

**EFEITOS DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA NO
SOLO NAS PRODUÇÕES DA CASTA TOURIGA
FRANCESA NA REGIÃO DEMARCADA
DO DOURO (CIMA-CORGO)**

**EFFECT OF SOIL WATER AVAILABILITY UPON THE
PRODUCTION OF THE VARIETY TOURIGA FRANCESA IN
THE DEMARCATED REGION OF DOURO (CIMA-CORGO)**

MANUEL OLIVEIRA

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.

RESUMO

Uma vinha situada na Região Demarcada do Douro, sub região do Cima-Corgo, constituída por *Vitis vinifera* cv Touriga Francesa foi sujeita a rega diferenciada de 1991 a 1995. Estabeleceram-se quatro modalidades de rega, constituindo uma delas a testemunha não regada.

Os objectivos do trabalho foram a) contribuir para o conhecimento da influência das disponibilidades de água no solo na produção da vinha, b) avaliar as consequências da rega nas características enológicas dos mostos.

Utilizaram-se os seguintes parâmetros para avaliar o comportamento vegetativo e produtivo das plantas face ao aumento das disponibilidades de água no solo: área foliar, produção total por planta, peso por cacho, peso e volume de 100 bagos, grau Brix, pH, acidez total, intensidade corante, tonalidade, índice de polifenóis e índice de antocianinas.

Verificou-se que o aumento das disponibilidades de água tiveram uma relação positiva directa com a área foliar, produção total por planta, peso e volume de 100 bagos e acidez total. A relação foi negativa com o grau Brix, a intensidade corante, a tonalidade, o índice de polifenóis totais e o índice de antocianinas. A rega não teve influência significativa no pH do mosto.

As variações inter anuais dos parâmetros avaliados reduziram-se significativamente com o aumento da disponibilidade de água no solo.

Os dados obtidos são apresentados e algumas das suas implicações agrícolas e enológicas são discutidas.

Palavras chave: Vinha, Rega, Produção, Características enológicas, Região Demarcada do Douro.

Key words: Vineyard, Irrigation, Production, oenological characteristics, Demarcated Region of Douro.

INTRODUÇÃO

A videira (*Vitis vinifera*) é considerada uma planta das regiões temperadas mas que se adapta às mais variadas condições climáticas pelo que a sua cultura está espalhada por quase todo o Globo. Não sendo uma planta com características xerófitas, consegue ser cultivada em zonas de pequenas disponibilidades de água (Carrante, 1963; Grimes e Williams, 1990). Nestas regiões, a rega das vinhas é uma prática cultural importante já conhecida desde a antiguidade (Smart e Coombe, 1983).

O crescimento da videira é profundamente condicionado pela disponibilidade de água (Matthews e Anderson, 1988; Smart e Coombe, 1983) pelo que a rega afecta todos os aspectos da sua produção (Kliewer *et al.*, 1983; Matthews e Anderson, 1988). A resposta da videira às disponibilidades de água adquire maior relevância nas plantas produtoras de uva para vinho onde a composição do fruto pode ser um parâmetro de avaliação da produção mais importante que a produtividade (Matthews e Anderson, 1988).

Vários são os estudos que dão conta dos efeitos da disponibilidade de água no crescimento, produtividade e composição do fruto da videira. Verifica-se que o acréscimo das disponibilidades promove o aumento da área foliar (Reynolds e Naylor, 1994), o comprimento dos pânpanos (Reynolds e Naylor, 1994; Van Leeuwen e Seguin, 1994) e também o peso da madeira de poda (Kliewer *et al.*, 1983; Matthews e Anderson, 1988; Reynolds e Naylor, 1994; Van Leeuwen e Seguin, 1994). Estes fenómenos estão associados a um ciclo vegetativo mais longo com consequente atraso da maturação (Van Leeuwen e Seguin, 1994; Winkler *et al.*, 1974).

As plantas com menores deficiências hídricas mostram rendimentos mais elevados (Kliewer *et al.*, 1983; Matthews e Anderson, 1988; Morlat *et al.*, 1992; Riou, 1994; Winkler *et al.*, 1974) e este facto pode estar parcialmente associado ao melhor vingamento do fruto (Matthews e Anderson, 1988). As videiras que dispõem de maiores reservas hídricas no solo produzem cachos mais pesados (Kliewer *et al.*, 1983; Winkler *et al.*, 1974) assim como os bagos são, igualmente, mais pesados (Kliewer *et al.*, 1983; Matthews e Anderson, 1988; Reynolds e Naylor, 1994; Riou, 1994; Van Leeuwen e Seguin, 1994; Winkler *et al.*, 1974; Zamboni *et al.*, 1986).

A composição do fruto também se altera em função da água disponível às plantas. Para quantidades de água mais elevadas, reduz-se a concentração de açúcares (Riou, 1994; Van Leewen e Seguin, 1994; Winkler *et al.*, 1974; Zamboni *et al.*, 1986), de antocianinas (Matthews e Anderson, 1988; Morlat *et al.*, 1992; Van Leewen e Seguin, 1994) e de compostos fenólicos (Matthews e Anderson, 1988; Morlat *et al.*, 1992; Van Leewen e Seguin, 1994). Por outro lado, a maior disponibilidade conduz a maior acidez total (Jourjon e Morlat, 1992; Matthews e Anderson, 1988) e maior concentração de ácido málico (Kliwer *et al.*, 1983; Matthews e Anderson, 1988; Morlat *et al.*, 1992; Van Leewen e Seguin, 1994).

As vinhas da Região Demarcada do Douro são cultivadas em condições de marcado deficit hídrico estival, mas existem acentuadas flutuações anuais, nomeadamente, quanto à precipitação e temperatura do ar. Estas flutuações deverão ter interligação com as características dos mostos produzidos na Região que mostram variações anuais, por vezes de grande amplitude.

Durante cinco anos conduzimos um trabalho sobre rega de videiras na Região Demarcada do Douro com os seguintes objectivos:

- 1) Contribuir para o conhecimento da influência das disponibilidades de água no solo na produção das vinhas,
- 2) Avaliar as consequências da rega nas características enológicas dos mostos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo de cinco anos (1991 a 1995) foi levado a cabo na Qta. S. Luiz, sub-região do Cima-Corgo da Região Demarcada do Douro.

A vinha sob observação encontra-se plantada em patamar de 4 metros de largura e é constituída por *Vitis vinifera* cv. Touriga francesa enxertada sobre R99. Cada patamar possui dois bardos separados por dois metros, ficando um deles a 1 metro do talude do patamar superior e o outro a 1 metro do limite externo do seu patamar. As plantas, com compasso de 1 metro na linha, são conduzidas em cordão bilateral com a parede de vegetação a 1.30 metros de altura. Os bardos têm uma orientação de 63° Norte.

O solo apresenta as alterações típicas causadas pela plantação da vinha na Região. A sua classificação é Antrosolo eutrício de mistura (Coba,

1987). A grande quantidade de materiais grosseiros dá a este solo a característica de extremamente pedregoso e cascalhento (Miller e Guthrie, 1984).

Mantivemos sob observação 32 plantas (16 situadas no bardo interior e outras tantas no exterior) numa disposição experimental completamente aleatória. Cada grupo de 8 plantas (4 do bardo interior e 4 do exterior) constituía-se num tratamento de rega.

A rega foi efectuada à caldeira com uma dotação igual para todos os tratamentos de rega equivalente a 62.5 mm. Constituíram-se 4 tratamentos que diferiam na periodicidade da rega: testemunha não regada (TES), rega semanal (SEM), rega quinzenal (QUI) e rega mensal (MEN). As regas iniciavam-se à data do início da floração e terminavam na primeira semana de Setembro.

A quantidade de água presente no solo foi medida com recurso ao método da atenuação neutrónica com leituras a partir dos 15 cm de profundidade até à rocha consolidada a 1 metro em intervalos de 20 cm.

Foram efectuadas todas as plantas duas despontas como era prática comum nas restantes plantas sob exploração comercial. A primeira desponta tinha lugar na última semana de Junho e a segunda na semana inicial de Agosto e removiam cerca de 1/3 da área foliar presente à data da desponta.

Uma estação metereológica no local do trabalho fornecia dados referentes à precipitação diária, valores diários máximos, mínimos e médios da temperatura do ar e do solo a 10 cm de profundidade nas modalidades TES e SEM.

Nos anos de 1994 e 1995 foi determinada a evolução da área foliar entre despontas, nos quatro tratamentos de rega, pelo método da intercepção da radiação solar (Oliveira e Santos, 1995).

À data da maturação comercial nas plantas testemunha, efectuava-se a colheita individual de todas as plantas sob observação. Os parâmetros de avaliação da produção foram:

a) Determinações nos cachos: número de cachos por videira (Nc), peso total dos cachos por videira (Pt), peso médio por cacho (Pc), peso (P100) e volume (V100) de 100 bagos,

b) Determinações no mosto: grau Brix por refractometria, pH por potenciometria, acidez total (g l^{-1} de equivalente de ácido tartárico) (Act) por titulação na presença do azul de bromotimol, intensidade corante (IC) por espectrofotometria (somatório das absorvâncias nos comprimentos

de onda de 420, 520 e 620 nanómetros), tonalidade (Tn) por espectrofotometria (razão entre as absorvâncias a 420 e 520 nanómetros),

c) Determinações na solução de extracção hidroalcoólica das películas: índice de polifenóis totais (IP) pelo método de Folin-Ciocalteu e índice de antocianinas (IA) pelo método de deslocação do bissulfito.

A análise estatística dos dados foi efectuada num programa informático denominado SYSTAT (SYSTAT Inc., 1992). A separação de média foi realizada por recurso ao teste de Duncan. As diferenças consideram-se não significativas ($p > 0.05$), significativas ($p < 0.05$) e altamente significativas ($p < 0.01$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os quatro tratamentos de rega (TES, MEN, QUI, SEM) mantiveram, respectivamente, os seguintes valores médios de água no solo durante o período em durou a rega: 200mm, 220mm, 240mm, 260mm.

No tratamento TES, a humidade do solo estava concentrada em profundidade com cerca de 65% na camada de solo entre os 50 e os 100 cm de profundidade. Esta distribuição não foi significativamente afectada no tratamento MEN. Nos tratamentos QUI e SEM, a proporção de água nas camadas mais profundas diminuiu, chegando em SEM a aproximar-se da uniformidade na camada dos 30 aos 100 cm de profundidade.

A temperatura do solo a 10 cm de profundidade, durante o período de rega, sofreu um decréscimo médio de 4°C no tratamento regado semanalmente em relação à testemunha. Dado que neste trabalho as áreas regadas eram muito reduzidas, a influência da diminuição da temperatura no comportamento das plantas poderá ser insignificante porque elas eram sempre afectadas pela radiação chegada das áreas adjacentes. No entanto, numa prática de rega generalizada a vastas áreas, poderá verificar-se uma alteração acentuada das condições ambientais na imediata vizinhança das plantas.

O aumento da quantidade de água e redução da temperatura nas camadas superficiais do solo pode levar a uma alteração importante dos hábitos de enraizamento das videiras sujeitas a regas com multiplicação do raizame superficial.

As características da produção, em função dos tratamentos de rega, apresentaram variações de acordo com as observações relatadas na bibliografia da especialidade.

A área foliar das plantas mostrou-se muito sensível à disponibilidade de água no solo (figura 1). As plantas com maior disponibilidade de água apresentaram sempre uma área foliar superior aos restantes tratamentos com uma diferença altamente significativa. Não se verificaram diferenças significativas entre TES e MEN. As plantas correspondentes a QUI situaram-se numa posição intermédia mantendo diferenças altamente significativas em relação aos outros tratamentos.

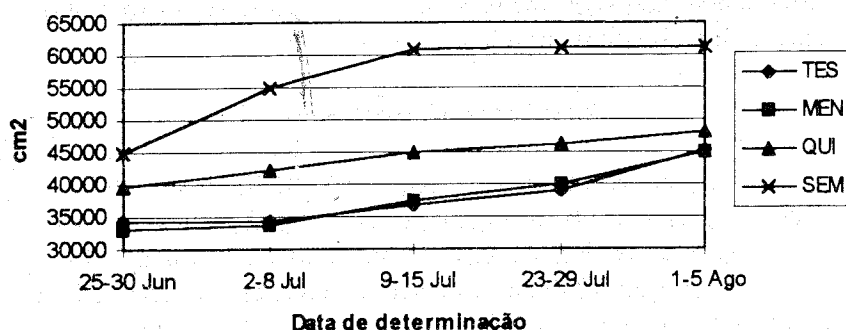


Fig. 1 - Evolução da área folhear em função dos tratamentos de rega.
Change in leaf area related to the irrigation treatments.

As modalidades de rega em que se verificaram maiores valores de área foliar também mostraram maior produtividade como se verá adiante. No entanto, as plantas com maior área foliar dificultaram os trabalhos de despona, os tratamentos fitossanitários e de colheita.

Nos quadros I e II exaram-se os valores médios dos parâmetros medidos nos bagos em função do tratamento e ano de observação.

A produção total média por planta apresentou diferenças altamente significativas entre os tratamentos de rega, sendo cerca de 50% superior no tratamento SEM em relação ao TES. Os tratamentos MEN e QUI não apresentaram diferenças significativas entre si.

O aumento de produção conseguido pela rega semanal deve-se a um maior número de cachos por planta e bagos mais pesados que sugere um aumento de sólidos solúveis presentes no bago. Os cachos mais pesados e os bagos mais volumosos foram obtidos no tratamento QUI, embora quanto a este último parâmetro não se verificou diferença significativa entre os tratamentos QUI e SEM. As videiras submetidas a rega mensal e as testemunhas apresentaram diferenças não significativas nos

QUADRO I

Valores médios das determinações do ensaio e separação de médias
 ($p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$) em função dos tratamentos de rega
 Average values for the experimental parameters and mean separation
 ($p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$) related to the irrigation treatments

	TES	MEN	QUI	SEM
Pt	1906.5 ^a	2254.4 ^b	2287.6 ^b	2933.3 ^c
Nc	12 ^a	13 ^a	8 ^a	15 ^a
P100	192.2 ^a	211.3 ^a	225.9 ^b	246.5 ^b
V100	110.6 ^a	125.9 ^a	147.0 ^b	130.0 ^{ab}
Pc	162.0 ^a	175.3 ^a	293.1 ^b	193.2 ^b
Brix	19.3 ^a	19.6 ^a	19.1 ^a	17.3 ^b
IP	201.8 ^a	190.7 ^a	167.7 ^b	153.8 ^b
IA	354.0 ^a	273.6 ^b	288.1 ^b	241.6 ^c
IC	4.285 ^a	4.060 ^b	3.654 ^c	2.870 ^d
Tn	1.131 ^a	1.154 ^a	1.536 ^b	1.236 ^a
pH	3.73 ^a	3.68 ^a	3.74 ^a	3.67 ^a
Act	3.89 ^a	3.71 ^a	3.96 ^a	4.56 ^b

pesos por cacho e de 100 bagos, sendo significativas entre os volumes de 100 bagos.

Nos parâmetros produção por planta, peso por cacho, peso de 100 bagos e volume de 100 bagos, observou-se uma diferença significativa entre os valores obtidos em 1994 e os restantes anos.

Verificamos uma variação complexa no grau Brix em função dos factores ano, tratamento e posição da planta no bardo interior ou exterior. A redução do grau Brix nos bagos provenientes das videiras regadas semanalmente foi altamente significativa.

O valor de Brix foi significativamente superior no tratamento MEN em relação a TES e QUI mas esta significância foi devida aos valores obtidos de 1991 a 1993. Já em 1994 e 1995 os valores de Brix em

QUADRO II

Valores médios das determinações do ensaio e separação de médias
($p < 0,01$, $p < 0,05$) em função do ano de observação
Average values for the experimental parameters and mean separation
($p < 0,01$, $p < 0,05$) related to the observation year

	1991	1992	1993	1994	1995
Pt	2271.0 _a	2365.7 _a	2364.0 _a	2695.3 _b	2031.3 _a
Nc	11 _a	12 _a	11 _a	10 _a	14 _a
P100	214.8 _a	211.9 _a	219.4 _a	232.8 _b	216.0 _a
V100	120.1 _a	129.4 _a	130.3 _a	135.8 _b	125.6 _a
Pc	205.1 _a	195.2 _a	206.6 _a	273.0 _b	149.5 _a
Brix	18.5 _a	17.9 _a	18.5 _a	19.2 _b	20.2 _b
IP	170.2 _a	187.5 _c	180.6 _{bc}	179.8 _{ab}	174.3 _a
IA	281.1 _a	313.0 _a	291.4 _a	292.3 _a	268.9 _a
IC	2.945 _a	3.745 _{ab}	3.989 _{ab}	3.786 _{ab}	4.122 _b
Tn	1.276 _a	1.301 _a	1.245 _a	1.247 _a	1.254 _a
pH	3.67 _a	3.68 _a	3.64 _a	3.55 _a	3.98 _b
Act	4.10 _{ab}	3.99 _{bc}	4.03 _b	4.64 _a	3.39 _c

MEN foram inferiores a TES. As observações efectuadas não sugerem explicação cabal para a variação interanual.

É importante realçar as diferenças de Brix observadas entre bagos provenientes de plantas situadas no bardo inferior e no bardo exterior (figura 2).

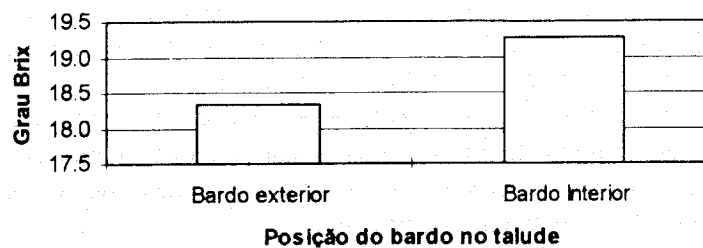


Fig. 2 - Valor de Brix entre plantas dos bardos interior e exterior.

Brix values from plants on the inner or on the outer rows

A diferença altamente significativa entre os valores de Brix dos bagos provenientes entre os dois bardos sugere que as plantas mais próximas do talude, sujeitas a maior intensidade de radiação de alto comprimento de onda proveniente do talude, acumulam mais açúcares do que as outras plantas. No entanto, este facto não nos parece ter importância agrícola porque não pode ser manipulado de forma a trazer resultados positivos à produção.

O índice de antocianinas apresentou uma redução altamente significativa no tratamento SEM em relação aos restantes e de sentido contrário no tratamento TES. Não se observaram diferenças significativas entre os tratamentos MEN e QUI. As diferenças interanuais também não foram significativas.

O índice de polifenóis sofreu uma redução consistente com o aumento da periodicidade da rega, sendo altamente significativa a diferença entre o grupo de tratamentos constituídos por SEM e QUI e o grupo TES e MEN. Observaram-se diferenças significativas interanuais e de posição nos bardos mas sem tendência consistente.

A intensidade corante apresentou diferenças altamente significativas entre tratamentos com redução perante o aumento da disponibilidade média de água no solo e conseqüente predominância da cor castanha. Observou-se uma diferença significativa entre os anos de 1995 e 1991 com valor mais elevado para 1995, mas sem significado nas restantes comparações; estas observações interanuais não são conclusivas.

A intensidade corante é mais elevada nos bagos provenientes de plantas situadas no bardo inferior.

O valor mais elevado de tonalidade foi encontrado no tratamento QUI e foi altamente significativo em relação aos restantes tratamentos não se verificando diferenças significativas nas restantes comparações.

O valor de pH não se mostrou sensível aos tratamentos de rega. A sua variação interanual não foi significativa entre os anos de 1991 e 1994, apresentando um valor superior, altamente significativo, em 1995 em relação aos restantes anos.

A acidez total mostrou diferenças interanuais altamente significativas para as quais não possuímos dados que permitam uma explicação clara. O tratamento SEM mostrou um valor superior, altamente significativo, em relação aos restantes tratamentos, sendo as diferenças entre as outras comparações não significativas.

O tratamento SEM mostrou variações interanuais não signi-

ficativas para os parâmetros avaliados. Estes resultados sugerem que as videiras com disponibilidades de água elevadas e bem distribuídas podem manter uma produção mais regular.

CONCLUSÕES

A experimentação levada a cabo com *Vitis vinifera* cv Touriga Francesa na Região Demarcada do Douro, sub-região do Cima-Corgo, tratando as plantas com disponibilidades crescentes de água no solo mostrou que as videiras alteraram significativamente o seu comportamento vegetativo e produtivo, bem como as características enológicas do mosto.

Verificou-se também que a rega causou modificações na distribuição da água no perfil do solo e na temperatura a 10 cm de profundidade.

O aumento da disponibilidade de água mais perto da superfície do solo e decréscimo da sua temperatura pode conduzir, a prazo, a maior proliferação de raízes superficiais em detrimento das mais profundas. Plantas que modifiquem deste modo a sua distribuição radical, ficam dependentes da continuação da rega nos anos subsequentes. Na ausência de rega, as camadas superficiais do solo são demasiado quentes e secas.

A área foliar das videiras aumentou significativamente com os acréscimos de água no solo. A área foliar mais elevada poderá ser, parcialmente, responsável pela maior produção mas resulta em dificuldades acrescidas quanto aos trabalhos de despona, tratamentos fitossanitários e colheita.

As videiras que vegetaram em condições de maior humidade do solo aumentaram a sua produção em cerca de 50% em relação às que não recebiam qualquer dotação de rega. O aumento de produção foi conseguido por maior número de cachos por planta, com bagos mais pesados e volumosos, embora com menos bagos por cacho.

O aumento de produção foi acompanhado por alterações nos parâmetros qualitativos dos mostos. Verificou-se uma redução do grau Brix e um acréscimo da acidez total. A cor do mosto mostrou tendência para os castanhos em detrimento dos vermelhos e azuis.

A rega reduziu as variações interanuais da produção o que pode revelar-se vantajoso na obtenção de vinhos elementares. Por outro lado, as tendências de cor e acidez podem ser úteis na elaboração dos lotes.

As alterações da produção e suas características só se tornaram significativas para uma dotação total de rega elevada que, no caso do nosso campo de ensaios, foi em excesso de 4250 m³ ha⁻¹. Os ganhos de produção e sua estabilidade interanual têm de ser avaliados em contraposição com as perdas na acumulação de açúcares, com os custos da rega e com as dificuldades em realizar certas operações agrícolas.

AGRADECIMENTOS

Barros & Almeida, Lda., Eng.º José Manso, Eng.º Fernando Alves, ADVID, sector de viticultura da UTAD.

RÉSUMÉ

Effects de la disponibilité de l'eau du sol sur les production de la caste Touriga Francesa dans la Région Démarqué du Douro (Cima-Corgo)

Une vigne situé dans la Région Démarqué du Douro, sous Région du Cima-Corgo, constitué par *Vitis vinifera* cv. Touriga Francesa a été soumis à arrosement différencié de 1991 à 1995. On a établi quatre modalité d'arrosement, constituant une entre elles le témoin non arrosé.

Les objectifs du travail ont a) contribué pour la connaissance de l'influence de la disponibilité de l'eau das les sols sur la vigne, b) évaluer les consequences de l'arrosement sur les caractéristiques oenologiques des moux.

On a utiliser les paramètre suivant pour avaluer le comportement végétatif et productif des plants face à l'augmentation des disponibilités de l'eau dans le sol: aire foliaire, production total par plante, poids par grappe, poids et volume de 100 graines, degré Brix, pH, acidité total, intensité coloré, tonalité, index de poliphénols et index de anthocyanes.

On a vérifié que l'augmentation des disponibilité de l'eau on eû une relation positive direct avec l'aire foliaire, production total par plante, poid et volume de 100 graines et acidité total. La relation a été négative avec le degré Brix, intensité coloré, tonalité, index de poliphénols et index de anthocyanes. L'influence de l'arrosement n'a pas été significatif sur le pH du moux.

Les variations inter-annuel des paramètres évalués se sont réduit significativement avec l'augmentation de la disponibilité de l'eau dans le sol.

Les resultats obtenus sont présenté et quelques de ses implications agricoles et oenologiques sont discutés.

SUMMARY

Effect of soil water availability upon the production of the variety Touriga Francesa in the Demarcated Region of Douro (Cima-Corgo)

A set of vine plants (*Vitis vinifera* cv Touriga Francesa) in the Douro Demarcated Region, sub-region of Cima-Corgo, was subjected to different amounts of irrigation from 1991 to 1995. Four irrigation treatments were established including a non-irrigated blank treatment.

The objectives of this work were: a) a contribution to better understanding of the influence of soil water availability on the vineyard production, b) evaluate the effect of irrigation upon the oenological characteristics of the musts.

The following parameters were used to evaluate the vegetative and productive changes brought about by soil water availability: leaf area, total production per plant, cluster weight, weight and volume per 100 berries, Brix degrees, pH, total acidity, color intensity, tone, total phenolics index, and anthocyanins index.

The increase in soil water availability had a direct and positive effect upon the leaf area, total production per plant, weight and volume of 100 berries, and total acidity. The relationship was negative with the Brix degree, the color intensity, the tone, the phenolic index and the anthocyanins index. Irrigation had no significant effect upon pH of the must.

The yearly variations of the evaluated parameters were significantly reduced as the soil water availability increased.

The data gathered is presented and some of the agriculture and oenological consequences are discussed.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carbonneau A., Riou C., Guyon D., Riou J., Schneider C., 1992. *Agronomie de la Vigne en France*, 95 p., Office des Publications Officielles des Communautés Européennes. Agriculture Series, Luxembourg.

Carrante V., 1963. Résistance de la vigne à la sécheresse. *Bull. de L'O.I.V.*, **36**, 141-168.

Coba, 1987. *Carta de Solos e Carta de Utilização Actual do Solo do Nordeste de Portugal*, 275 p., UTAD, Vila Real.

Freeman B.M., 1983. Effects of irrigation and pruning of Shiraz grapevines on subsequent red wine pigments. *Am. J. Enol. Vitic.*, **34**, 23-26.

Freeman B.M., Kliwer W.M., 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on carignane vines. II. Grape and wine quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, **34**, 197-207.

Grimes D.W., Williams L.E., 1990. Irrigation effects on plant water relations and productivity of Thompson Seedless grapevines. *Crop Sci.*, **30**, 255-260.

- Hardie W.J., Considine J.A., 1976. Response of grapes to water-deficit stress in particular stages of development. *Am. J. Enol. Viticult.*, **27**, 55-61.
- Jourjon F., Morlat R., Seguin G., 1992. Développement de la vigne et maturation du raisin dans différents terroirs viticoles de la moyenne vallée de la Loire. *J. Int. Sciences de la Vigne et du Vin*, **26**, 51-62.
- Kliewer W.M., Freedman B.M., Hosson C., 1983. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on carignane vines. I. Degree of water stress and effect on growth and yield. *Am. J. Enol. Vitic.*, **34**, 186-196.
- Matthews M.A., Anderson M.M., 1988. Fruit ripening in *Vitis vinifera* L.: Responses to seasonal water deficits. *Am. J. Enol. Vitic.*, **39**, 313-320.
- Miller F.T., Guthrie R.L., 1984. Classification and distribution of soils containing rock fragments in the United States. In: *Erosion and productivity of soils containing rock fragments*. SSSA Special Publication, **13**, 1-6, Madison.
- Morlat R., Penavayre M., Jacquet A., Asselin C., Lemaitre C., 1992. Influence des terroirs sur le fonctionnement hydrique et la photosynthèse de la vigne en millésime exceptionnellement sec, (1990). Conséquence sur la maturation du raisin. *J. Int. Sciences de la Vigne et du Vin*, **26**, 197-220.
- Oliveira M., Santos M., 1995. A semi-empirical method to determine leaf area in vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46**, 306-308.
- Reynolds A.G., Naylor A.P., 1994. "Pinot noir" and "Riesling" grapevines respond to water stress duration and soil water holding capacity. *HortScience*, **29**, 1505-1510.
- Riou C., 1994. *Le Déterminisme Climatique de la Maturation du Raisin: Application au Zonage de la Teneur en Sucre dans la Communauté Européenne*, 322 p., Office des Publications Officielles des Communautés Européennes, Agriculture Series, Luxembourg.
- Smart R.E., Coombe B.G., 1983. Water relations of grapevines. In: *Water Deficits and Plant Growth*, Kozlowski T.T. (ed.), 137-196, Academic Press, N. York.
- Systat Inc., 1992. *SYSTAT for Windows v.5*. SYSTAT, Inc., Evanston, Illinois.
- Van Leewen C., Seguin G., 1994. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturation du raisin, *Vitis vinifera* variété Cabernet Franc, Saint-Emilion (1990). *J. Int. Sciences de la Vigne et du Vin*, **28**, 81-110.
- Winkler A.J., Cook J.A., Kliewer W.M., Lider L.A., 1974. *General Viticulture*. Univ. California Press.
- Zamboni M., Iacono F., Fregoni M., 1986. Influence de l'époque de sécheresse sur la production et sur la qualité du moût de vignes cultivées en pot. In: *Compte rendu de le 3ème Symposium Int. sur la Physiologie de la Vigne* Bordeaux 24-27 June, 223-228.