.15, no.2, p.47-63.

DUARTE, M., DIAS, J., *Catálogo de porta-enxertos mais utilizados em Portugal*. Lisboa : Instituto da Vinha e do Vinho.

DUCHÊNE, E., MELUC, D., PANIGAI,L., LANGELLIER,F., MONAMY,C. SCHNEIDER,C. (2001). Élaboration du nombre de baies par m<sup>2</sup> pour le Pinot Noir et le Chardonnay en Alsace, Bourgogne et Champagne. *J. Int. Sci.Vigne et Vin*, **35** (4) :215-224

DUMARTIN, P., LEOINE, B., MARCORELLES, S. (1990). Les travaux en vert de la vigne. *Progrés Agricole e Viticole*, **107**(6): 143-144.

DUNN, G. (2003). Improving bunch weight prediction in winegrape yield forecasting. In *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, **470**: 19-20.

DUNN, G. (2003) Crop forecasting for better vineyard efficiency and wine quality. In *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, **473**: 17-18.

DUNN, G. (2003). Predicting bunch weight early in the season. In *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*, **478**: 29-30.

FULLER, K. (2006) Yield estimation made easier by bunch weight measurement at a specific growth stage. In *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*. **515**: 21-22

GOMEZ, K.A. & GOMEZ, A.A. (1984). *Statistical procedures for agricultural research*. 2<sup>a</sup> Ed., John Wiley & Sons, New York.

HOWELL, G.S. (2001). Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship : A Review. *Am. J. Enol. Vitic.*, **52**(3): 165-174.

HUGLIN, P., SCHNEIDER C. (1998), 12(1): Biologie et écologie de la vigne (2<sup>o</sup> Ed.).

JACKSON, D. I., LOMBARD, P. B. *Environmental and Management Practices Affecting Grape Composition and Wine Quality - A Review*. *Am. J. Enol. Vitic.* 1993 **44**: 409-430

LEGUAY, M. (1983). Maîtrise de la qualité et du rendement en vitiviniculture essai d'intervencion sur le vegetal: Taille, ébourgeonnage et suppression de grapes. *Le Progrés Agric. et Vitic.*, **100** (15,16): 388-395.

MACMILLAN, I. FULLER, K. (2005) Yield estimation – can we do it better? The Tinlins MacLaren Vale Shiraz experience. In *The Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker*. **500**: 26-28

MAGALHÃES, N, (2008) *Tratado de viticultura a videira, a vinha e o terroir* Publicações Chaves Ferreira.

MARTINS, R. (2007) “ *Efeito da monda de cachos na produção e qualidade das uvas e do vinho, casta Syrah* “Mestrado de viticultura e enologia UTL/ISA Universidade Técnica de Lisboa/ Universidade do Porto.

MATTI, G.B., FERRINI, F. (2005). The effects of crop load on ‘Sangiovesi’ grapevines. Proceedings of The Seventh International Symposium of Grapevine Physiology and Biothecnology. Ed. L.E. Williams. *Acta Hort.*, **689**:239-242.

MAY, P. (2004). *Flowering and Fruitset in Grapevines*. Phyloxera and grape IndustryBoard of South Australia, Lythrum Press.

MESQUITA, S., SOUSA, A. J., (2009). Bioclimatic mapping using geostatistical approaches: application to mainland Portugal. *International Journal Of Climatology*, **15**: DOI: 10.1002/joc.1837

MONTEIRO, A., LOPES, C. (2005). Morfologia e Anatomia da videira. *Textos de apoio às aulas de Viticultura Geral, UTL, ISA*.

MORRIS, J.R., SIMS, C.A., BOURQUE, J.E., OAKES, J.L. (1984). Influences of training systems, pruning severity, and spur length on yield and quality of six French-American hybrid grape cultivars. *Am. J. Enol. Vitic.*, **35**: 23-27.

MURISIER, F., JEANGROS, B., AERNY, J. (1986). Maître du rendement et maturite du raisin. Essais 1985. *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortic.*, **18**:297-310.

PONI, S., LAKSO, A.N., TURNER, J.R., MELIOUS, E. (1994). Interactions of crop level and late season water stress on growth and physiology of field-grow Concord grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**(2): 252-258.

POFIQUE, D., ANCEL, J. (1982). Essai de prévision de la production du vignoble alsacien à partir de données acquises au niveau parcellaire sur un échantillon d'exploitations. *Les Vins d'Alsace*, 283-305

QUEIROZ, J.(2008). Ciclo Biológico. *Textos de apoio às aulas do Mestrado de Viticultura e Enologia, UP, FC, UTL, ISA*, p.p. 1-6.

REYNIER, A. (1986). *Manual de Viticultura (2ª edição)*. Publicações Europa-América, Mem Martins, Portugal.

ROBINSON, J. (2001). *Guia de Castas. 2ª Edição*. Edições Cotovia Lda., Lisboa.

SCHNEIDER, C. (1995). Lá prevision, un outil pour la maîtrise des fluctuations de rendement en viticulture: *Gesco: 8èmes Journées Portugal-Vairão Vol. 1, 1993* , pags. 240-246 .

SERRANO, E. ROUSSEL, S., GUIZARD, C., DIAS, F. (2008). Sistema óptico de estimativa dos rendimentos à parcela. Conferências da Tapada, ISA, UTL.

SMART, R.E., J.K. DICK, I.M. GRAVETT, B.M. FISHER (1990). Canopy management to improve grape yield and wine quality: Principles and practices. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, **11**: 3-17.

TODA, F. (1991). *Biologia de la vid fundamentos biológicos de la viticulture*. Ediciones Mundi-Prensa.

WINKLER, A.J., COOK, J.A., KLIEWER, W.M., LIDER, L.A. (1974). *General Viticulture*. Berkeley: Univ. of Calif. Press.

WOLPERT, JAMES A., HOWELL, GORDON S, MANSFIELD, TIMOTHY K. (1983). Sampling Vidal Blanc Grapes. I. Effect of Training System, Pruning Severity, Shoot Exposure, Shoot Origin, and Cluster Thinning on Cluster Weight and Fruit Quality. *Am. J. Enol. Vitic.* **34**: 72-76

WURGLER W., LEYVRAZ H., BOLAY A., (1955). Peut-on prévoir le rendement de la vigne avant le débourrement ? *Annuaire agr. D. I. Suisse*, 766-783.

## VII. Anexos

## Anexo I

### Descrição amplexográfica do porta enxerto Sélection Oppenheim N° 4 (SO4)

Este porta enxerto tem origem no cruzamento Berlandieri x Riparia, seleccionado por Rodrian a partir do Teleki n° 4

Apresenta a extremidade do ramo jovem com fraca pigmentação antociânica e fraca densidade de pelos. O pâmpano apresenta nós vermelhos e entre-nós na parte dorsal vermelhos e verdes na face ventral com gomos sem pigmentação antociânica.

As gavinhas são trifurcadas de comprimento médio, a folha adulta é cuneiforme, grande e inteira, com seio peciolar aberto em U, com fraca pilosidade na página inferior

É um porta enxertos vigoroso conferindo aos enxertos um desenvolvimento inicial muito rápido e um grande vigor, apesar disso favorece a frutificação e antecipa a maturação das uvas. Tem boa resistência ao calcário activo e está bem adaptado a solos ácidos, sendo sensível à secura e com resistência nula à salinidade.



## Anexo II

Para determinação do bioclima utilizou-se os seguintes parâmetros, cujos valores são obtidos através das fórmulas do Quadro 1:

- I Índice de Continentalidade (Ic);
- II Índice de Termicidade (It);
- III Índice de Termicidade Compensada (Itc);
- IV Índice Ombrotérmico Anual (Io);
- V Índice Ombrotérmico do Bimestre de Verão (Ios<sub>2</sub>);
- VI Índice Ombrotérmico do Trimestre de Verão (Ios<sub>3</sub>);
- VII Índice Ombrotérmico do Trimestre de Verão (Iosc<sub>4</sub>);
- VIII Índice Ombrotérmico do Bimestre Mais Seco do Ano (Iod<sub>2</sub>);
- IX Temperatura Positiva (Tp).

Quadro I

Índice Bioclimático	Fórmula	Observações
lc	$lc = T_{max} - T_{min}$	T <sub>max</sub> : temperatura média do mês mais quente do ano; T <sub>min</sub> : temperatura média do mês mais frio do ano.
lt	$lt = (T + m + M)10$	T: temperatura média anual; m: média das temperaturas mínimas do mês mais frio do ano; M: a média das temperaturas máximas do mês mais frio do ano;
ltc	$ltc = lt + C$	O valor de C varia, se: $lc \leq 8 \Rightarrow C = 10(lc - 8)$ $18 < lc \leq 21 \Rightarrow C = 5(lc - 18)$ $21 < lc \leq 28 \Rightarrow C = 15 + 15(lc - 21)$ $28 < lc \leq 46 \Rightarrow C = 1250 + 25(lc - 28)$ $46 < lc \leq 65 \Rightarrow C = 545 + 30(lc - 46)$
lo	$lo = (Pp / Tp)10$	Tp: temperatura positiva anual: soma das temperaturas médias mensais superiores a 0° C, em décimas de grau; Pp: precipitação positiva anual: soma da precipitação nos meses usados no cálculo de Tp.
los <sub>2</sub>	$los_2 = (Pps_2 / Tps_2)10$	Tps <sub>2</sub> : soma das temperaturas médias mensais superiores a 0° C dos dois meses mais quentes do trimestre de Verão, em décimas de grau; Pps <sub>2</sub> : soma da precipitação dos meses usados no cálculo de Tps <sub>2</sub>
los <sub>3</sub>	$los_3 = (Pps_3 / Tps_3)10$	Tps <sub>3</sub> : soma das temperaturas médias mensais superiores a 0° C dos três meses mais quentes do trimestre de Verão, em décimas de grau; Pps <sub>3</sub> : soma da precipitação dos meses usados no cálculo de Tps <sub>3</sub>
los <sub>4</sub>	$los_4 = (Pps_4 / Tps_4)10$	Tps <sub>4</sub> : soma das temperaturas médias mensais superiores a 0° C dos três meses de Verão e do que os antecede, em décimas de grau; Pps <sub>4</sub> : soma da precipitação dos meses usados no cálculo de Tps <sub>4</sub>
Tp		Tp: temperatura positiva anual: soma das temperaturas médias mensais superiores a 0° C, em décimas de grau;