

## INFLUÊNCIA DA FERTILIZAÇÃO AZOTADA E POTÁSSICA NA COMPOSIÇÃO DOS MOSTOS. ESTUDO DA CASTA BICAL NA REGIÃO DA BAIRRADA

INFLUENCE DE LA FERTILISATION AZOTÉE ET POTASSIQUE  
DANS LA COMPOSITION DES MOÛTS. ÉTUDE DU CÉPAGE BICAL  
DANS LA RÉGION DE BAIRRADA

J. SILVESTRE \*, A. S. CURVELO-GARCIA \*, A. AMARO \*\*

\* Estação Vitivinícola Nacional, 2560 Dois Portos, Portugal.

\*\* Instituto Superior Técnico, Lisboa, Portugal.

### RESUMO

Num ensaio de fertilização azotada e potássica em vinha, na casta Bical, instalado pelo Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, em colaboração com a Estação Vitivinícola da Bairrada, procedeu-se à avaliação da influência dessa fertilização na composição dos mostos, para a colheita de 1992. Foram aplicados 20, 40 e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N e 0, 25, 50 e 75 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Os níveis mais baixos de potássio apresentaram-se como mais favoráveis em termos de composição dos mostos, sendo estes diferenciados quanto à sua composição em ácidos (tartárico e málico), potássio, nitratos, açúcares e pH. Por outro lado, a fertilização azotada influenciou, positivamente, a composição azotada do mosto.

**Palavras chave:** Vinha, Fertilização, Azoto, Potássio, Composição dos Mostos.

**Mots clés:** Vigne, Fertilisation, Azote, Potassium, Composition des Moûts.

### INTRODUÇÃO

A fertilização, como todas as outras técnicas culturais da vinha, deve contribuir para a obtenção de produções qualitativamente melhores, permitindo assim responder às novas exigências do mercado. Para tal, ela deve ser equacionada em função dos parâmetros particulares a cada situação, nomeadamente a origem agrogeológica dos solos, as particularidades do material vegetal e o tipo de vinho que se pretende obter.

Este trabalho tem como objectivo a avaliação da influência da fertilização azotada e potássica na composição dos mostos provenientes da casta Bical na Região da Bairrada. Para tal, utilizou-se um ensaio estabelecido pelo Laboratório Químico-Agrícola Rebelo da Silva em colaboração com a Estação Vitivinícola da Bairrada, situado na Quinta de Pedralvites, em Anadia, com o objectivo principal de definir os níveis mais adequados de fertilização azotada e potássica para videiras da casta Bical em Solos Litólicos não Húmicos de Materiais Arenáceos da Região da Bairrada, através da determinação dos seus efeitos sobre os aspectos quantitativo e qualitativo das produções e contribuir, assim, para o aperfeiçoamento das normas de fertilização da vinha (LQARS, 1987). Neste trabalho, referente à vindima de 1992, procurou-se dar um contributo para um melhor conhecimento das relações entre os níveis de adubação praticados e os parâmetros que concorrem para definir a qualidade do mosto.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Parâmetros da experimentação*

A casta em estudo foi a Bical, enxertada em SO4 (Sélection Oppenheim n° 4). A vinha foi instalada em 1988 com a plantação de enxertos prontos. Em 1987 foi realizada uma adubação de instalação em todo o ensaio, com a aplicação de  $500 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  e de  $200 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ . Os solos da parcela enquadraram-se nos Solos Litólicos Não Húmicos de Arenitos (Par) (Cardoso, 1974). O clima, de acordo com a classificação de Thornthwaite, é moderadamente húmido, mesotérmico e com alguma deficiência de água no Verão, moderadamente temperado e chuvoso, com tendência para moderadamente chuvoso (Aires, 1988).

O ensaio instalado foi do tipo factorial completo NK em blocos casualizados, com três repetições. Os níveis de azoto praticados foram de 20, 40 e  $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de N, aplicados sobre a forma de nitrato de amónio a 20.5%, correspondendo aos níveis N1, N2 e N3 respectivamente. A adubação azotada decorreu com uma periodicidade anual, tendo sido iniciada em 1990. Os níveis de potássio foram 0, 25, 50 e  $75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$

de  $K_2O$ , aplicados sobre a forma de cloreto de potássio a 60 %, níveis K0, K1, K2 e K3 respectivamente. A aplicação de fósforo foi igual em todas as modalidades e correspondeu a  $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$  de  $P_2O_5$ , aplicado na forma de superfosfato a 18 %. Em relação ao fósforo e ao potássio, foram aplicadas doses triplas das anteriormente indicadas dado que as adubações decorreram com uma periodicidade trianual, tendo sido iniciadas em 1990.

#### ***Determinações efectuadas em mostos***

A avaliação da maturação foi efectuada recorrendo à metodologia do coeficiente angular proposta por Liuni (1989) (tendo sido efectuadas colheitas de bagos com uma periodicidade semanal, a partir de 4 de Agosto, e determinado o teor em açúcar, expresso em °Baumé, e em acidez total expresso em  $\text{g} \cdot \text{dm}^{-3}$  de ácido tartárico) e ao índice de maturação (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1975).

Para cada um dos 36 mostos estudados foram realizadas, à vindima, as seguintes determinações analíticas:

1. Potássio (K) — espectrofotometria de absorção atómica (CT83, 1991).
2. Cálcio (Ca) — espectrofotometria de absorção atómica (CT83, 1990a).
3. Magnésio (Mg) — espectrofotometria de absorção atómica (OIV, 1990).
4. Sódio (Na) — espectrofotometria de absorção atómica (CT83, 1990b).
5. Fenóis totais (FT) — método de Folin-Ciocalteau (Brun, 1979).
6. Fenóis não flavonóides (FNF) — método de Folin-Ciocalteau após precipitação selectiva dos fenóis flavonóides (Glories, 1974; Brun, 1979).
7. pH — potenciometria (OIV, 1990).
8. Açúcares (Açúc) — refractometria (Brun, 1986).
9. Acidez total (ATot) — neutralização dos ácidos por solução alcalina na presença de indicador apropriado (CT83, 1987).
10. Ácido málico (AMal) — doseamento do ácido L(-)-málico por fluxo contínuo segmentado (Curvelo-Garcia e Godinho, 1988).

11. Ácido tartárico (ATar) — doseamento do ácido L(+)-tartárico por fluxo contínuo segmentado, com base nos princípios do método de Rebelein (Curvelo-Garcia e Godinho, 1990).
12. Fósforo ( $P_2O_5$ ) — determinação pelo método colorimétrico do vanadomolibdato de amónio, após secura, calcinação e mineralização ácida das cinzas (Marti e Muñoz, 1957).
13. Azoto amoniacal ( $N-NH_4^+$ ) — destilação directa em aparelho Kjeltex (Jackson, 1958).
14. Azoto total (N-Tot) — determinação pelo método de Kjeldhal (Jackson, 1958), efectuada num aparelho Tecator.
15. Nitratos ( $N-NO_3^-$ ) — determinação por potenciometria.

Devido ao número de análises, os mostos foram conservados por congelação à temperatura de  $-18^\circ C$ .

#### ***Análises estatísticas***

Como metodologia de análise considerou-se um conjunto de variáveis dependentes (variáveis de mosto). Consideraram-se ainda duas variáveis relativas à maturação.

Apurou-se, através da análise de variância, o grau de indução dos factores azoto e potássio nos valores das variáveis observados. Considerou-se, igualmente, a eventual interacção entre os dois factores. Sempre que a análise de variância revelou efeitos significativos procedeu-se à comparação das médias com base no teste da mínima diferença significativa (LDS — Least Significant Difference).

Para a realização dos métodos de análise multidimensional recorreu-se ao sistema de programas NTSYS-pc (v. 1.80), desenvolvido pelo Prof. F. J. Rohlf, da State University of New York at Stony Brook (Rohlf, 1993). Foram utilizados um método de agregação — UPGMA — Unweighted Pair-Group Method using arithmetic Averages, usando como coeficientes a distância euclidiana média e o coeficiente de correlação, e um método de ordenação — PCA — Principal Components Analysis.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Influência da fertilização na maturação das uvas*

O estado de maturação das uvas à vindima é, sem dúvida, um dos factores mais importantes que influenciam a qualidade de um vinho. Uma maturação completa é indispensável para a obtenção de um vinho de qualidade, permitindo uma acumulação máxima de compostos fenólicos e de substâncias aromáticas, bem como o desaparecimento dos sabores herbáceos desagradáveis (Champagnol, 1984). A influência da fertilização na maturação foi avaliada recorrendo ao índice de maturação e ao coeficiente angular.

Concluiu-se, através de análise de variância, que tanto o coeficiente angular como o índice de maturação à vindima não foram induzidos, a um nível de significância de 0.05, pelos diferentes níveis de azoto e potássio aplicados.

### *Influência da fertilização na composição do mosto*

O conhecimento das relações existentes entre os níveis de fertilizantes aplicados, a composição das uvas e o potencial qualitativo das uvas, deverá permitir uma escolha racional da fertilização em função da qualidade do produto final.

Foi avaliada a influência da fertilização azotada e potássica em vários parâmetros da composição do mosto. No Quadro 1 apresentam-se os resultados da análise de variância para cada uma das variáveis. Incluem-se os valores de F calculados. Entre parêntesis registou-se a não significância relativa à influência dos factores azoto e potássio na variabilidade de cada uma das variáveis dependentes. Por outro lado, sempre que significativas (para  $p < 0.05$ ), o valor foi anotado. No Quadro 2 registaram-se os valores médios das variáveis induzidas por pelo menos um dos factores, por nível de factor indutor. Registou-se também o resultado das comparações de valores médios através do teste de Fisher.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados os fenogramas obtidos pelo método UPGMA, aplicados às matrizes de semelhança utilizando o coeficiente de correlação e a distância euclidiana média respectivamente. A matriz de dados inicial foi constituída por 12 linhas (modalidades de fertilização) e por 15 colunas

QUADRO 1

Resultados da análise de variância para cada uma das variáveis

*Resultats de l'analyse de variance pour chacune des variables*

Variável dependente	Bloco (2 g.l.)	N (2 g.l.)	K (3 g.l.)	N × K (6 g.l.)
Acidez total (n. s.)	2.84	3.02	1.55	0.23
Acido málico	2.05	2.50	4.52(0.013)	0.85
Acido tartárico	0.73	0.78	3.44(0.035)	0.37
Açúcar (n. s.)	1.53	2.12	1.79	0.96
Cálcio (n. s.)	6.27(0.007)	0.52	0.59	1.32
Magnésio (n. s.)	3.04	0.11	1.39	0.94
Potássio	3.86(0.037)	0.39	6.99(0.032)	0.68
Sódio (n. s.)	7.57(0.003)	2.47	0.26	1.62
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.07	5.46(0.012)	0.50	0.67
N-Total	1.37	4.97(0.017)	0.82	0.37
N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1.43	3.97(0.034)	5.05(0.008)	0.99
Fósforo (n. s.)	5.56(0.011)	0.31	1.29	0.22
pH	2.22	3.11	3.83(0.024)	0.80
FNF	1.69	0.79	4.23(0.017)	1.31
Fenóis totais (n. s.)	2.42	0.04	0.19	0.69

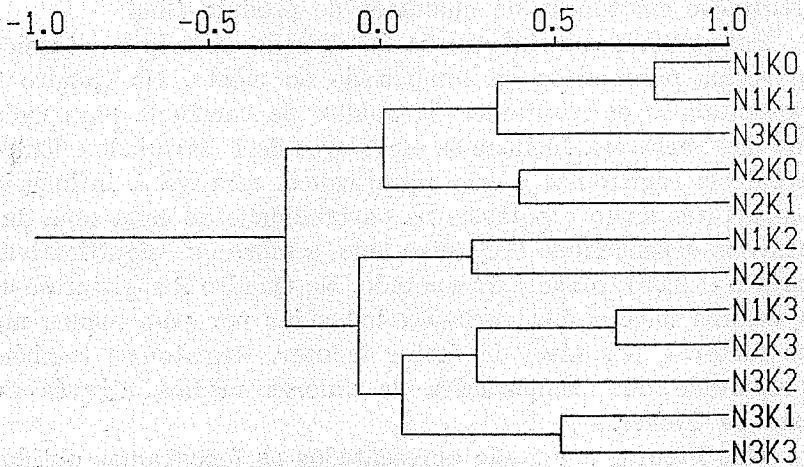


Fig. 1 — Fenograma obtido usando o método UPGMA aplicado à matriz de coeficientes de correlação ( $r = 0.740$ ).

*Phénogramme obtenu par la méthode UPGMA appliquée sur la matrice des coefficients de corrélation ( $r = 0.740$ ).*

QUADRO 2

Valores médios por nível de factor indutor e diferença significativa  
*Valeurs moyennes par niveau de facteur inducteur et différence significatif*

Variável dependente	Nível do factor	Valor médio	Variável dependente	Nível do factor	Valor médio
Ácido málico (g.dm <sup>-3</sup> )	K3	2.051 a	Potássio (K <sup>+</sup> ) (mg.dm <sup>-3</sup> )	K3	1636.8 a
	K2	1.891 a		K2	1564.8 a
	K1	1.671 b		K1	1404.5 b
	K0	1.742 b		K0	1440.4 b
Ácido tartárico (g.dm <sup>-3</sup> )	K3	4.406 a	pH	K3	3.437 a
	K2	4.414 a		K2	3.407 ab
	K1	4.160 b		K0	3.378 b
	K0	4.208 b		K1	3.364 b
FNF (g.dm <sup>-3</sup> ac. gal.)	K3	0.088 b	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	K3	10.344 a
	K2	0.093 a		K2	9.022 ab
	K1	0.086 b		K1	7.156 c
	K0	0.084 b		K0	7.762 bc
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	N3	97.5 a	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	N3	9.625 a
	N2	100.0 a		N2	8.633 ab
	N1	77.5 b		N1	7.455 b
N-Total (mg.dm <sup>-3</sup> )	N3	883.3 a			
	N2	825.8 b			
	N1	748.3 c			

\* As letras diferentes separam valores médios pelo teste de Fisher (Norusis, 1993a e 1993b).

*Les lettres différentes séparent valeurs moyennes par le test Fisher (Norusis, 1993a e 1993b).*

(variáveis analisadas em mosto). Os resultados são apresentados sob a forma de uma estrutura ramificada, onde os níveis a que se unem os diferentes ramos estão relacionados com os valores das medidas de semelhança em que se baseou o método de agregação utilizado. Os valores do coeficiente de correlação cofenética (r) foram de 0.740 e de 0.683 para os fenogramas obtidos com o coeficiente de correlação e com a distância euclidiana média respectivamente, indicando assim que os fenogramas são uma representação aceitável das respectivas matrizes e

mostrando uma certa distorção para o caso do fenograma de distâncias. Ambos os fenogramas agrupam as modalidades da mesma maneira, com a exceção da modalidade N3K1.

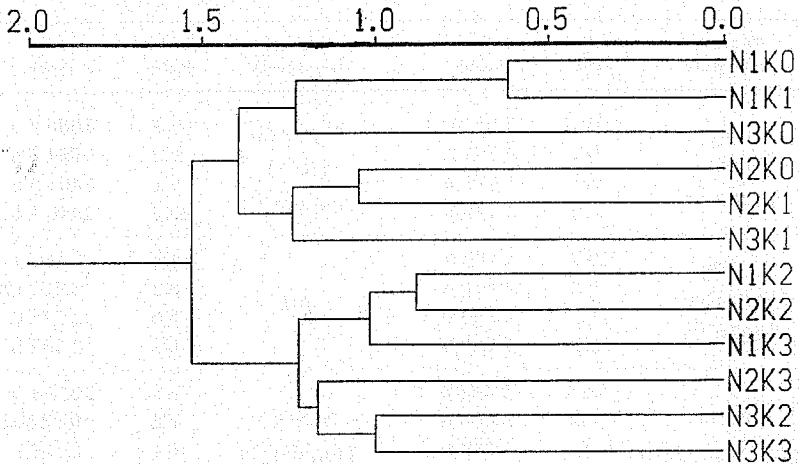


Fig. 2 — Fenograma obtido usando o método UPGMA aplicado à matriz de distância euclidiana média ( $r = 0.683$ ).

*Phénogramme obtenu par la méthode UPGMA appliquée sur la matrice distance euclidienne moyenne ( $r = 0.683$ ).*

Analisando os dois grupos principais representados no fenograma obtido usando o método UPGMA aplicado à matriz de coeficientes de correlação (Fig. 1), verifica-se que as modalidades de fertilização estão agrupadas em função da quantidade de potássio aplicado. Assim, o primeiro grupo (Grupo I) agrupa as modalidades com os níveis K0 e K1, com exceção da modalidade N3K1 e, o segundo grupo (Grupo II) agrupa as restantes modalidades. Da comparação dos valores médios dos parâmetros dentro destes dois grupos, realizada recorrendo ao teste *t de Student* (Quadro 3), verifica-se que eles diferem devido às variáveis induzidas pela fertilização potássica, com exceção do teor em fenóis não flavonóides (com valores médios semelhantes) e do teor em açúcares, apresentando este último valores médios distintos em cada grupo.

Por outro lado, a aplicação do método de análise em componentes principais forneceu os resultados que se apresentam na Figura 3.



QUADRO 3

Comparação dos valores médios das variáveis, nos dois grupos determinados pelo fenograma de correlação

*Comparaison des valeurs moyennes des variables, dans les deux groupes déterminés par le phénogramme de corrélation*

Variável	Grupo I	Grupo II	Variável	Grupo I	Grupo II
Acidez total (g.dm <sup>-3</sup> )	5.64 a	5.76 a	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	94.67 a	89.52 a
Acido málico (g.dm <sup>-3</sup> )	1.71 b	1.93 a	N-Total (mg.dm <sup>-3</sup> )	800.00 a	832.86 a
Acido tartárico (g.dm <sup>-3</sup> )	4.20 b	4.36 a	N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg.dm <sup>-3</sup> )	7.27 b	9.50 a
Açúcar (g.dm <sup>-3</sup> )	181.17 a	171.89 b	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (mg.dm <sup>-3</sup> )	427.17 a	407.25 a
Cálcio (Ca) (mg.dm <sup>-3</sup> )	104.88 a	105.14 a	pH	3.37 b	3.42 a
Magnésio (Mg) (mg.dm <sup>-3</sup> )	87.56 a	87.83 a	FNF (g.dm <sup>-3</sup> ac. gal.)	0.090 a	0.085 a
Potássio (K) (mg.dm <sup>-3</sup> )	1422.69 b	1575.14 a	FT (g.dm <sup>-3</sup> ac. gal.)	0.172 a	0.168 a
Sódio (Na) (mg.dm <sup>-3</sup> )	7.11 a	7.17 a		—	—

\* Dentro da mesma variável, letras diferentes correspondem a valores médios significativamente diferentes para  $\alpha = 0.05$  (t-Student).

*Par la même variable, lettres différentes correspondent à valeurs moyennes significativement différentes pour  $\alpha = 0.05$  (t-Student).*

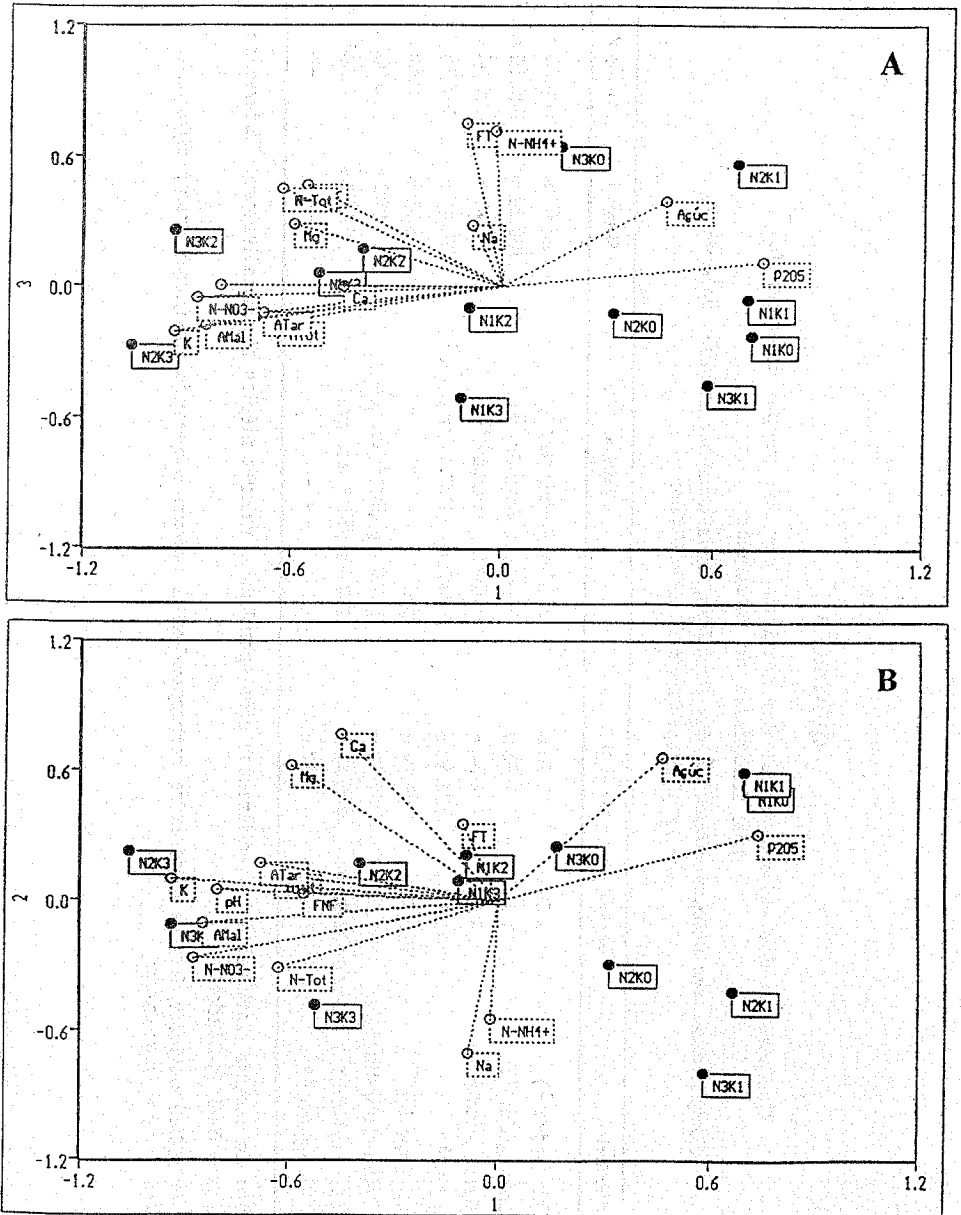


Fig. 3 — Projecções das modalidades de fertilização e das variáveis nos planos definidos pelos eixos principais A 1 (40%) e 3 (13%) e B 1 e 2 (18%).

*Projections des modalités de fertilisation et des variables dans les plans définis par les axes principaux A 1 (40%) et 3 (13%) et B 1 et 2 (18%).*

A variância das componentes principais é medida pelos valores próprios. Estes valores reflectem a parte da inércia total explicada por cada um dos eixos e, assim, a qualidade de representação da nuvem em projecção sobre esses eixos (Courcoux, 1992). Neste caso, os três primeiros eixos explicam cerca de 71% da variância total (da matriz de dados); a primeira componente principal explica cerca de 40%. A análise em componentes principais permite ainda o estudo da importância relativa das variáveis na distribuição espacial dos OTUs, através da projecção dos vectores próprios.

Comparando a análise em componentes principais com a agregação indicada no fenograma aplicado à matriz de correlações, verifica-se uma certa consistência entre os grupos sugeridos pelo fenograma e a distribuição das modalidades na análise em componentes principais, quer no plano definido pelos eixos 1 e 2, quer no plano definido pelos eixos 1 e 3.

Da observação da Figura 3 pode-se verificar que a distribuição espacial dos OTUs, ao longo do eixo 1, ocorre em três grupos principais. O primeiro grupo é constituído pelas modalidades N2K2, N2K3, N3K2 e N3K3, a que corresponde as aplicações mais elevadas de azoto e de potássio. Este grupo encontra-se directamente correlacionado com as variáveis teor em potássio, pH, teor em ácido málico, teor em nitratos, teor em ácido tartárico, teor em acidez total, teor em fenóis não flavonóides e teor em azoto total. Ao segundo grupo corresponde as modalidades com a aplicação de azoto mais baixa e de potássio mais alta (N1K2 e N1K3). Ao terceiro grupo correspondem as modalidades com aplicação de potássio mais baixa, nomeadamente as modalidades N1K0, N1K1, N2K0, N2K1, N3K0 e N3K1. A estas modalidades correspondem teores em açúcares e em fósforo mais elevados. Assim, a primeira componente principal tende a apresentar as modalidades de fertilização segundo um gradiente de concentração de potássio. Deste modo, nas condições deste ensaio, a fertilização potássica parece ser o factor mais influente nas características do mosto.

Por outro lado, analisando os Quadros 1 e 2, verificou-se que a aplicação de azoto apenas afectou significativamente as variáveis com ela mais directamente relacionados, nomeadamente a composição azotada do mosto, tendo-se verificado que o aumento dos níveis de fertilização azotada originou

aumento nos teores do mosto em nitratos, azoto amoniacal e azoto total. Estes resultados estão concordantes com os estudos realizados por Conradie e Saayman (1989), Bell (1991), Bertrand *et al.* (1991), Delas *et al.* (1992) e de Spayd *et al.* (1994) em relação à concentração dos mostos em azoto total, e com os trabalhos realizados por Lovino (1989), Peacock *et al.* (1991) e por Spayd *et al.* (1993), em relação à concentração em nitratos do mosto.

Em relação ao teor em nitratos verifica-se que este também é influenciado significativamente pela aplicação de potássio o que poderá eventualmente atribuir-se ao papel desempenhado por este catião na absorção e translocação dos nitratos. Quando o potássio é o catião acompanhante, a translocação do potássio e dos nitratos para a parte aérea é rápida; a redução dos nitratos nas raízes é relativamente baixa (Marshner, 1986).

Em relação ao pH, à acidez total e ao ácido málico, também não se verificaram efeitos significativos resultantes da aplicação de azoto, o que é de certa forma concordante com a análise em componentes principais (Fig. 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Conradie e Saayman (1989), Bell (1991) e Peacock *et al.* (1991) em relação ao pH e acidez total e por Spayd *et al.* (1994) em relação à acidez total. Apesar da não significância do factor azoto nestes parâmetros, os valores da variável F (3.11, 3.02 e 2.50, a que correspondem níveis de significância de 0.065, 0.070 e 0.105, para o pH, acidez total e ácido málico, respectivamente) parecem indicar uma tendência para uma ligeira influência dos níveis de azoto. Outros investigadores (Bertrand *et al.*, 1991; Kliewer *et al.*, 1991; Ruhl e Fuda, 1991; Porro *et al.*, 1993) tem encontrado efeitos significativos da aplicação de azoto sobre estes parâmetros. Spay *et al.* (1994) verificaram efeitos altamente significativos do azoto sobre o pH.

Em relação ao factor potássio verificou-se que este factor induziu, de forma significativa, o pH e os teores do mosto em ácido málico, ácido tartárico, fenóis não flavonóides, potássio e nitratos. Em relação a estes dois últimos o efeito foi muito significativo (Quadro 1). Estes resultados estão de acordo com a análise em componentes principais efectuada (Fig. 3).

O teor em açúcares de uma vindima é um bom indicador do nível de qualidade atingida, porque as outras substâncias específicas da uva, que são responsáveis pela qualidade do vinho,

formam-se e acumulam-se ao longo da maturação, paralelamente à acumulação de açúcares nos bagos e proporcionalmente à sua concentração e ao grau de desorganização celular (Champagnol, 1984). O teor em açúcares não foi afectado pelos níveis de potássio aplicados (Quadro 1). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Morris *et al.* (1980), Conradie e Saayman (1989), Ruhl e Fuda (1991), Cordeau (1993) e Jourdan (1993). No entanto, como resultado da agregação realizada pelo método UPGMA aplicado à matriz de correlações (Fig. 1), verificou-se que o primeiro grupo, constituído pelas modalidades com os níveis 0 e 1 de potássio (com excepção da modalidade N3K1), apresentou um teor em açúcares superior em cerca de 10 g.dm<sup>-3</sup>, sendo esta diferença significativa (Quadro 3). Embora não sendo tão nítido, verifica-se esta tendência na análise em componentes principais.

Como consequência da fertilização potássica verificou-se um aumento do teor dos mostos em potássio. Este aumento foi acompanhado por uma majoração do pH e por uma elevação do teor em ácido málico e em ácido tartárico.

Em relação ao teor dos mostos em potássio, diversos trabalhos verificaram também que este aumenta proporcionalmente ao nível de fertilização potássica aplicado (Ryser *et al.*, 1989; Soyer e Molot, 1993).

Zamboni e Iacono (1989) verificaram que a fertilização potássica reduziu, muito significativamente, o teor dos mostos em ácido tartárico. No entanto, segundo Fregoni (1985), a síntese de ácido tartárico é estimulada pelo potássio. Branas (1974), citado por Ryser *et al.* (1989), mostrou também que uma absorção elevada de potássio provocou um aumento da acidez por uma aceleração da síntese de ácidos orgânicos, visando restabelecer o equilíbrio iónico entre catiões e aniões. Outros autores não têm verificado influência da fertilização potássica nos teores de ácido tartárico (Hale, 1977; Ruhl e Fuda, 1991; Corazzina *et al.*, 1992; Soyer e Molot, 1992).

Em relação ao ácido málico, vários estudos efectuados nesta área apontam para que este aumente com o nível de fertilização potássica (Hale, 1977; Ruhl e Fuda, 1991; Corazzina *et al.*, 1992). Segundo Hale (1977), um teor mais elevado de potássio no fruto reduz a degradação do ácido málico devido à influência que o potássio tem na permeabilidade da membrana.

O aumento significativo do pH devido à fertilização potássica é confirmado pela generalidade dos trabalhos efectuados nesta área. Como exemplo, pode-se referir os estudos realizados por Morris *et al.* (1980), Boulton (1980), Conradie e Saayman (1989), Ryser *et al.* (1989), Zamboni e Iacono (1989), Rulh e Fuda (1991), Corazzina *et al.* (1992) e Soyer e Molot (1993).

Para algumas variáveis (caso do teor em ácido, potássio, sódio e fósforo), foi verificado efeito dos blocos (Quadro 1). Este efeito poderá ser atribuído a alguma heterogeneidade do solo.

### CONCLUSÕES

Em face dos resultados obtidos, parece ser possível tirar as conclusões que adiante se apresentam:

- os níveis de fertilização aplicados não foram suficientes para afectar, em termos significativos, a maturação das uvas; de facto, as variáveis em estudo não se distinguiram em termos estatísticos, o que pode ser atribuído aos níveis, relativamente baixos, de fertilização aplicados;

- a composição do mosto diferiu em função dos níveis de fertilização praticados em relação a alguns parâmetros. Verificou-se que a fertilização azotada influenciou positivamente a composição azotada do mosto. Por outro lado, a produção por cepa foi também afectada significativamente por esta fertilização, tendo correspondido ao nível N2 a produção mais elevada (Pacheco, comunicação pessoal). Em relação à influência da fertilização potássica, constatou-se que os níveis de potássio aplicados foram suficientes para agrupar os mostos em dois grandes grupos constituídos essencialmente pelas modalidades com aplicações mais baixas neste macronutriente (níveis K0 e K1) e pelas modalidades com as aplicações mais elevadas (níveis K2 e K3). Estes grupos diferiram sobretudo na sua composição em ácidos, potássio, nitratos, açúcar e pH. Assim, os níveis mais baixos de potássio, parecem ser os mais favoráveis em termos de composição dos mostos, dado que permitiram ganhos significativos em termos de teor em açúcares ( $10 \text{ g.dm}^{-3}$ ), bem como valores de pH mais baixos.

Por último, é importante salientar que os resultados obtidos referem-se apenas à casta Bical, cultivada em Solos Litólicos Não Húmicos de Arenitos (Par), num único ano (1992) e, podem ter sido influenciados, de algum modo, pela fertilização de instalação efectuada e pelo facto de a vinha ser relativamente jovem.

### AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva, nomeadamente à Sra. Eng. Cecília Pacheco e à Estação Vitivinícola da Bairrada, por possibilitarem a realização deste trabalho.

Ao Sr. Professor Joaquim Quelhas dos Santos pelo apoio e colaboração demonstrados.

### RÉSUMÉ

#### **Influence de la fertilisation azotée et potassique dans la composition des moûts. Étude du cépage Bical dans la région de Bairrada**

Dans un essai de fertilisation azotée et potassique en vigne, cv Bical dans la région de Bairrada (Portugal), on a évalué l'influence de cette fertilisation sur la composition des moûts, pour la récolte de 1992. On a appliqué 20, 40 et 60 kg.ha<sup>-1</sup> de N, et 0, 25, 50 et 75 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Les niveaux de potassium plus bas ont été les plus favorables à la composition des moûts, et ont permis sa différenciation selon sa composition en acides (tartarique et malique), potassium, nitrates, sucres et pH. La fertilisation azotée a influencée positivement la composition azotée des moûts.

### SUMMARY

#### **Influence of nitrogen and potassium fertilization in the must composition of the Bical variety, in the Bairrada region**

In a field trial of nitrogen and potassium fertilization, in the variety Bical of *Vitis vinifera*, at the region of Bairrada (Portugal), the influence of the fertilization on the must composition was studied, for the 1992 harvest.

The nitrogen levels used were 20, 40 and 60 kg.ha<sup>-1</sup>, and the potassium levels were 0, 25, 50 and 75 kg.ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O. The lower levels of potassium showed better results in must composition, and allowed its differentiation based on acidic composition, potassium, nitrates, sugar and pH. The nitrogen fertilization influenced positively the must nitrogen composition.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aires A. M., 1988. Regiões Demarcadas: notas, quadros e gráficos. In: *Elementos de apoio às aulas, IV — Regiões Vitícolas*, Instituto Superior de Agronomia, A. E. A. (Ed.), Lisboa.
- Bell S., 1991. The effect of nitrogen fertilization on growth, yield and juice composition of *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon grapevines, In: *Proc. International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wines*, J. M. Rantz (Ed.), 206-210. An. Soc. Enol. Vitic., Davis, C. A.
- Bertrand A., Ingargiola M., Delas J., 1991. Effects of nitrogen fertilization and grafting on the composition of must and wine from Merlot grapes, particularly on the presence of ethyl carbamate, In: *Proc International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wines*, J. M. Rantz (Ed.), 215-220. An. Soc. Enol. Vitic., Davis, CA.
- Boulton R., 1980. The general relationship between potassium, sodium and pH in grape juice and wine, *Am. J. Enol. Vitic.*, **31**, 182-196.
- Brun S., 1979. Determination des composés phenoliques totaux par le reactif de Folin-Ciocalteu, *Feuillet Vert O. I. V.*, n° 681.
- Brun S., 1986. Methode refractometrique pour la determination de la teneur en sucres des moûts, des moûts concentrés et du sucre du raisin, *Feuillet Vert O. I. V.*, n° 811.
- Cardoso J. C., 1974. Classificação dos solos de Portugal. Nova versão. *Boletim de Solos*, **17**, 14-46.
- Champagnol F., 1934. *Elements de physiologie de la vigne et de la viticulture generale*, 351 p., S. A. R. L., Impr. Déhan, Montpellier.
- Conradie W., Saayman D., 1989. Effects of long-term nitrogen, phosphorus and potassium fertilization on Chenin blanc vines. II. Leaf analyses and grape composition, *Am. J. Enol. Vitic.*, **40**, 91-98.
- Corazzina E., Failla O., Scienza A., Stringari B., Stefani R., 1992. Influence of rootstock and mineral nutrition on must acidity, In: *Proc. of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, 217-220, Fondazione Giovanni Dalmasso — Torino.
- Cordeau J., 1993. La richesse en sucres: influence de la fertilisation. Compte rendu d'Euroviti, *Progr. Agric. et Vitic.*, **110**(9), 213-214.
- Courcoux P., 1992. L'analyse en composants principales. Utilisation en analyse sensorielle, In: *Proc. Sensory Evaluation: European Seminar*, 71-107. CERIA, Brussels.
- CT83, 1987. *Norma Portuguesa. Bebidas alcoólicas e espirituosas. Determinação do teor em acidez total*. Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- CT83, 1990a. *Projecto de Norma Portuguesa. Bebidas alcoólicas e espirituosas. Determinação do teor em cálcio. Método espectrofotométrico de absorção atómica*, Instituto Português da Qualidade, Lisboa.



- CT83, 1990b. *Norma Portuguesa. Bebidas alcoólicas e espirituosas. Determinação do teor de sódio. Método espectrofotométrico de absorção atômica*, Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- CT83, 1991. *Norma Portuguesa. Bebidas alcoólicas e espirituosas. Determinação do teor em potássio. Método espectrofotométrico de absorção atômica*, Instituto Português da Qualidade, Lisboa.
- Curvelo-Garcia A., Godinho M., 1988. A automatização da análise de vinhos por fluxo contínuo segmentado. Comunicacion 2.12 de «III Encontro Galego-Português de Química (Control de Calidad)», Vigo (Espanha).
- Curvelo-Garcia A., Godinho M., 1990. Doseamento do ácido tartárico dos vinhos por fluxo contínuo segmentado, *Ciência Téc. Vitiv.* **9**(1-2), 115-120.
- Delas J., Molot C., Soyer J., 1992. Influence du porte-greffe et de la fertilisation azotée sur la composition des baies de 'Merlot'. In: *Proc. of the IV International Symposium on Grapevine Physiology*, 397-400, Fondazione Giovanni Dalmasso — Torino.
- Fregoni M., 1985. *Viticultura Generale — Compendi Didattici Scientifici*, 728 p., REDA.
- Glories 1974. Recherches sur la structure et les propriétés des composés phénoliques polymerisés des vins rouges. I — Précipitation par l'aldéhyde-formique et par l'acide chlorhydrique concentrés, *Conn. Vigne Vin*, **8**(1), 57-79.
- Hale C., 1977. Relation between potassium and the malate and tartrate contents of grape berries, *Vitis*, **16**, 9-19.
- Jackson M. L., 1958. *Soil chemical analysis*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J.
- Jourdan O., 1993. Essai de fertilisation potassique de la vigne. Synthèse des résultats obtenus à Blanquefort, *Prog. Agric. et Vitic.*, **110**(7), 152-157.
- Kliewer W., Bogdanoff C., Benz M., 1991. Responses of Thompson Seedless grapevines trained to single and divided canopy trellis systems to nitrogen fertilization, In: *Proc. International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wines*, J. M. Rantz (Ed.), 282-289. Am. Soc. Enol. Vitic., Davis, CA.
- Liuni C., 1989. Nozioni preliminari sul concetto di «coefficiente ambiente» o «coefficiente angolare», *Vignevini*, **10**, 43-46.
- Lovino R., 1989. Influenza delle concimazioni azotate al terreno sul contenuto in nitrati nei mosti e nei vini. Nota II, *Vignevini*, **6**, 61-64.
- LQARS, 1987. *Estudos de nutrição e de fertilização da vinha em solos lítóclícos não húmicos de materiais arenáceos da Região da Bairrada. Protocolo*, Laboratório Químico Agrícola Rebelo da Silva.
- Marshner H., 1986. *Mineral Nutrition of Higher Plants*, Academic Press, London.
- Marti F., Muñoz J., 1957. *Flame photometry*, Elsevier, Amsterdam.

- Morris J., Cawthon J., Fleming J., 1980. Effects of high rates of potassium fertilization on raw product quality and changes in pH and acidity during storage of Concord grape juice, *Am. J. Enol. Vitic.*, **31**(4), 323-328.
- Norusis M. J., 1993a. *SPSS for Windows<sup>TM</sup>. Advanced statistics<sup>TM</sup>. Release 6.0*, SPSS inc.
- Norusis M. J., 1993b. *SPSS for Windows<sup>TM</sup>. Professional statistics<sup>TM</sup>. Release 6.0*, SPSS inc.
- OIV, 1990. *Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts*. Office International de la vigne et du vin.
- Peacock W., Christensen L., Hirschfeld D., 1991. Influence of timing of nitrogen fertilizer application on grapevines in the San Joaquin Valley, *Am. J. Enol. Vitic.*, **42**(4), 322-326.
- Porro D., Failla O., Stringari G., 1993. Riposte quanti-qualitative di due vigneti di Chardonnay in Trentino alla concimazione azotata e potassio-magnesiaca, *Vignevini*, **3**, 83-87.
- Ribèreau-Gayon J., Peynaud E., Sudraud P., Ribèreau-Gayon P., 1975. *Sciences et techniques du vin. Tome 2*, Dunod.
- Rohlf F., 1993. *NTSYS-pc. Numerical taxonomy and multivariate analysis system, version 1.80*, Exeter Software, New York.
- Ruhl E., Fuda A., 1991. Effect of potassium and nitrogen supply on organic acid concentration and pH of grape juice: Preliminary results, *In: Proc. International Symposium on Nitrogen in Grapes and Wines*, J. M. Rantz (Ed.), 312-314, Am. Soc. Enol. Vitic., Davis, CA.
- Ryser J.-P., Aerny J., Murisier F., 1989. Fumure potassique de la vigne et acidité du vin, *Revue Suisse Vitic. Arboric. Hortie.*, **21**(5), 319-323.
- Soyer J., Molot C., 1992. Influence de la fertilisation potassique sur l'acidité des moûts durant la maturation du raisin, *In: Proc. of the International Symposium on Grapevine Physiology*, 407-410, Fondazione Giovanni Dalmasso — Torino.
- Soyer J., Molot C., 1993. Fertilisation potassique et composition des moûts. Évolution durant la maturation des raisins, *Progr. Agric. et Vitic.*, **110**(8), 174-177.
- Spayd S., Wample R., Stevens R., Evans R., Kawakami A., 1993. Nitrogen fertilization of White Riesling in Washington: Effects on petiole nutrient concentration, yield, yield components, and vegetative growth, *Am. J. Enol. Vitic.*, **44**(4), 378-386.
- Spayd S., Wample R., Evans R., Stevens R., Seymour B., Nagel C., 1994. Nitrogen fertilization of White Riesling grapes in Washington. Must and wine composition, *Am. J. Enol. Vitic.*, **45**(1), 34-42.
- Zamboni M., Iacono F., 1989. Influenza dell'interazione tra concimazione potassica, portinnesto e terreno sulle caratteristiche dei mosti di viti allevate in vaso, *Vignevini*, **9**, 37-41.