

ESTIMATIVA PRECOCE DA PRODUÇÃO DE VINHO PELO MÉTODO AEROPOLINICO II – REGIÕES DEMARCADAS DA BAIRRADA E DÃO

EARLY ESTIMATE OF WINE PRODUCTION BY MEANS OF AIRBORNE POLLEN II- DEMARCATED REGIONS OF THE BAIRRADA AND DÃO

**M. Cunha¹; V. Pedroso²; C. Almeida³; I. Abreu⁴;
P. Pinto⁵ & R. Castro⁶**

¹ S.A. de Ciências Agrárias da Fac. de Ciências U.P. PAMAF 6148- ADVID; mcunha@icav.up.pt

² CEVD – Centro Experimental Vitivinícola do Dão – Nelas

³ EVB – Estação Vitivinícola da Bairrada - Anadia

⁴ Departamento de Botânica da Faculdade de Ciências da U.P.; inoronha@ibmc.up.pt

⁵ ISA – Instituto Superior de Agronomia – Tapada da Ajuda–1339 LISBOA Codex

⁶ ISA – Instituto Superior de Agronomia – Tapada da Ajuda–1339 LISBOA Codex; PAMAF 6148-Coordenador.

(Manuscrito recebido em 20.09.00. Aceite para publicação em 03.11.00)

RESUMO

Com o objectivo de prever a produção anual de vinho nas Regiões Demarcadas da Bairrada e Dão, desde 1990 temos vindo a proceder à monitorização da concentração polínica da atmosfera (CPA) em locais estratégicos das regiões, utilizando o “Método Cour” (Cour,1974). Os modelos construídos para ambas as regiões permitem uma avaliação fiável e precoce do potencial de colheita passível de apoiar medidas de carácter social, técnico e económico.

A utilização de modelos paramétricos aos fluxos temporais das emissões polínicas permite definir um Índice Polínico Regional que, quantificando rigorosamente a quantidade anual de pólen, atribui um elevado ajuste dos modelos de previsão construídos para ambas as regiões. A operacionalidade desta metodologia para além de uma rigorosa técnica aeropolinológica está também muito dependente da integração de dados agronómicos, indispensáveis para a validação da relação pólen x produção.

De acordo com os testes estatísticos apresentados, é possível, excluindo problemas pós-florais (10% dos casos), explicar cerca de 95 a 99% das flutuações inter-anuais da produção de vinho respectivamente na Bairrada e Dão, cerca de quatro meses antes da vindima. A comparação entre as produções regionais declaradas e ajustadas apresentam para os anos em estudo um

desvio médio de 6% na Bairrada e 3% no Dão, quando utilizados em situação de previsão -ano 1999-os desvios foram de cerca de 4 e <1% respectivamente na Bairrada e Dão.

Palavras Chave: Viticultura, Previsão, Clima, Pólen

Key Words: Viticulture, Forecast, Climat, Pollen

INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos que o agricultor num exercício dinâmico e organizador essencial à actividade, relacionou os diferentes fenómenos que afectam as culturas, com as perspectivas de colheita.

A observação contínua do clima e a sua incidência nas distintas fases das culturas, até à análise precoce de vários componentes biológicos da produção foram sendo utilizados para prever a sua influência sobre a qualidade e quantidade da colheita. Recorrendo sobretudo à memória procuravam “desenhar” o futuro à imagem do passado. As previsões avançadas, impregnadas de subjectividade e imaginação, assumiam muitas das vezes um carácter profético.

Os métodos de previsão foram evoluindo sobretudo na escolha das variáveis explicativas, técnicas de amostragem, laboratoriais e instrumentais, cuja fiabilidade e precocidade permitem, obter actualmente, em algumas regiões vitícolas, dados fiáveis passíveis de apoiar medidas de carácter social, técnico e económico.

A produção vitícola anual de uma região depende de factores edafo-climáticos, biológicos, tecnológicos e sócio-económicos, caracterizados por grandes flutuações temporais e espaciais, cujas interações e compensações, dificilmente perceptíveis, inviabilizam o seu estudo discreto ou sequencial (Cunha, 1996). A imperativa consideração simultânea dos factores referidos aliados à padronização das amostras, reprodutibilidade metodológica e rápida evolução das áreas em produção, tem promovido a análise polínica atmosférica como metodologia de previsão de colheitas em viticultura.

Os primeiros estudos de aerobiologia polínica com a finalidade de previsão quantitativa de colheitas em viticultura, foram implantados nas regiões de Bordéus e Champanhe no início da década de 80 utilizando “captos passivos do tipo Cour” (Cour e Van Campo, 1980). Não obstante a reduzida informação sobre a efectiva operacionalidade do método, que, por isso tinha uma utilidade meramente exploratória, na altura, o suporte financeiro para o seu funcionamento, para além de fundos comunitários e nacionais, contou ainda com a contribuição de Organismos Interprofissionais, o que demonstr(av)a o interesse nestas regiões do conhecimento antecipado do volume de colheita. A partir de 1985-86 verificou-se um aumento do número de postos difundidos por outras Regiões de França e Espanha (Besselat e Cour, 1993).

Mais tarde, com a finalidade de obtenção de informações precoces, evitar a repetição de trabalhos e padronizar as metodologias das estatísticas agrícolas, a Comissão Europeia (C.E) incrementou o desenvolvimento de um projecto piloto tendo em vista a introdução da teledetecção espacial (baixa resolução: captos Landstat TM e SPOT) para a determinação das superfícies totais por cultura (com importância significativa) ao nível das regiões. Estes dados,

eram cruzados posteriormente com informação sobre as produções agrícolas obtida através da teledeteccção (alta resolução: captadores AVHRR satélites NOAA), modelos agrometeorológicos e modelos polínicos (Vossen, 1990). Este procedimento foi definido em 1988 segundo as prioridades da Direcção Geral VI de Agricultura, em colaboração com o gabinete de estatísticas das Comunidade Europeia-EUROSAT- e designado “Projecto Piloto de Teledeteccção Aplicado às Estatísticas Agrícolas” anteriormente designado projecto MARS (“Monitoring Agriculture With Remote Sensing”) (CEMAGREF, CNRS, 1991).

Este ambicioso programa foi desenvolvido pelo “Centre Commun de Recherche” (CCR-ISPRA; Itália) em parceria com organismos estatais ou privados. Neste âmbito, o CCR fez um investimento considerável no estudo da aplicação do método de previsão do potencial de produção Vitícolas e Oleícolas, com base no doseamento do pólen da atmosfera (“modelo pólen”). O investimento distribuiu-se por um período inicial de 3 anos: Maio de 1989 a Maio de 1992 (CEMAGREF, CNRS, 1991), prolongando-se por um período de mais 5 anos: 1992 a 1997 - e compreendeu a instalação, gestão e análise de 49 postos de observação em 6 países da Comunidade Europeia (Alemanha, Espanha, França, Grécia, Itália e Portugal) (Besselat e Cour, 1993).

Enquadrado neste projecto Europeu, foram instalados no nosso País em 1989, três postos de recolha polínica nas três Regiões Demarcadas (Dão, Bairrada e Vinhos Verdes). O apoio financeiro do PAMAF I&ED, permitiu, a partir de 1997, o suporte financeiro para a continuidade dos estudos em curso, alargamento do número de postos de captação polínica conducentes a uma cobertura Nacional e instalação de um laboratório de análises polínicas no Departamento de Botânica da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (Cunha *et al.*, 1998)

A quantidade de postos envolvidos e a sua distribuição permite avaliar a portabilidade e adaptabilidade do método a situações agro-ecológicas muito variáveis. No Quadro I seguinte apresentamos uma súmula dos resultados dos 6 últimos anos de funcionamento da referida rede de postos da CCR.

QUADRO I

Resultados e explicação da relação pólen x produção na rede CCR.

Results and explanation of the relationship pollen x production in the net CCR

REDE CCR	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Total de dados observados (n°)	37	38	40	39	47	25
Não utilizáveis (n°)	4	3	1	3	5	1
Tendência correcta (%)	48%	57%	56%	45%	22%	38%
Tendência média (%)	24%	14%	26%	16%	45%	33%
Tendência não satisfatória (%):	27%	29%	18%	39%	33%	29%
- Factores explicativos (a):						
- Condições pós-florais	38%	44%	60%	48%	b)	56%
- Condições climáticas na floração	23%	-	-	-	b)	-
- Orientação do Vento	15%	11%	10%	13%	b)	12%
- Lixiviação dos filtros	-	11%	-	9%	b)	-
- Representatividade do local	23%	-	30%	9%	b)	8%
- Não totalmente esclarecidos	-	22%	30%	13%	b)	24%

Adaptado de (CEMAGREF 1991, 92, 93, 94, 95, 97; Besselat et al, 1997)
um ou vários factores podem estar em causa. b) dados não disponíveis

A definição de situações tipo que permite a quantificação dos resultados do Quadro I foi a seguinte (CEMAGREF, CNRS 1991, 93, 94, 95; Besselat *et al.*, 1997):

Dados não utilizáveis: situações anómalas, não directamente imputáveis ao método como, por exemplo, primeiro ano de funcionamento, colocação tardia dos filtros e dificuldades de obtenção dos dados estatísticos sobre a produção.

Tendência correcta: existe um bom ajuste entre a quantidade de pólen e a produção, podendo esta variável ser utilizada para prever o potencial de produção da zona amostrada. O quadro anterior permite verificar cerca de 50% dos casos nestas situações.

Tendência média: a relação pólen x produção tem um baixo poder explicativo da produção e, embora os resultados possam ser tendencialmente interpretados, são geralmente excluídos da construção do modelo de previsão.

Tendência não satisfatória: devido a causas diversas, de que se destacam as condições pós-florais, os resultados não são directamente utilizáveis para construir um modelo de previsão. As condições pós-florais, apenas detectadas por informação agronómica, são responsáveis por 40 a 60% de resultados com este tipo de tendência.

O “método Cour” vem sendo aplicado com sucesso na previsão de rendimentos agrícolas em várias culturas de Regiões temperadas estando, no entanto, por averiguar a sua aplicabilidade em regiões Mediterrâneas em geral (CEMAGREF, CNRS, 1995) e no nosso País, em particular. Neste trabalho, após identificar e justificar o conjunto de situações que não podem ser explicadas por este tipo de metodologia, apresentamos a relação pólen x produção cujos testes estatísticos e desvios entre produção real e ajustada nos levam a concluir que poderá ser um contributo importante na previsão do potencial de colheita 4 meses antes da vindima.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados da produção vitícola regional, utilizados na construção dos modelos, foram cedidos pelo Instituto da Vinha e do Vinho (IVV) - 1990 a 1998 - e Comissões Vitícolas Regionais (CVR) -1999- e resultam do tratamento das declarações de produção dos vicultores das Regiões Demarcadas do Dão e Bairrada, no período referido.

Para a amostragem polínica da atmosfera utilizámos porta-filtros (Labover) com interceptor de fluxo (Cata-vento) que permite a sua orientação face aos ventos dominantes. A intercepção passiva do pólen é feita por unidades verticais filtrantes de 400 cm² constituídas por 6 camadas de gaze hidrófila

(celulose) impregnada de óleo de silicone para assegurar uma eficaz retenção. Têm uma eficiência de filtração que varia de acordo com a velocidade do vento entre os 17 e 24% pelo que, na análise dos dados, é utilizado um coeficiente médio de 20% (Cour, 1974; Gros, 1984). Durante a floração, os filtros são expostos por um período de 3 a 4 dias na Bairrada e no Dão, durante 2-3 dias.

No laboratório, os filtros são analisados segundo o “método Cour” (patente ANVAR 7345988), que compreende essencialmente duas partes distintas: o tratamento físico-químico das unidades filtrantes e a contagem microscópica (X630 a seco) presente no sedimento anterior Cour (1974). As análises laboratoriais foram realizadas pelo Institut des Sciences de l’Evolution - Universidade de Montpellier II; laboratoire de Paléoenvironnements & Palynologie.

Os resultados são apresentados em número de grãos de pólen numa secção unitária de fluxo (m^2) transportados por m^3 de ar, considerando o comprimento da coluna de ar filtrado medida por uma estação de vento anemo-direccional (Cimel-Enerco 402) colocada nos locais de amostragem, com dois sensores independentes para a quantidade e direcção do vento.

Na Região do Dão, os equipamentos estão instalados no concelho de Nelas, na torre da Igreja da Freguesia de Carvalhal Redondo, a uma cota próxima de 22 metros e com as coordenadas 40°N, 7°51W e altitude de 440 m. Na região da Bairrada no concelho de Anadia - 40°26N, 8°26W e altitude de 45 m - no cimo do depósito de água municipal na Freguesia de Óis do Bairro, a uma cota de cerca de 30 metros (Fig. 1).

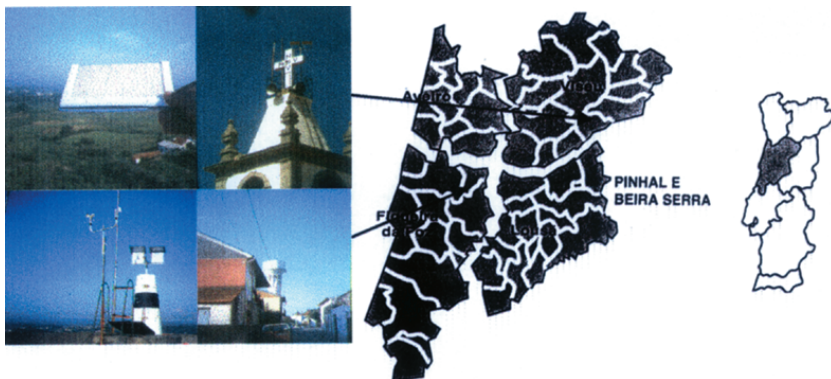


Fig. 1 - Locais de amostragem polínica nas regiões da Bairrada e Dão e equipamento de amostragem.

Location of the airborne sampling station in the regions of Bairrada and Dão and pollen collecting equipment

Para a definição do Período Principal de Polinização (PPP) e Índice Polínico Regional (IPR) (Cunha, 1996), procedemos ao ajustamento de funções logísticas ao comportamento temporal das emissões polínicas. Neste modelo paramétrico, a função não linear é definida por: $Y_t = \alpha[1 + e^{-(\beta + \gamma X_t)}]^{-1} + \epsilon_t$ em que $t = 1, \dots, n$; sendo Y_t a quantidade de pólen no dia X_t referido ao dia 1 de janeiro, α a distância entre as duas assíntotas, β um parâmetro de posição, γ está relacionada com a taxa de aumento de pólen e ϵ_t são erros independentes, idêntica e normalmente distribuídos (Otero, 1993). Os parâmetros foram estimados pelo método Levenberg-Marquardt, recorrendo à função “regression nonlinear” do SPSS® versão 9.0 (SPSS, 1999).

A função de distribuição de probabilidade acumulada deste tipo de modelos permite determinar quando as emissões polínicas têm acréscimos mais que proporcionais e decrescentes ao longo da cinética da antese - pontos estratégicos que permitem determinar rigorosamente o período principal de polinização (PPP) e quantificar a quantidade de pólen regional anual.

Para explicar as flutuações anuais da produção de vinho através da quantidade de pólen, na obtenção das estimativas dos parâmetros consideramos o modelo de regressão linear estocástico:

$$Y_t = \sum_{i=0}^k \beta_i X_{it} + \epsilon_t \quad \text{com } t = 1990 \dots n \text{ (1998), em que:}$$

Y_t = produção regional anual de vinho (variável endógena)

X_i = Índice de polinização regional anual (variável exógena)

t = representa o ano em estudo e n o seu número

Neste caso $K=1$, pelo que β_0 e β_1 são os únicos parâmetros a estimar e ϵ_t o termo estocástico - erro (Gujarati, 1988). Os parâmetros $\hat{\beta}_i$ são estimados pelo método dos Mínimos Quadrados (M.Q.), recorrendo ao programa estatístico SPSS® versão 9.0. Uma vez obtido o modelo, poderá ser utilizado para efectuar previsões, isto é, para estimar variáveis endógenas associadas a valores das variáveis exógenas. Obtivemos um melhor ajuste procedendo a transformações logarítmicas na variável independente (Bairrada) ou em ambas (Dão).

Para cada modelo procedemos à análise de variância para testar $H_0: \beta_1 = 0$. Na Figura 2 apresentamos o intervalo de predição-95% (100 (1- α))- para futuras observações (y_0), correspondentes a determinado valor da quantidade de pólen (x_0) (Montgomery, 1992):

$$\hat{y}_0 - \Delta \leq \hat{y}_0 \leq \hat{y}_0 + \Delta \Rightarrow \Delta = t_{\alpha/2, n-2} \sqrt{MS_E \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{x_0 - \bar{x}}{S_{xx}} \right)^2};$$

em que MS_E = quadrado médio dos resíduos.

O ajustamento dos modelos foi analisado pelo coeficiente de determinação (R^2) e desvio percentual entre os dados reais de produção e os dados ajustados à curva de regressão.

A soma dos quadrados dos resíduos de predição (PRESS-Prediction Errors Sum Squares) é uma medida da capacidade predictiva dos modelos, sendo definida supondo que se ajusta o modelo n vezes, suprimindo de cada vez uma das observações, o que permite gerar um conjunto de resíduos independentes dos dados e avaliar a dependência do modelo de determinada observação (Myers, 1986). O teste estatístico PRESS, permitiu construir o coeficiente de determinação para a predição ($R^2_{prd.}$):

$$R^2_{prd.} = 1 - \frac{PRESS}{S_{yy}} \quad (\text{Montgomery e Peck, 1992}).$$

Este teste permite avaliar qual a fracção da variabilidade das futuras observações (colheitas) que pode ser explicada pelo modelo (Otero, 1993) sendo, portanto um indicador da capacidade predictiva dos modelos de observações não utilizadas na sua construção. A quantidade de pólen captada em 1999 é utilizada para simular uma previsão de colheita, disponibilizando os resultados ajustados aos modelos e respectivos intervalos de predição para diferentes graus de risco de 5 e 10%. O aumento do grau de risco permite uma diminuição da amplitude do intervalo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os modelos logísticos ajustados à quantidade acumulada de pólen durante o período de amostragem (Figura 2) apresentam coeficientes de determinação (R^2), com excepção de 1997 na região do Dão- $R^2 = 0,94$ - sempre superiores a 0,98. Estes coeficientes permitem avaliar a capacidade explicativa da cinética de floração por este tipo de modelos. Para a cidade de Cartagena, com clima Mediterrâneo, Moreno-Grau et al. (1998) também obtiveram um bom ajuste da função logística para explicar a evolução da concentração polínica de várias espécies em função de variáveis climáticas.

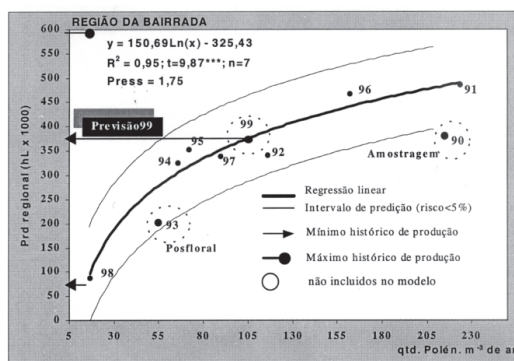
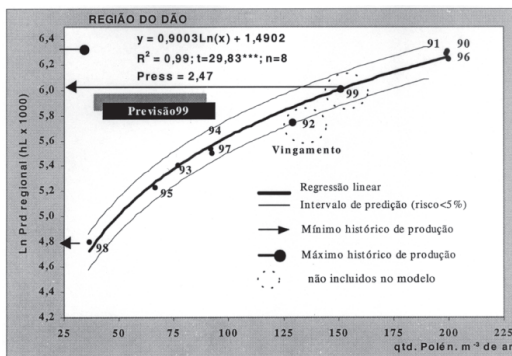


Fig. 2 - Forma funcional dos Modelos ajustados para as regiões da Bairrada e Dão e intervalo de predição.

Functional form of the Model adjusted for Bairrada e Dão regions, and prediction interval

Na região da Bairrada em 1990 é possível verificar que a amostragem se iniciou tardiamente, o que levou à exclusão deste ano da construção do modelo para a região (Figura2).

Em 1995 registou-se na região do Dão uma forte geada generalizada cerca de um mês após o abrolhamento (mês de Abril) que destruiu praticamente todos os sarmentos evoluídos das vinhas da região. Nos sarmentos afectados verificou-se posterior evolução de um grande número de gomos latentes e secundários (Pedroso et al., 1995). A heterogeneidade originada por este acidente, a decisão da “poda de correcção pós geada” por muito viticultores e a baixa fertilidade dos gomos secundários (Huglin, 1986), responsáveis por uma parte significativa da colheita nesse ano (Pedroso et al., 1995), permitem explicar a reduzida taxa de polinização e a grande duração do período de floração verificada em 1995 na região do Dão (Figura 3). Este acidente permite avaliar a sensibilidade deste método aos acidentes pré- florais anteriores à

antese. Todavia, Besselat et al. (1997), referindo-se aos locais da rede Europeia, verificou que em cerca de 5 a 20% dos casos se verifica uma perda de representatividade quando as geadas primaveris, afectam de modo não uniforme a região.

Nas regiões estudadas, as séries parciais de produção regional de vinho apresentam valores próximos do máximo e mínimo (anos de 1998 e 1990), o que permite a aplicabilidade destes modelos num amplo intervalo de situações característico da produção de vinho.

Fig. 3 - Comparação interanual da curva polínica acumulada (símbolos), com a prevista pela função logística (linha) no Dão e Bairrada.

Temporary distribution of the pollen dispersal, adjusted logistic model and Main Pollen Period (PPP) in the two regions for the years 1990 to 1999

O escasso número de anos disponível para construção dos modelos é susceptível à ocorrência de observações (anos) que influenciam muito significativamente a regressão, pelo que se torna necessário analisar individualmente todas as observações.

Os menores ajustes entre as produções reais e ajustadas ao modelo verificaram-se apenas em dois anos distintos para cada uma das regiões - ano de 1993 na Bairrada e 1992 no Dão. No primeiro caso, as condições térmicas favoráveis durante o abrolhamento até ao estado H de Bagiolini originaram um crescimento regular. Posteriormente, verificou-se a ocorrência de precipitações frequentes

e abaixamento de temperatura que originaram uma floração prolongada e a incidência de desavinho sobretudo na casta Baga (Almeida et al, 1993). No verão, as precipitações promoveram ataques de fungos (Mildio, Oídio e Botrytis). As vindimas muito tardias acompanhadas de fortes precipitações acentuaram o desenvolvimento da podridão, originando um estado sanitário das uvas que levou alguns viticultores a decidirem não vindimar (Almeida et al, 1993).

Na região do Dão, no ano 1992, verificou-se uma produção de vinho muito inferior à que seria de esperar pela introdução da quantidade de pólen no modelo (Figura 2). Em parcelas controladas por Pedroso et al (1992), as observações referem uma saída de inflorescências idêntica à de 1991, o que em parte confirma a quantidade de pólen obtida neste ano e sugere a influência de factores pós-florais na modificação do potencial de produção.

Neste ano, verificou-se uma quebra brusca da temperatura em plena floração, que se manteve por um período de cerca de 22 dias (Figura 4). Durante este período, as temperaturas médias diárias foram sempre inferiores a 15°C, descendo em alguns dias até aos 11,5°C (dias 2, 3 e 5 Junho) e mesmo próximo dos 10°C (dia 9 Junho), valores que se podem considerar anormalmente baixos para esta época do ano. Durante o período da floração, temperaturas médias inferiores a 15°C perturbam a fecundação e vingamento, situando-se o óptimo diurno próximo dos 30°C, valor a partir do qual, começa a ser depressivo (Carbonneau et al., 1992). Toda (1992) refere que após a deposição do grão de pólen sobre o estigma, o tempo para o tubo polínico alcançar o óvulo é de 5 a 7 dias para temperaturas de 15°C e de apenas algumas horas para temperaturas de 27 a 32°C.

Fig. 4 - Evolução temporal das emissões polínicas e variáveis climáticas diárias e média móvel de 5 dias para a temperatura e humidade relativa (Linha preta) em 1992 na região do Dão.

Temporary evolution of the pollen dispersal and daily and moving average 5 days of climatic variables for the temperature and relative humidity (black Line) in 1992 in the Dão region

As condições térmicas desfavoráveis foram acompanhadas por chuvas persistentes de intensidade variável (Figura 4). Períodos de chuvas prolongadas dificultam a ereção dos estames e conseqüente abertura e destacamento da caliptra, provocam aglomeração dos grãos de pólen dificultando o seu transporte e diminuem a viscosidade das secreções do estigma que, dificultando a adesão do grão do pólen, aumentam a susceptibilidade ao arrastamento pela chuva (Branas, 1979; Galet, 1983); todavia, Carboneau et al., (1992) referem que apenas algumas horas de tempo seco por dia são suficientes para assegurar a antese.

As condições climáticas do ano 1992 foram, portanto, susceptíveis de originar menores taxas de fecundação e vingamento, sendo contudo, difícil a separação do seu efeito, porque a períodos de chuva estão vulgarmente associados abaixamentos de temperatura. A fecundação e vingamento, constituem fases cruciais de variação do volume de colheita. Contudo, as condições climáticas durante e após a dispersão polínica, embora possam prever a sua ocorrência, não permitem a sua quantificação.

Perturbações climáticas idênticas - chuvas persistentes e quebra brusca da temperatura - registadas também em outros Países da Europa que integram a rede de captação polínica do CCR (Quadro I), foram responsáveis por cerca de 28% dos casos que dificultaram o ajuste da relação pólen x produção em 1992 (CEMAGREF, CNRS 1993).

Estes resultados permitem demonstrar que, sendo a fecundação e vingamento apenas em parte explicados pelo “modelo pólen”, constituem uma fonte de variação a introduzir noutros modelos mais complexos ou “sub-modelos” de previsão de colheitas conjuntamente com as condições climáticas pós-florais com influência no estado sanitário da colheita, conforme justificado anteriormente no ano de 1993, na Bairrada.

Existe, portanto, um ano em cada região cujos desvios entre as produções declaradas e ajustadas ao “modelo pólen” tem causas identificadas e justificadas. Apesar de considerarmos pertinente a sua inclusão na construção dos modelos para avaliar as limitações desta metodologia, numa segunda fase, devemos proceder à reformulação dos modelos, excluindo estes anos.

QUADRO II

Análise estatística dos modelos de previsão e valor de produção 1999 ajustado.

Model building, analyses of validation tests and adjusted production for 1999

De acordo com os testes estatísticos, é possível, excluindo problemas pós-florais, explicar cerca de 95 a 99% das flutuações inter-anuais da produção de vinho respectivamente na Bairrada e Dão através da análise polínica da atmosfera. Segundo os valores do coeficiente de predição ($R^2_{\text{prd.}}$), podemos esperar destes modelos a explicação de 92 a 98% da variabilidade na previsão de futuras observações do potencial de produção de vinho na Bairrada e Dão respectivamente 4-5 meses antes da vindima (Quadro II). Estes valores muito próximos do coeficiente de determinação, permitem valorizar a boa capacidade preditiva dos modelos.

A série de produção estudada para a região do Dão (Figura 2), apresenta flutuações polarizadas entre as produções máximas (anos 90; 91 e 96) e abaixo da média (anos 93, 94, 95, 97 e 98), enquanto que na Bairrada, distribuem-se mais uniformemente entre os extremos de produção definidos pelos anos de 1998 e 1991, o que explica uma menor capacidade preditiva, de acordo com os testes estatísticos (PRESS), do modelo ajustado para a região do Dão, comparativamente à Bairrada. A inclusão do ano de 1999, com uma produção acima da média, contribui para aumentar a capacidade preditiva do modelo na Região do Dão.

A análise estatística anterior embora demonstre o ajuste das variáveis - pólen e produção- a um modelo teórico, não demonstra a sua coerência biológica. No caso de um ajuste de um modelo teórico entre as duas variáveis do tipo: $Y_{\text{(produção)}} = aX_{\text{(pólen)}} + b$ em que $b > 0$, o que significaria existir sempre uma quantidade de produção, independentemente da quantidade de pólen, ou seja, mesmo que não existisse pólen, paradoxalmente, existiria produção. Observando a estrutura de ambos os modelos ajustados, verificamos que existe uma quantidade mínima de pólen abaixo da qual não existe produção. Todavia, enquanto na região da Bairrada esse valor (10,08 pólen m^{-3} ar) está muito próximo do mínimo (16,48 pólen m^{-3} ar) obtido no ano 1998, na região do Dão está muito aquém do valor mínimo de pólen da série estudada (36,44 pólen m^{-3} ar em 1998). Por outro lado, ambos os modelos indicam que a produção de vinho está condicionada pela produção de pólen, mas não directamente. Estes valores sugerem que após determinado limite da quantidade de pólen esta deixa de ser um factor limitante da produção, ou seja, verifica-se a produção de uma quantidade de pólen muito superior às suas efectivas necessidades.

Os desvios entre as produções declaradas e ajustadas aos modelos apresentam um desvio médio de 6% na Bairrada e 3% no Dão. Em 1999 as produções declaradas conhecidas apenas em Março, foram de $380 \times 10^3 \text{hl}$ na Bairrada e de $425 \times 10^3 \text{hl}$ no Dão o que representa um desvio de 4 e 1% das previsões ajustadas respectivamente na Bairrada e Dão (Figura 5)

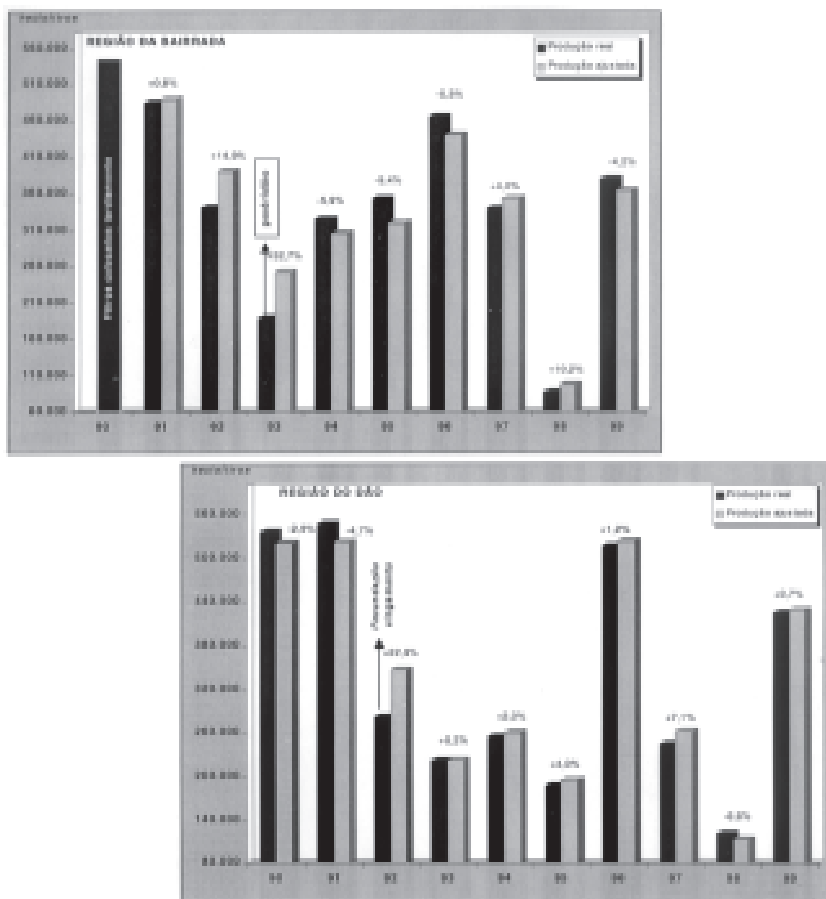


Fig. 5- Desvio percentual entre a produção declarada e ajustada aos modelos construídos para cada região.

Relationship between observed and adjusted regional production to the models built for each area.

Estes resultados confirmam, a pouca importância, de factores pós-florais como a falta de água no período estival (stress hídrico), no rendimento de transformação industrial de uvas em vinho obtidos noutras regiões de Portugal (Cunha et al., 2000), relativamente ao potencial de produção conhecido desde a floração. Quando comparados com outros Países (Quadro I), os resultados da Bairrada (10%) e Dão (10%) revelam uma menor influência de factores climáticos pós-florais, na alteração do potencial de produção. Nas nossas condições, o “stress hídrico” durante a maturação, embora mais intenso que noutras regiões, apresenta uma menor variabilidade inter-anual, o que reforça a adaptabilidade deste tipo de metodologia a estas condições.

CONCLUSÃO

A fiabilidade dos modelos testados, permite disponibilizar informação precoce sobre o potencial de produção, passível de utilização como suporte de medidas orientadoras do sector. Todavia, os resultados apenas são aplicados a uma zona de produção importante não permitindo a separação por sub-região ou casta a não ser que estas sejam em número reduzido e/ou com datas de floração bem separadas no tempo

No período da floração, a densidade da fracção polínica da atmosfera, não representa senão um potencial de colheita. A precocidade com que são feitas estas previsões, não permite integrar a influência de parâmetros posteriores à floração tais como perturbações da fecundação e vingamento, doenças, *stress* hídrico durante a maturação, rendimento industrial de transformação de uvas em vinho. Todavia, não obstante a incidência de doenças possa ser importante ao nível da parcela ou exploração, os seus efeitos são muito mais atenuados quando se passa para a escala regional. Quanto ao rendimento industrial de transformação, os bons resultados das previsões obtidas com a densidade polínica determinada na floração, parecem relegar para segundo plano a sua influência na produção. Por outro lado, a ligação aos relatórios agronómicos permite fundamentar a explicação dos resultados brutos anuais obtidos pela amostragem polínica e decidir relativamente à sua utilização no modelo e conseqüente emissão ou não de uma previsão nesse ano.

Para além da viticultura, este método permite, a obtenção de informação precoce sobre a produção de outras culturas, com expansão e importância económica em Portugal e cuja amostragem simultânea sem originar acréscimos significativos de encargos, pode contribuir para a diluição de alguns dos seus custos fixos.

Todavia, não obstante os estudos em curso venham confirmar a eficácia do “modelo pólen” para as condições climáticas de Portugal, há que ponderar que o seu futuro depende da continuação da congregação de esforços conseguida nos protocolos de colaboração/cooperação entre as várias instituições, bem como a utilização Institucional dos dados fornecidos (única razão da sua existência), passo importante no sentido da organização integral do sector e a reformulação ou realização efectiva de medidas orientadoras que lhe possam garantir uma “saudável situação económica e social”, vertentes consagradas da defesa das Denominações de Origem.

AGRADECIMENTOS

F. Alves (ADVID), P. Costa (ADVID), A. Faria (IVP), T. Mota (CVRVV), A. Maria (C.Amarante), O.Gato (CVRA), M. Andrade (CARM), R. Correia

(CVRAAT); J. Silvestre (CVRR); O. Faustino (IVV). (CCR-ISPRA) pela autorização para a publicação dos dados polínicos 1990 a 1997. Trabalho financiado pelo PAMAF-IED projecto 6148.

SUMMARY

Early estimate of wine production by means of airborne pollen II- Demarcated region of Dão and Bairrada

Aiming to predict the yearly wine production on the Demarcated Region of Bairrada e Dão, we have been monitoring, since 1990, the airborne pollen concentration (CPA) in strategic places within these regions using the “Cour Method” (Cour, 1974). The models developed for both regions assure an ex-ante reliable evaluation of wine production which is essential to support social, technical and economic measures.

The use of parametric models to measure temporal flows of pollen emissions allows the definition of a Pollen Regional Index. This index provides the forecasting models with a considerable degree of fitness, due to its accurateness on quantifying the annual amount of pollen emissions. In practice, the adequacy of this methodology depends not only on the use of an accurate aeropolynological technique but also on the integration of agronomic data indispensable for validating the relation between pollen and production.

The statistic tests show that, excluding post-blooming problems (10% of the cases), it is possible to explain, approximately four months before harvest, 95 to 99% of the wine production's variations across years in Bairrada and Dão, respectively. For the years in analysis, the comparison between declared and adjusted regional productions reveals an average spread deviation of 6% in Bairrada and 3% in Dão. Additionally, when the year of 1999 is used for forecasting purposes the average spreads obtained are equal to 4 and <1% in Bairrada and Dão, respectively.

RÉSUMÉ

ESTIMATION PRÉCOCE DE LA PRODUCTION DE VIN SELON LA MÉTHODE AËRO-POLLINIQUE. II- RÉGIONS DÉLIMITÉES BAIRRADA ET DÃO

Dans le but de prévoir la production annuelle de vin depuis 1990, dans les régions délimitées de la Bairrada et du Dão, nous avons procédé à un suivi de la concentration atmosphérique en pollen (CPA) dans les lieux stratégiques de ceux deux régions vitivinicoles, en utilisant à cet effet la “méthode Cour” (Cour, 1974). Les modèles construits pour les deux régions permettent d'obtenir une évaluation fiable et précoce du potentiel de récolte, conduisant à l'application d'actions d'ordre sociale, technique et économique.

L'application de modèles paramétriques aux flux temporels des émissions de pollen, permettent de définir un Indice Pollinique Régional qui, en permettant de quantifier rigoureusement la quantité annuelle de pollen, permet de réajuster des modèles de prévision conçus pour les deux régions en question. L'application de cette méthodologie dépend d'une part de la technique rigoureuse d'aéropollinologie, et d'autre part, de l'intégration des données agronomiques, indispensables à la validation de la relation pollen/production.

Selon les tests statistiques effectués, et si l'on exclu les problèmes pos-floraison (10% des cas), il est possible d'expliquer environ 95 à 98% des fluctuations inter-annuelles de la production de vin, environ quatre mois avant la vendange, respectivement pour les régions de la Bairrada et du Dão. La comparaison entre les productions régionales déclarées et ajustées, pour les années étudiées, présentent un écart moyen de 6% pour la région de la Bairrada et 3% pour la région du Dão; dans le cas des prévisions pour 1999, les écarts enregistrés ont été de 4 et <1%, respectivement pour les régions de la Bairrada et du Dão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida C., Aires A., Castro R. 1993. *Fiche synthétique "etat general" Vigne; Rapport agronomique*. Project CEMAGREF/CNRS; Previson de recolte. Estação Vitivinícola da Bairrada – Anadia, ciclostilado.

Besselat B., Cour P., 1993.- Méthode intégrée de prévision précoce de récolte à partir de l'analyse pollinique de l'atmosphère. *CR. Coll. Vinandino 93*, Mendonza, 14-20 Novembre.

Besselat B., Cour P., Montanarella L., 1997- Méthode intégrée de prévision de récolte basée sur le dosage pollinique de l'atmosphère: d'une prévision locale à une prévision nationale. *Actas do XXII Congrès Mondial de la Vigne et du Vin*. Buenos Aires, 1-8 diciembre 1997.

Branas J., 1979- Viticulture. Montpellier, ed autor, 990p..

Carbonneau A., Riou C., Guyon D., Riom J., Schneider C., 1992 - *Agrométéorologie de la vigne en France*. Office des Publications Officielles des Communautés Européennes Ed. Luxembourg. 165 p..

CEMAGREF, 1998.- *Projet prévision de récolte. Phase III Rapport Intermediaire, Floraison 1997*. Contrat d'étude CEMAGREF 10935-95-04 F1 ED ISP F. Ciclostilado.

CEMAGREF, CNRS, 1991.- *Projet prévision de récolte. Rapport final, années 1989, 1990 et 1991*. Convention CEE/CCR ISPRA. Ciclostilado

CEMAGREF, CNRS, 1993.- *Projet prévision de récolte. Phase I Rapport final, année 1992*. Contrat d'étude 4922-92-08 ED ISP F. Ciclostilado.

CEMAGREF, CNRS, 1994.- *Projet prévision de récolte. Phase II Rapport final, année 1993*. Contrat d'étude 4922-92-08 ED ISP F. Ciclostilado.

CEMAGREF, CNRS, 1995.- *Projet prévision de récolte. Phase III Rapport Intermediaire+Rapport final, année 1994*. Contrat d'étude 4922-92-08 ED ISP F. Ciclostilado.

CEMAGREF, CNRS, 1996.- *Projet prévision de récolte. Phase I Rapport final, année 1995*. Contrat d'étude CEMAGREF 10935-95-04 F1 ED ISP F et CNRS 10930-95-04 F1 ED ISP F. Ciclostilado.

Champagnol F., 1984- *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture generale*. Montpellier, 351p..

Cour P., 1974. Nouvelles techniques de détection des flux et des retombées polliniques: étude de la sédimentation des pollens et des spores à la surface du sol. *Pollens et Spores*. **16**(1): 103-141.

Cour P., Van Campo M., 1980. - Prévisions de récolte à partir de l'analyse du contenu pollinique de l'atmosphère. *C.R. Acad. Sci. Paris. Sér. D*. **290**: 1043-1046.

- Cunha M., 1996. *Previsão Quantitativa de Vindimas na RDD*. Dissertação de Mestrado apresentada na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Cunha M., Bianchi-de-Aguiar F., Costa P., Gato O., Castro R. 1998 Rede Nacional de Amostragem da Fração Polínica da Atmosfera para a Previsão do Potencial de Colheitas- Situação Actual e Perspectivas. *4º Simpósio de Viticultura do Alentejo* 103-110.
- Cunha M., Costa P., Abreu I., Pinto P., Castro R. 2000 Estimativa precoce da produção de vinho pelo método aeropolínico I – Regiões Demarcada do Douro. *Ciência e Téc Vitiv.* **14**(2), 45-54.
- Galet, P., 1983- *Precis de Viticulture*. Déhan, Montpellier, 584p..
- Gros R., 1984.- Méthodes informatiques appliquées à l'analyse pollinique au laboratoire de Montpellier. *Ann. Mines Belgique*, **3**: 351-368.
- Gujarati D., 1988- *Basic econometrics*. 2ª Edition. McGraw Hill. S. Paulo. Brasil.
- Huglin P., 1986- *Biologie et Écologie de la vigne*. Payot-Lausanne, Paris, 372 p..
- Magalhães N., 1989.- *Aspectos o vingamento em Vitis vinifera L. Var. Touriga Nacional*. Tese de Doutoramento. UTAD. Vila Real. 167 p..
- Montgomery, D., e Peck, A. 1992. *Introduction to Linear Regression Analysis* (2nd ed.). 527pp. John Wiley and Sons, New York.
- Moreno-Grau S., Bayo J., Elvira-Rendueles B., Angosto J. M., Moreno J. M. & Moreno Clavel J. 1998. Statistical evaluation of a three year's pollen sampling in Cartagena, Spain. – *Grana* **37**: 41-47.
- Myers R., 1986- *Classical and Modern Regression whith Applications*. 2ªed. PWS-KenPublishing company, Borbon.
- Otero J., 1993- *Econometría Series temporales y predicción*. Editorial AC, Madrid 489p..
- Pedroso V., Brites J., Castro R. 1992. *Fiche synthétique "etat general" Vigne; Rapport agronomique* Project CEMAGREF/CNRS; Previson de recolt. Centro Experimental Vitivinícola do Dão – Nelas. Ciclostilado.
- Pedroso V., Brites Castro R. 1995. *Fiche synthétique "etat general" Vigne; Rapport agronomique* Project CEMAGREF/CNRS; Previson de recolt. Centro Experimental Vitivinícola do Dão – Nelas. Ciclostilado.
- Pedroso V., Brites J., Dolgner, J.; Lopes C.; Castro R. 1996. *Influence de la retaille de la vigne apré une gelée sur le comportement agronomique du cépage "Jaen"*. Centro Experimental Vitivinícola do Dão – Nelas. Ciclostilado.
- SPSS 1999. SPSS® Base 9.0 (SPSS, 1999) - Applications Guide. SPSSinc Marketing Department USA.
- Toda F., 1992- *Biologie de la vid*. Ed mundi-prensa, 377p..
- Vossen, P., 1990. Modèles agrométéorologiques pour le suivi des cultures et la prévision des rendements des grandes régions des communautés européennes. *Proceedings of the conference: the application of remote sensing to agricultural statistics*. Italie, 10-11 outubro 1989: Joint Research Centre of the E.C. Publication EUR 12581 EN:75-84 Office for Official Publications of the E.C. Luxembourg.