

O presente trabalho foi realizado na Secção de Aromas do Instituto Nacional de Recursos Biológicos, I.P. / INIA - Dois Portos.

À minha família

Agradecimentos

Foi com esforço, dedicação e acreditar incomensuráveis que consegui elaborar esta tese!

Mas sem a ajuda de tanta gente boa nada teria conseguido.

Aqui quero deixar o meu tributo de gratidão sincera a tudo e todos os que juntamente comigo deram o melhor para a realização deste trabalho.

À minha escola de toda a vida, a Escola Superior Agrária de Santarém, na pessoa da sua Coordenadora de Mestrado Professora Doutora Ana Neves, pela credibilidade dada ao meu Curriculum Vitae, ao admitir-me no primeiro Mestrado em Sistemas de Prevenção e Controle Alimentar em 2008.

Ao INRB, I.P./INIA-Dois Portos na pessoa do Investigador Coordenador António Sérgio Curvelo Garcia, por me ter aberto de imediato as portas desta instituição, com a qual toda a vida colaborei e onde em 1974 tinha efectuado a minha primeira tese, dando-me assim uma demonstração inequívoca de confiança na minha capacidade de trabalho.

À minha orientadora, Investigadora Principal Maria Cristina Clímaco, por me ter aceitado como orientando mas sobretudo pelo esforço, dedicação e empenhamento que pôs ao serviço desta minha tese, acrescido ainda dos enormes conhecimentos teóricos e práticos que sempre que necessários disponibilizou.

A todos os Professores da ESAS, na pessoa da Professora Doutora Marília Henriques, actual coordenadora de curso, pelos seus ensinamentos, pela paciência, condescendência e amizade que ao longo de todo o tempo de Mestrado tiveram para comigo.

Aos meus colegas de Mestrado, pela grande ajuda, pelo convívio, pelo respeito e simpatia, direi mesmo pelo afecto como sempre me trataram e que nunca irei esquecer.

Na pessoa do senhor Doutor Pedro Clímaco, a todos os elementos do Serviço de Prova Organoléptica do INRB, I.P./INIA-Dois Portos, pelo exemplar trabalho que fizeram.

Também na pessoa da senhora Doutora Ilda Caldeira, ao Serviço de Análises do INRB, I.P./INIA-Dois Portos, pela sua pronta e eficaz colaboração.

Ao Doutor Luís Carneiro pela disponibilidade na ajuda preciosa que nos deu no tratamento estatístico dos resultados.

A todos os funcionários, actuais e aposentados, da ESAS e INRB, I.P./INIA-Dois Portos, com todo o respeito e consideração a nível pessoal e profissional.

À Adega Cooperativa da Carvoeira, Adega Cooperativa da Labrugeira, ao meu primo António José Alexandre Aguiar e à Enoapoio pela oferta do vinho e produtos enológicos necessários a todo o trabalho de investigação desenvolvido, e ainda à minha sobrinha, a Mestre Clara Aguiar Riso pela revisão do texto.

Aos meus mestres de sempre Eng. Lourenço Góis Féria, Eng. Luís Oliveira Rodrigues, Eng. José Alberto Mendes, Eng. Mário da Silva Pato e Eng. Octávio da Silva Pato.

À minha mulher, às minhas filhas, genros e netos, por tudo em que durante estes dois anos este meu desejo de ser Mestre os prejudicou.

Deteção e Prevenção de Defeitos Organolépticos Originados pela Fermentação Maloláctica em Vinhos Tintos

Resumo

O estudo incidiu sobre a evolução da fermentação maloláctica em três vinhos tintos da colheita de 2009. Foi estudada a ocorrência da fermentação maloláctica em cada vinho com fermentação espontânea e inoculado com bactérias lácticas liofilizadas, a três temperaturas, com pH inferior e superior a 3,50 e teor de dióxido de enxofre inferior e superior a 40 mg/L.

Procurou-se avaliar as incidências da realização da fermentação maloláctica nas características químicas e organolépticas. Constatou-se que no geral houve diminuição nos valores de acidez total e incremento nos de acidez volátil e na prova organoléptica foram detectados aromas lácticos e pútridos.

Verificou-se que a tecnologia de vinificação teve influência no desenrolar da fermentação maloláctica, sendo factor importante a adição de bactérias lácticas liofilizadas e factor decisivo a temperatura.

Palavras-chave: vinho tinto, fermentação maloláctica, defeitos organolépticos, avaliação da qualidade.

Detection and Prevention of Organoleptic Defects Originated by Malolactic Fermentation in Red Wines

Abstract

This work is focused on development of malolactic fermentation in three red wines from the 2009 harvest. The occurrence of malolactic fermentation was studied in each wine with spontaneous fermentation and inoculated with lactic acid bacteria, three temperatures, with pH below and above 3.50 and sulphur dioxide level below and above 40 mg/L.

The incidence of malolactic fermentation on chemical and organoleptic characteristics was evaluated. In general, it was found a decrease in values of total acidity and an increase in volatile acidity. Lactic and putrid aromas were detected in sensorial analyses.

It was found that the wine making technology has effect on malolactic fermentation accomplishment. The addition of lactic acid bacteria was an important factor and the temperature was a decisive factor in malolactic fermentation development.

Keywords: red wine, malolactic fermentation, organoleptic defects, quality evaluation

Índice de Matérias

	Pág.
Agradecimentos	III
Resumo	V
Abstract	VI
Índice de matérias	VII
Índice de figuras	VIII
Índice de quadros	IX
Lista de abreviaturas e símbolos	X
1 – Introdução	11
1.1 – Os ácidos nas uvas e nos vinhos	12
1.2 – As bactérias lácticas	13
1.3 – Factores com influência na realização da fermentação maloláctica	13
1.3.1 – Influência da acidez do meio	14
1.3.2 – Influência da temperatura	14
1.3.3 – Influência do teor em dióxido de enxofre	15
1.3.4 – Influência do etanol	15
1.4 – A inoculação de bactérias lácticas	15
1.5 – Controlo da fermentação maloláctica	16
2 – Material e métodos	17
2.1 – Selecção dos vinhos	17
2.2 – Ensaio tecnológico	18
2.3 – Análise sensorial	19
2.4 – Metodologia analítica	21
2.5 – Análise multidimensional	22
3 – Resultados e discussão	24
3.1 – Análise geral	24
3.1.1 – Vinhos na fase de selecção	24
3.1.2 – Pesquisa da fermentação maloláctica nos vinhos	24
3.1.3 – Análise por FTIR dos vinhos AC	29
3.1.4 – Análise por FTIR dos vinhos AL	33
3.1.5 – Análise por FTIR dos vinhos AG	35
3.1.6 – Conclusão	38
3.2 – Análise sensorial	38
3.2.1 – Análise sensorial dos vinhos AC	38
3.2.2 – Análise sensorial dos vinhos AL	44
3.2.3 – Análise sensorial dos vinhos AG	48
3.2.4 – Conclusão	53
4 – Conclusões	54
5 – Referências bibliográficas	55
ANEXOS	57

Índice de Figuras

	Pág.
Fig. 1 – Projecção dos vinhos AC , com base nas características analíticas, no plano definido pela I (64,7%) e pela II (30,8%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das variáveis.	32
Fig. 2 – Projecção dos vinhos AL , com base nas características analíticas, no plano definido pela I (79,4%) e pela II (15,8%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das variáveis.	35
Fig. 3 – Projecção dos vinhos AG , com base nas características analíticas, no plano definido pela I (82,0%) e pela II (11,3%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das variáveis.	37
Fig. 4 – Projecção dos vinhos AC , com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (23,6%) e pela II (12,2%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características.	43
Fig. 5 – Projecção dos vinhos AC , com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (23,6%) e pela III (10,5%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características.	43
Fig. 6 – Projecção dos vinhos AL , com base nas características analíticas, no plano definido pela I (28,6%) e pela II (15,1%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características.	47
Fig. 7 – Projecção dos vinhos AL , com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (28,6%) e pela III (14,8%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características.	47
Fig. 8 – Projecção dos vinhos AG , com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (25,6%) e pela II (19,9%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características.	52
Fig. 9 – Projecção dos vinhos AG , com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (25,6%) e pela III (12,0%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características	52

Índice de Quadros

	Pág.
Quadro 1 – Condições tecnológicas da fermentação maloláctica nos vinhos AC , AL e AG com respectivos códigos	19
Quadro 2 – Resultados das análises iniciais aos vinhos AC , AL e AG seleccionados	25
Quadro 3 – Resultados da pesquisa da FML nos vinhos AC	26
Quadro 4 – Resultados da pesquisa da FML nos vinhos AL	27
Quadro 5 – Resultados da pesquisa da FML nos vinhos AG	28
Quadro 6 – Resultados das análises efectuadas por FTIR aos vinhos AC	30
Quadro 7 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AC	32
Quadro 8 – Resultados das análises efectuadas por FTIR aos vinhos AL	33
Quadro 9 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AL	34
Quadro 10 – Resultados das análises efectuadas por FTIR aos vinhos AG	36
Quadro 11 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AG	37
Quadro 12 – Resultados da análise sensorial dos vinhos AC	40
Quadro 13 – Correlação entre as variáveis originais da análise sensorial e as três primeiras componentes principais nos vinhos AC	42
Quadro 14 - Resultados da análise sensorial dos vinhos AL	45
Quadro 15 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AL	46
Quadro 16 – Resultados da análise sensorial dos vinhos AG	50
Quadro 17 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AG	51

Lista de abreviaturas e símbolos

AB – Aroma bafio
AC – Adega Cooperativa da Carvoeira
AG – Adega de António José Alexandre Aguiar
AL – Adega Cooperativa da Labrugeira
AL – Aroma lácteo
AO – Aroma outro
AP – Aroma pútrido
AQ – Aroma qualidade
AR – Aroma reduzido
AEB – AEB Bioquímica Portuguesa SA
AcL – Ácido láctico
AcM – Ácido málico
AcT – Acidez total
AcV – Acidez volátil
BAL – Bactérias do ácido láctico
ESAS – Escola Superior Agrária de Santarém
FML – Fermentação Maloláctica
FTIR – Fourier Transform Infrared Spectroscopy
IC – Intensidade de cor
INRB – Instituto Nacional de Recursos Biológicos
LI – Limpidez
NTSYS-pc – Software for multivariate statistics and data analysis
PB – Presença de bolhas
Q – Qualidade
r – Coeficiente de correlação cofenética
SB – Sabor bafio
SL – Sabor lácteo
SO – Sabor outro
SO₂ – Anidrido sulfuroso
SP – Sabor pútrido
SQ – Sabor qualidade
SR – Sabor reduzido
UPGMA – Unweighted Pair-Group Method using arithmetic Averages

1 – Introdução

Para a grande maioria das pessoas vinho é um líquido de sabor *sui generis*, no geral agradável, tinto ou branco, áspero ou macio que acompanha bem a comida e que, antes de chegar à mesa de cada um, passou pela adega do viticultor (Pato, 1980).

O vinho é produto dum complexo processo microbiológico de fermentação de sumo de uva envolvendo o desenvolvimento sequencial de várias espécies de leveduras e de bactérias lácticas. O objectivo é assegurar que predominem no mosto as espécies de leveduras e de bactérias lácticas que conduzam bem as respectivas fermentações (Krieger, 2005).

Efectivamente, no final da fermentação alcoólica, quando os açúcares redutores estão fermentados em etanol, diminui o nível de leveduras e verifica-se o crescimento das bactérias lácticas (Lonvaud-Funel, 1999). A fermentação maloláctica é um processo biológico de desacidificação do vinho em que o ácido L-málico (dicarboxílico) é transformado no ácido L-láctico (monocarboxílico) e dióxido de carbono (Liu, 2002).

Nos vinhos a fermentação maloláctica é desejável por diminuir a acidez, melhorar as características organolépticas e por aumentar a estabilidade biológica do vinho. Contudo a sua realização não é favorável em todos os vinhos. De facto, as uvas nas áreas de clima mais quente tendem a ser menos ácidas e um decréscimo adicional na acidez pela fermentação maloláctica pode ser prejudicial para as propriedades organolépticas e para a estabilidade biológica do vinho (Versari *et. al.*, 1999).

A transformação do ácido málico em ácido láctico é a única intervenção bacteriana efectivamente procurada na vinificação.

A modificação do aroma introduzida pela fermentação maloláctica deve-se por um lado ao ácido láctico, menos agressivo, e por outro ao aumento de uma série de outros compostos, nomeadamente diacetilo, acetoina, 2,3-butanodiol, lactato de etilo,

succinato de dietilo, alguns álcoois superiores e à libertação de agliconas aromáticas (Inês, *et al.*, 2009).

A fermentação maloláctica é indispensável para a qualidade dos vinhos tintos. Pelo contrário, é preciso evitá-la em certos vinhos brancos secos, apreciados pela sua frescura e pelo aroma. O mesmo acontece para os vinhos meio secos e macios, com fermentação alcoólica interrompida pelo anidrido sulfuroso.

1.1 – Os ácidos nas uvas e nos vinhos

Durante a maturação das uvas, como em quase todos os frutos, os ácidos vão desaparecendo e simultaneamente a concentração de açúcar vai aumentando. Na altura da vindima existem na uva, nomeadamente ácido tartárico, ácido málico e ácido cítrico. Segundo Curvelo-Garcia (1988) o ácido L(+)-tartárico é o ácido “específico” da uva, sendo muito rara a sua existência em outras espécies vegetais, e determina decisivamente os valores de acidez fixa e do pH.

O ácido L(-)-málico, também proveniente das uvas, é vulgar nas espécies vegetais. O seu teor vai diminuindo durante a maturação das uvas, a fermentação alcoólica e por último com a fermentação maloláctica.

O ácido cítrico tem importância como ácido proveniente das uvas, nos vinhos o seu teor é muito variável. No geral as bactérias lácticas degradam o ácido cítrico em simultâneo com o ácido málico, simplesmente é bastante mais lenta e no final da fermentação maloláctica permanece sempre ácido cítrico (Ribéreau-Gayon et al., 1998).

Efectivamente o desaparecimento do ácido cítrico contribui para a estabilização microbiológica do vinho, por eliminação de um substrato potencialmente energético.

Quanto ao ácido láctico o seu teor é bastante diminuto em vinhos que não realizaram a fermentação maloláctica e essencialmente corresponde ao isómero D(-). Em vinhos em que se verificou a fermentação maloláctica os teores de ácido láctico são muito superiores e o isómero dominante é o L(+).

No entanto, deve referir-se que o ácido láctico pode ainda ser originado pelas acção das bactérias sobre os açúcares redutores (pico láctico), podendo formar-se

qualquer dos isómeros, mas neste caso verifica-se sempre um aumento no teor do isómero D(-).

1.2 - As bactérias lácticas

As bactérias lácticas estão presentes em todos os mostos e vinhos. De acordo com o estágio de elaboração do vinho, a sua multiplicação pode ser favorecida ou prejudicada pelas condições do meio. Do início ao fim da vinificação, mesmo durante a conservação e o envelhecimento, elas alternam períodos de crescimento e de regressão sucessivos segundo as espécies e os géneros. Toda a multiplicação da célula implica um metabolismo que pode ser muito activo, ou pelo contrário apenas perceptível e mesmo impossível de detectar pelos métodos analíticos correntes (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998).

De facto, só um número restrito de espécies consegue desenvolver-se nos mostos e nos vinhos, pois estes meios são particularmente selectivos devido ao seu pH ácido, à sua composição em elementos nutritivos e, no caso do vinho, à sua riqueza em etanol. As bactérias lácticas pertencem aos géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus* e *Pediococcus*. O género *Oenococcus* é uma criação recente que substituiu o *Leuconostoc oenos* (Cavin *et al.*, 1998).

Mayer (1978) observou que vinhos com fermentação maloláctica completa, efectuada por *Oenococcus oeni* (*Leuconostoc oenos*), apresentaram um *bouquet* puro e fino. Ribéreau-Gayon *et al.* (1975) mostram que a participação dos géneros *Lactobacillus* e *Pediococcus* podem provocar alterações indesejáveis, enquanto Reguant *et al.* (2000) observaram que é possível controlar a produção de ácido acético pela bactéria láctica *Oenococcus oeni*, a partir do ácido cítrico do vinho e pelo ácido gálico.

1.3 - Factores com influência na realização da fermentação maloláctica

Existem quatro factores que têm uma influência decisiva na realização da fermentação maloláctica devido à influência que têm no crescimento das bactérias lácticas no vinho: o pH, a temperatura, o título alcoométrico e o teor de dióxido de enxofre.

Segundo Ribéreaux-Gayon *et al.* (1998) aqueles factores não podem ser equacionados independentemente, têm que se considerar em conjunto, pois os níveis favoráveis de um destes factores compensam os valores desfavoráveis de um ou mais dos outros.

1.3.1 -Influência da acidez do meio

No geral a velocidade de crescimento das bactérias lácticas e de realização da fermentação maloláctica aumenta com o aumento de pH de 3,0 para 4,0. Por outro lado o pH tem um forte efeito selectivo nas espécies que se desenvolvem no vinho (Davis *et al.*, 1986).

Os vinhos com pH relativamente elevado apresentam no geral uma microflora láctica mais abundante e mais variada que os vinhos ácidos. Mas esses vinhos são mais frágeis no plano microbiológico, pois possuem também bactérias lácticas que são consideradas agentes de alteração.

Verifica-se que a importância do pH se situa em diversos níveis: na selecção das espécies mais adaptadas, na taxa e no rendimento do crescimento, na actividade maloláctica e na natureza dos substratos transformados (Ribéreau-Gayon *et al.* 1998).

1.3.2 - Influência da temperatura

A temperatura do vinho tem uma influência decisiva sobre o crescimento bacteriano e o desenrolar da fermentação maloláctica.

Segundo Ribéreau-Gayon *et al.* (1998) a temperatura óptima do vinho para o desenvolvimento da fermentação maloláctica situa-se entre 20 e 25 °C, verificando-se um atraso no seu desenrolar a temperaturas acima ou abaixo deste intervalo.

A fermentação do ácido málico é lenta a temperaturas da ordem dos 15 °C, enquanto a 20 °C ela se desenrola em poucos dias. Se as condições de temperatura não são favoráveis é pouco provável que a fermentação maloláctica se verifique durante o inverno.

Considera-se que a fermentação maloláctica se deve desenvolver a uma temperatura por volta dos 20 °C com o objectivo de evitar uma subida excessiva da

acidez volátil devida à degradação de outros constituintes do vinho além do ácido málico.

1.3.3 - Influência do teor em dióxido de enxofre

As bactérias lácticas são muito sensíveis aos teores de dióxido de enxofre. Como se sabe, a química do dióxido de enxofre no vinho é bastante complexa. O dióxido de enxofre encontra-se no vinho sob a forma livre e combinada, e a forma activa é efectivamente o SO₂ molecular que depende da concentração em SO₂ livre e do pH.

No entanto, segundo referem Ribéreau-Gayon *et al.* (1998), a fracção combinada com o etanal ou o ácido pirúvico tem igualmente acção antibacteriana. Se o dióxido de enxofre combinado apresenta uma actividade antibacteriana 5 a 10 vezes inferior ao livre, deve-se ter em consideração que aquele é 5 a 10 vezes mais abundante no vinho.

Destes factos devem tirar-se algumas conclusões sobre a tecnologia a utilizar na condução da fermentação maloláctica e na conservação do vinho. Na vinificação deve-se utilizar um teor de dióxido de enxofre combinado que proteja eficazmente e retarde a intervenção das bactérias até à finalização da fermentação alcoólica de modo a evitar um desenvolvimento bacteriano num meio com açúcar que originaria aumento da acidez volátil.

1.3.4 - Influência do etanol

A capacidade de as bactérias lácticas sobreviverem e se desenvolverem no vinho diminui com o aumento do teor em etanol.

De acordo com Davis *et al.* (1986) o teor em etanol pode indirectamente afectar a fermentação maloláctica pelo efeito que tem na actividade das enzimas envolvidas na degradação do ácido málico.

1.4 - A inoculação de bactérias lácticas

No geral, numa adega em que as vinificações decorreram em boas condições, a ocorrência da fermentação maloláctica verifica-se espontaneamente em vários depósitos, sendo então fácil propagar a fermentação maloláctica aos restantes depósitos.

Mas tem-se procurado controlar o desenrolar desta fermentação pela inoculação de preparações industriais de bactérias seleccionadas. Mas nem sempre essa inoculação tem sido bem sucedida, pois as bactérias introduzidas nem sempre se conseguem desenvolver dado o pH e/ou o teor alcoólico do vinho.

Para obstar a esta dificuldade têm sido experimentadas diferentes opções, nomeadamente: inocular o mosto antes da fermentação alcoólica; utilização de uma biomassa não proliferante; inoculação do vinho após fermentação alcoólica com uma biomassa industrial submetida a uma fase de reactivação; inoculação com uma biomassa industrial previamente adaptada ao meio vinho.

Foram realizados estudos com a inoculação de culturas lácticas em diferentes estádios de vinificação, mas nem sempre foi obtido sucesso. Na realidade, o momento ideal para a inoculação depende de vários factores, como a composição do mosto, a espécie de levedura e as técnicas de elaboração (Davis *et al.*, 1985). A selecção de estirpes de bactérias lácticas que degradam o ácido málico levou ao desenvolvimento de estudos de classificação e metabolismo deste grupo de bactérias em diversas regiões vitícolas (Kunkee, 1967; Garvie e Farrow, 1980; Wibowo *et al.*, 1985; Tracey e Britz, 1987; Pilone *et al.*, 1991; Van Vuuren e Dicks, 1993).

1.5 - Controlo da fermentação maloláctica

O controlo da fermentação maloláctica permite realçar as qualidades do vinho previamente fermentado ou perder grande parte do potencial do mesmo. Através de uma gestão coerente da fermentação maloláctica pode-se manter e realçar a fruta dos vinhos, estabilizar a matéria corante e controlar possíveis alterações microbiológicas devidas a outros microrganismos.

Neste trabalho procura-se contribuir para um melhor conhecimento dos factores que influenciam de forma significativa o desenvolvimento da fermentação maloláctica. Assim, realizou-se o acompanhamento do desenrolar da fermentação maloláctica em três vinhos tintos por análise química e sensorial.

2 - Material e métodos

2.1 – Selecção dos vinhos

O trabalho incidiu sobre 3 vinhos provenientes de 3 instituições diferentes da mesma região vitivinícola, respectivamente Adega Cooperativa da Carvoeira (**AC**), Adega Cooperativa da Labrugeira (**AL**) e adega de António José Alexandre Aguiar (**AG**).

Os vinhos foram vinificados com uvas das castas Aragonez, Castelão e Syrah nas 3 instituições, com diferentes tecnologias de fabrico.

No vinho **AC** a recepção da uva foi feita em tegão de inox com ligeira sulfitação (50mg/L) e desengace total, correcção do pH. As massas vnicas foram conduzidas para uma cuba com capacidade para 30.000L. De seguida foi efectuada inoculação da levedura Fermol Rouge, estirpe seleccionada de *Sacharomyces Cerevisiae* r.f. *Ceravisae*, (20g/hL) e do auxiliar de fermentação Enovit, cuja composição é fosfato diamónio dibásico e cloridrato de tiamina (15g/hL). Efectuou-se ainda a adição de taninos SR (30g/hL). A fermentação decorreu com controlo da temperatura (26°C - 28°C). O vinho resultante foi trasfegado para a vasilha de cimento revestida a resinas epox, com o N° 31.

No vinho **AL** a recepção da uva foi feita em tegão de cimento revestido com resinas epox, com ligeira sulfitação (50mg/L) e meio desengace. As massas vnicas foram conduzidas para uma cuba de 40.000L. De seguida foi efectuada a inoculação da levedura *Zymasil Bayanus* estirpe seleccionada da *Sacharomyces Cerevisiae* r.f. *Bayanus* (20g/hL) e do auxiliar de fermentação fosfato diamónio (20g/hL). Foram ainda adicionados os taninos TC (20g/hL) e SR (20g/hL). Durante a fermentação as cubas apenas foram refrescadas, tendo a temperatura chegado aos 31°C. O vinho após a fermentação foi trasfegado para uma vasilha de aço inoxidável com o N° 21.

No vinho **AG** a recepção da uva foi feita em tegão de cimento revestido com resinas epox, foi primeiramente sulfitado 50 mg/L sem desengace, as massas vnicas foram fermentar em depósito de cimento de 30.000L onde foi inoculada a levedura Fervens SLB da estirpe seleccionada *Sacharomyces Cerevisiae* r.f. *Bayanus* (20g/hL) e o

auxiliar de fermentação fosfato diamónio (15g/hL). Durante a fermentação não houve qualquer controlo de temperatura, chegando a temperatura aos 33°C. O vinho depois foi trasfegado para a cuba de aço inoxidável com o N° 3.

Na data da montagem do ensaio tecnológico os vinhos seleccionados não tinham iniciado a fermentação maloláctica.

2.2 – Ensaio tecnológico

Cada um dos três vinhos seleccionados (**AC**, **AL** e **AG**) foi distribuído por 8 *bag in box* com 15 L de capacidade, originando 8 condições tecnológicas de ocorrência da fermentação maloláctica para cada um dos vinhos, que se apresentam no Quadro 1.

Nas amostras dos três vinhos com inoculação de bactérias do ácido láctico (**BAL**), estas foram efectuadas com *Biolat Acclimatée 4R* da AEB que é um preparado composto por 4 estirpes de *OEnococcus oeni*, seleccionadas em vinhos tintos, (25g/hL). Mas, à semelhança do que acontece na fermentação alcoólica, é de extrema importância que os microorganismos seleccionados assumam imediatamente o domínio sobre as espécies indígenas – para tal utilizou-se o *Fermoplus Malolactique* (20g/hL). É um nutriente específico para fermentações malolácticas, que complementa o conteúdo em aminoácidos e vitaminas dos vinhos, garantindo o desenvolvimento das bactérias lácticas seleccionadas e a completa degradação do ácido málico.

As amostras com teores de SO₂ superiores a 40 mg/L foram adicionadas com Noxitan Liquid da AEB, que é um coadjuvante preparado em solução aquosa de metabissulfito de potássio e tanino hidrolisável (0,25g/L).

As amostras com pH superior a 3,50 foram adicionadas de Deacid da AEB, que é um desacidificante complexo para mostos e vinhos (0,50g/L), excepto nos vinhos **AL**, cujo pH era 3,65 (Quadro 2).

Após a montagem do ensaio tecnológico em cada uma das instituições referidas, os vinhos **AC**, **AL** e **AG** n^{os} 1 a 8, foram transportados para as instalações do INIA-Dois Portos. Os vinhos **AC**, **AL** e **AG** n^{os} 3 e 6 foram colocados numa estufa à temperatura de 18 °C, os vinhos **AC**, **AL** e **AG** n^{os} 1, 2, 5 e 8 foram colocados na adega à

temperatura ambiente e os vinhos **AC**, **AL** e **AG** n^{os} 4 e 7 foram colocados numa sala à temperatura ± 21 °C.

Quadro 1 – Condições tecnológicas da fermentação maloláctica nos vinhos AC, AL e AG com respectivos códigos

Número	Código Vinho	Condições tecnológicas da fermentação maloláctica
1	AC1	Vinho AC testemunha
2	AC2	Vinho AC inoculado com BAL
3	AC3	Vinho AC1 temperatura $\pm 18^\circ\text{C}$
4	AC4	Vinho AC1 com $\text{SO}_2 \text{ L} > 40\text{mg/L}$ e temperatura $\pm 21^\circ\text{C}$
5	AC5	Vinho AC1 com $\text{pH} > 3.50$
6	AC6	Vinho AC2 temperatura de $\pm 18^\circ\text{C}$
7	AC7	Vinho AC2 com $\text{SO}_2 \text{ L} > 40\text{mg/L}$ e temperatura $\pm 21^\circ\text{C}$
8	AC8	Vinho AC2 com $\text{pH} > 3.50$
9	AL1	Vinho AL testemunha
10	AL2	Vinho AL inoculado com BAL
11	AL3	Vinho AL1 temperatura $\pm 18^\circ\text{C}$
12	AL4	Vinho AL1 com $\text{SO}_2 \text{ L} > 40\text{mg/L}$ e temperatura $\pm 21^\circ\text{C}$
13	AL5	Vinho AL1 com $\text{pH} > 3.50$
14	AL6	Vinho AL2 temperatura $\pm 18^\circ\text{C}$
15	AL7	Vinho AL2 com $\text{SO}_2 \text{ livre} > 40\text{mg/L}$ e temperatura $\pm 21^\circ\text{C}$
16	AL8	Vinho AL2 com $\text{pH} > 3.50$
17	AG1	Vinho AG testemunha
18	AG2	Vinho AG inoculado com BAL
19	AG3	Vinho AG1 temperatura $\pm 18^\circ\text{C}$
20	AG4	Vinho AG1 com $\text{SO}_2 \text{ livre} > 40\text{mg/L}$ e temperatura $\pm 21^\circ\text{C}$
21	AG5	Vinho AG1 com $\text{pH} > 3.50$
22	AG6	Vinho AG2 temperatura $\pm 18^\circ\text{C}$
23	AG7	Vinho AG2 com $\text{SO}_2 \text{ livre} > 40\text{mg/L}$ e temperatura $\pm 21^\circ\text{C}$
24	AG8	Vinho AG2 com $\text{pH} > 3.50$

2.3 - Análise sensorial

Para obter uma caracterização de um produto, a análise sensorial recorre geralmente às competências de um painel de provadores treinados que realizam um perfil convencional. Este método necessita da aplicação de uma longa fase de formação dos provadores, à qual, geralmente, é necessário dedicar vários meses.

Em enologia é cada vez mais utilizada a caracterização sensorial dos vinhos. No caso particular do vinho, os profissionais são submetidos a uma fase comum de exercícios em conjunto e o seu desempenho é avaliado. Contrariamente ao perfil convencional, os métodos espontâneos como o perfil de livre escolha não necessitam de uma formação preliminar comum e deixam uma grande liberdade para o provador, nomeadamente na escolha dos descritores.

A caracterização sensorial vem sendo cada vez mais utilizada para definir o efeito dos diferentes itinerários tecnológicos, para seleccionar a estirpe de levedura mais adequada (Gerland e Dumont, 2000) ou para evidenciar diferenças sensoriais entre os diversos tipos de *terroirs* (Fischer *et al.*, 1999). No sector agro-alimentar, a referência para a caracterização sensorial é o perfil convencional (Lawless e Heymann, 1998). Este método é baseado na competência de um painel de júris treinados. O objectivo da exercitação é gerar uma experiência comum entre os provadores de um painel e de verificar a eficácia dos seus resultados sensoriais. A particularidade desta está centrada na ausência de uma avaliação qualitativa dos vinhos, a ausência de descritores “subjectivos” (harmonia, equilíbrio, qualidade) para os quais a experiência técnica e a origem do provador vão condicionar a resposta e podem impedir uma avaliação estritamente objectiva das características dos vinhos. A fase de formação dos provadores (treino e familiarização com o vocabulário) pode durar vários meses. Neste caso particular do vinho, os profissionais são treinados em conjunto e os seus resultados sensoriais são verificados uma vez que estes estão acostumados a degustar os vinhos e a descrevê-los.

Cada profissional possui a sua própria experiência que é acompanhada por um vocabulário específico e que corresponde mais ou menos aos conceitos dos outros provadores. Alguns estão muito atentos a determinadas características ou qualidade dos vinhos, enquanto outros dedicam mais atenção a outros elementos. Os chamados métodos “espontâneos” como o perfil Flash (Dairou e Sieffermann 2002, Delarue e Sieffermann 2004), partem desta hipótese utilizando a complementaridade entre os provadores oferecendo-lhes uma liberdade total no momento de caracterizar os vinhos.

Não necessitando de um acordo prévio, dando uma grande liberdade ao provador, nomeadamente na escolha dos critérios.

A análise sensorial foi realizada por um painel constituído por 10 provadores do Serviço de Prova Organoléptica do INIA – Dois Portos, de acordo com uma ficha de prova, constituída por descritores adequados a vinhos tintos em fase de fermentação maloláctica, desenvolvida especificamente para este trabalho (Anexo I).

Em cada sessão de prova foram apresentados 8 vinhos do mesmo produtor (**AC**, **AL** e **AG**) sendo provados de acordo com um delineamento que elimina o efeito de ordem e da posição de prova (Anexo II). Os provadores não tiveram acesso prévio a qualquer tipo de informação sobre os vinhos.

As análises sensoriais foram realizadas na fase de selecção dos vinhos; após a montagem do ensaio tecnológico e durante a realização da fermentação maloláctica até à sua finalização em cada vinho. De referir que as sessões de prova dos 8 vinhos **AC**, **AL** e **AG**, ao longo do tempo, foram no geral quinzenais.

2.4 - Metodologia analítica

A análise geral foi realizada pelo Serviço de Análises do INIA – Dois Portos do Instituto Nacional de Recursos Biológicos.

Nos vinhos em fase de selecção foram efectuadas as seguintes determinações analíticas pelos métodos referenciados: massa volúmica ρ_{20} (g/cm³) por aerometria (Regulamento CEE nº2676/90); título alcoométrico volúmico adquirido (% V/V) por FTIR (Moreira *et al.*, 2002a 2002b); acidez total (g/L) por neutralização dos ácidos (Regulamento CEE nº 2676/90) acidez volátil (g/L) pelo método de Cazenave (Regulamento CEE nº 2676/90); pH por potenciometria (Regulamento CEE nº 2676/90); SO₂ livre e total (mg/L) por análise semi-automática pelo método iodo-amperométrico (Barrère *et al.*, 1980); pesquisa da fermentação maloláctica por cromatografia em papel (Michod, 1959).

Nos vinhos do ensaio foram efectuadas por FTIR (Moreira *et al.*, 2002a 2002b), as determinações a seguir discriminadas: massa volúmica ρ_{20} (g/cm³); título

alcoométrico volúmico adquirido (% V/V); extracto seco; acidez total (g/L); acidez volátil (g/L); pH; SO₂ total (mg/L); açúcares redutores (g/L); índice de polifenóis totais; cinzas; condutividade; glucose (g/L); frutose (g/L); glicerol (g/L); ácido cítrico (g/L); ácido tartárico (g/L); ácido málico (g/L); ácido láctico (g/L); ácido sórbico (g/L); sulfatos (g/L); cloretos (g/L); índice corante e tonalidade.

O parâmetro SO₂ livre (mg/L) foi determinado por análise semi-automática pelo método iodo-amperométrico (Barrère *et al.*, 1980) e a pesquisa da fermentação maloláctica foi efectuada por cromatografia em papel (Michod, 1959).

No entanto para efeitos deste trabalho considerámos apenas os valores determinados para os parâmetros: acidez volátil e total, pH, ácidos málico e láctico. Trata-se dos parâmetros importantes para o objecto em estudo e estão devidamente calibrados no equipamento de FTIR utilizado.

A pesquisa da fermentação maloláctica nos 24 vinhos foi efectuada semanalmente até à conclusão desta fermentação.

As análises por FTIR dos 24 vinhos foram realizadas imediatamente após a montagem do ensaio tecnológico e em amostragens simultâneas com as da análise sensorial até finalização da fermentação maloláctica.

2.5 - Análise multidimensional

A partir da matriz de dados, construída com os diferentes vinhos e respectivas características, para cada caso em estudo foi calculada uma matriz de distâncias e realizada uma análise de agregação, utilizando o método UPGMA (Unweighted Pair-Group Method using arithmetic Averages) sendo o resultado apresentado sob a forma tradicional de um fenograma (Sneath and Sokal, 1973). Para cada fenograma foi sempre calculado o coeficiente de correlação cofenética (Sokal and Rohlf, 1962) entre a matriz de valores cofenéticos e a matriz de distâncias. Este coeficiente, exprimindo o grau de concordância entre estas duas matrizes, permite ajuizar se o fenograma é uma boa representação dos dados originais.

Outro método de agregação usado foi a árvore de conexão mínima que consiste em ligar os diferentes vinhos em análise por linhas (conexões) obtendo uma *rede* de ligações entre estes. A interpretação simultânea dos resultados da árvore de conexão mínima e da análise em componentes principais permite uma melhor apreciação desta última.

Foi efectuada uma análise em componentes principais (Sneath and Sokal, 1973) com a qual se pretende reduzir o número de dimensões iniciais, projectando os vinhos num novo sistema de eixos ortogonais. Estes eixos são escolhidos de modo a que o primeiro (primeira componente principal) tenha a direcção em que se verifica a maior dispersão dos pontos representativos dos vinhos, outro (segunda componente principal) numa direcção em que, sendo ortogonal ao primeiro, se verifica a segunda maior dispersão dos mesmos pontos, e assim sucessivamente.

Tem-se verificado que a configuração resultante da representação destes pontos no espaço definido pelas duas ou três primeiras componentes principais é uma imagem geralmente aceitável da configuração a n dimensões.

Uma propriedade muito importante das componentes principais é serem independentes (não correlacionadas). É possível, portanto, interpretar a análise como explorando a correlação entre as variáveis originais substituindo-as por outras, em menor número e não correlacionadas.

Todos os cálculos foram efectuados com recurso ao conjunto de programas NTSYS-pc (Rohlf, 1997).

3 - Resultados e discussão

3.1 - Análise geral

3.1.1 – Vinhos na fase de selecção

Apresenta-se no Quadro 2 os resultados da análise geral e da pesquisa da fermentação maloláctica dos vinhos em fase de selecção.

Constatou-se que o vinho seleccionado, designado por **AL*** no referido quadro, encontrava-se em início de fermentação maloláctica. Assim, foi necessário seleccionar outro vinho **AL** e o ensaio tecnológico foi efectuado com os vinhos designados no Quadro 2 por **AC**, **AL** e **AG**.

3.1.2 – Pesquisa da fermentação maloláctica nos vinhos

No Quadro 3, 4 e 5 apresentam-se os resultados da pesquisa da fermentação maloláctica (FML), respectivamente nos vinhos **AC**, **AL** e **AG**.

Dos resultados obtidos pode constatar-se que o desenrolar da fermentação maloláctica foi diferente em cada um dos três vinhos base deste estudo.

O vinho **AC** demorou mais tempo a iniciar a FML e foram as modalidades inoculadas com bactérias lácticas (**AC2**, **AC6**, **AC7** e **AC8**) as que iniciaram primeiro e terminaram mais cedo a FML.

No vinho **AL** o início da FML desenrolou-se primeiro na modalidade com fermentação espontânea, SO_2 livre > 40 mg/L e temperatura ± 21 °C (**AL2**) e nas modalidades inoculadas: temperatura ± 18 °C e SO_2 livre > 40 mg/L e temperatura ± 21 °C (**AL6** e **AL7**).

No caso do vinho **AG** o desenrolar da FML deu-se logo a seguir à montagem do ensaio tecnológico em todas as modalidades.

Estes resultados foram a base para se efectuar o calendário de realização das análises sensoriais e das determinações analíticas.

Quadro 2 - Resultados das análises iniciais aos vinhos AC, AL e AG seleccionados

Vinho	Massa Vol.p20	Tít. Alc.Vol.Adq.	Acidez Total	Acidez Volátil	pH	SO₂ Livre	SO₂ Total	Açúcares Red.	Pesq. F.M.L.
	(g/cm ³)	(%v/v)	mg/L (ác. tartárico)	mg/L (ác. acético)		(mg/L)	(mg/L)	(g/L)	
Vinho AC	0,9973	12,1	6,7	0,48	3,42	13	99	4,2	Neg.
Vinho AL *	0,9920	13,9	6,1	0,62	3,35	7	71	1,7	Pos./Neg.
Vinho AL	0,9963	12,2	6,3	0,49	3,65	7	100	1,8	Neg.
Vinho AG	0,9966	11,4	6,6	0,53	3,29	44	220	1,9	Neg.

* Vinho início de fermentação maloláctica

Quadro 3 – Resultados da pesquisa da FML nos vinhos AC

Vinho*	FML	Vinho*	FML	Vinho*	FML	Vinho*	FML
AC1a	N	AC2a	N	AC3a	N	AC4a	N
AC1b	N	AC2b	N	AC3b	N	AC4b	N
AC11	N	AC21	N	AC31	N	AC41	N
AC1c	N	AC2c	N	AC3c	N	AC4c	N
AC12	N	AC22	N	AC32	N	AC42	N
AC1d	N	AC2d	N	AC3d	N	AC4d	N
AC13	N	AC23	N	AC33	N	AC43	N
AC1e	N	AC2e	N	AC3e	N	AC4e	N
AC1f	N	AC2f	N	AC3f	N	AC4f	N
AC14	N	AC24	N	AC34	N	AC44	N
AC15	N	AC25	PN	AC35	N	AC45	N
AC16	N	AC26	P	AC36	N	AC46	N
AC17	N	AC27	P	AC37	N	AC47	N
AC18	N	AC28	P	AC38	N	AC48	N
AC1g	N	AC2g	P	Ac3g	N	AC4g	N
AC1h	PN	AC2h	P	AC3h	PN	AC4h	PN
AC1i	P	AC2i	P	AC3i	P	AC4i	P
AC5a	N	AC6a	N	AC7a	N	AC8a	N
AC5b	N	AC6b	N	AC7b	N	Ac8b	N
AC51	N	AC61	N	AC71	N	AC81	N
AC5c	N	AC6c	N	AC7c	N	AC8c	N
AC52	N	AC62	N	AC72	N	AC82	N
AC5d	N	AC6d	N	AC7d	N	AC8d	N
AC53	N	AC63	N	AC73	N	AC83	N
AC5e	N	AC6e	N	AC7e	N	AC8e	N
AC5f	N	AC6f	N	AC7f	N	AC8f	N
AC54	N	AC64	N	AC74	PN	AC84	N
AC55	N	AC65	N	AC75	P	AC85	N
AC56	N	AC66	N	AC76	P	AC86	N
AC57	N	AC67	PN	AC77	P	AC87	N
AC58	N	AC68	PN	AC78	P	AC88	PN
AC5g	N	AC6g	P	AC7g	P	AC8g	P
AC5h	PN	AC6h	P	AC7h	P	AC8h	P
AC5i	P	AC6i	P	AC7i	P	AC8i	P

*O 4º caracter da nomenclatura dos vinhos indica a sequência da determinação. Os números indicam a sequência das análises sensoriais e as letras a sequência das determinações analíticas que não coincidiram com análise sensorial (*vide* 2.3 e 2.4).

Quadro 4 – Resultados da pesquisa da FML nos vinhos AL

Vinho*	FML	Vinho*	FML	Vinho*	FML	Vinho*	FML
AL11	N	AL21	N	AL31	N	AL41	N
AL1a	N	AL2a	N	AL3a	N	AL4a	N
AL12	N	AL22	N	AL32	N	AL42	PN
AL1b	PN	AL2b	PN	AL3b	PN	AL4b	P
AL1c	PN	AL2c	PN	AL3c	PN	AL4c	P
AL13	PN	AL23	PN	AL33	P	AL43	P
AL1d	P	AL2d	P	AL3d	P	AL4d	P
AL14	P	AL24	P	AL34	P	AL44	P
AL1e	P	AL2e	P	AL3e	P	AL4e	P
AL1f	P	AL2f	P	AL2f	P	AL4f	P
AL51	N	AL61	N	AL71	N	AL81	N
AL5a	N	AL6a	N	AL7a	N	AL8a	N
AL52	N	AL62	PN	AL72	PN	AL82	N
AL5b	N	AL6b	P	AL7b	P	AL8b	N
AL5c	N	AL6c	P	AL7c	P	AL8c	N
AL53	N	AL63	P	AL73	P	AL83	PN
AL5d	PN	AL6d	P	AL7d	P	AL8d	PN
AL54	P	AL64	P	AL74	P	AL84	P
AL5e	P	AL6e	P	AL7e	P	AL8e	P
AL5f	P	AL6f	P	AL7f	P	AL8f	P

*O 4º caracter da nomenclatura dos vinhos indica a sequência da determinação. Os números indicam a sequência das análises sensoriais e as letras a sequência das determinações analíticas que não coincidiram com análise sensorial (*vide* 2.3 e 2.4).

Com uma apreciação porventura mais criteriosa sobre as diferentes evoluções, tendo em linha de conta que os diferentes métodos de fabrico influenciam todo o processo da fermentação maloláctica, poderemos fazer algumas apreciações que julgamos ter cabimento no contexto deste trabalho, assim sendo: para nós, a temperatura de fermentação terá de todo muito a ver com a velocidade e distância de tempo de separação da fermentação alcoólica, porque, quando não existe qualquer controlo de temperatura, esta poderá atingir parâmetros que originem a morte das leveduras, ou que de certa forma as debilitem, de tal modo, que raramente conseguem levar até ao fim a fermentação alcoólica.

Quadro 5 – Resultados da pesquisa da FML nos vinhos AG

Vinho*	FML	Vinho*	FML	Vinho*	FML	Vinho*	FML
AG1a	N	AG2a	N	AG3a	N	AG4a	N
AG11	N	AG21	N	AG31	N	AG41	N
AG1b	PN	AG2b	PN	AG3b	PN	AG4b	PN
AG12	P	AG22	P	AG32	P	AG42	P
AG1c	P	AG2c	P	AG3c	P	AG4c	P
AG13	P	AG23	P	AG33	P	AG43	P
AG1d	P	AG2d	P	AG3d	P	AG4d	P
AG1e	P	AG2e	P	AG3e	P	AG4e	P
AG14	P	AG24	P	AG34	P	AG44	P
AG1f	P	AG2f	P	AGT3f	P	AG4f	P
AG5a	N	AG6a	N	AG7a	N	AG8a	N
AG51	N	AG61	N	AG71	N	AG81	N
AG5b	PN	AG6b	PN	AG7b	PN	AG8b	PN
AG52	P	AG62	P	AG72	P	AG82	P
AG5c	P	AG6c	P	AG7c	P	AG8c	P
AG53	P	AG63	P	AG73	P	AG83	P
AG5d	P	AG6d	P	AG7d	P	AG8d	P
AG5e	P	AG6e	P	AG7e	P	AG8e	P
AG54	P	AG64	P	AG74	P	AG84	P
AG5f	P	AG6f	P	AG7f	P	AG8f	P

*O 4º caracter da nomenclatura dos vinhos indica a sequência da determinação. Os números indicam a sequência das análises sensoriais e as letras a sequência das determinações analíticas que não coincidiram com análise sensorial (*vide* 2.3 e 2.4).

Nesse caso viabilizando uma actuação mais rápida da flora bacteriana, que tem a ver com os açúcares residuais, com o menor grau de álcool e, como é evidente, com uma temperatura mais alta, tudo muito ao jeito de uma evolução da FML.

Poderemos de certo sintonizar a nossa apreciação nos dados anteriores e teremos assim um figurino absolutamente condicente com os diferentes métodos de fabrico dos vinhos em análise, quanto mais controlo não só da temperatura, mas de todos os parâmetros que se deve ter em conta no fabrico de um vinho bem feito, mais difícil e morosa é a fermentação maloláctica.

3.1.3 - Análise por FTIR dos vinhos AC

Os resultados das análises de FTIR foram objecto de análise multidimensional conforme descrito em 2.5. Optou-se por fazer essa análise em cada vinho (**AC**, **AL** e **AG**) para se conseguir fazer uma leitura correcta das implicações das diversas modalidades.

Os resultados das análises por FTIR das 8 amostragens efectuadas aos vinhos **AC** apresentam-se no Quadro 6. Estes resultados foram objecto de análise em componentes principais realizada sobre a matriz de resultados de análise geral dos vinhos **AC**.

No Quadro 7 apresentam-se os vectores próprios, os valores próprios e a percentagem de variância explicada por cada uma das componentes principais nos vinhos **AC** e na Fig. 1 apresenta-se a distribuição dos vinhos em função da ocorrência da fermentação maloláctica segundo as componentes I e II, com representação simultânea das variáveis.

As três componentes principais explicam 98,8% da variância total dos vinhos **AC**. A I componente principal que explica 64,7% da variância total permite diferenciar os vinhos de acordo com a ocorrência da FML através das variáveis ácido málico, ácido láctico e acidez total. Os vinhos que efectuaram a fermentação maloláctica situam-se do lado esquerdo da Fig. 1 e do lado direito os vinhos em que essa fermentação não ocorreu.

A II componente principal explica 30,8% da variância total através das variáveis acidez volátil e pH, separando os vinhos de elevado teor nestas variáveis dos vinhos com teores mais baixos.

Como a I e a II componente representam 95,5% da variância total não é necessária a análise dos planos I e III.

Pode observar-se que a ocorrência da FML se verifica primeiro nos vinhos AC2, AC6 e AC7, dando-se mais tarde nos vinhos AC1, AC3, AC4 e AC5, isto é, as modalidades inoculadas tiveram menos dificuldade em efectuar a FML. Observa-se

ainda que entre as modalidades inoculadas teve mais dificuldade em efectuar a FML a modalidade com pH superior a 3,50 (AC8).

Quadro 6 - Resultados das análises efectuadas por FTIR aos vinhos AC

Vinho	Acidez Total (AcT) mg/L (ác. tartárico)	Acidez Volátil (AcV) mg/L (ác. acético)	pH	Ácido Málico (AcM) (g/L)	Ácido Láctico (AcL) (g/L)
AC11	5,88	0,37	3,39	1,32	0,47
AC12	5,80	0,41	3,37	1,44	0,49
AC13	5,85	0,38	3,38	1,24	0,52
AC14	5,77	0,35	3,37	1,22	0,47
AC15	5,74	0,39	3,37	1,22	0,50
AC16	5,69	0,35	3,34	1,18	0,46
AC17	5,70	0,35	3,34	1,17	0,56
AC18	5,65	0,38	3,37	1,12	0,51
AC21	5,87	0,37	3,38	1,28	0,50
AC22	5,80	0,41	3,38	1,37	0,43
AC23	5,78	0,36	3,38	1,16	0,55
AC24	5,49	0,33	3,38	0,74	0,77
AC25	5,23	0,36	3,39	0,36	1,00
AC26	4,96	0,35	3,40	0,01	1,21
AC27	5,00	0,34	3,41	0,06	1,26
AC28	4,99	0,36	3,41	0,00	1,25
AC31	5,61	0,41	3,50	1,27	0,50
AC32	5,56	0,43	3,50	1,36	0,50
AC33	5,57	0,43	3,47	1,22	0,53
AC34	5,52	0,40	3,48	1,12	0,56
AC35	5,50	0,41	3,48	1,18	0,58
AC36	5,37	0,38	3,46	1,05	0,53
AC37	5,42	0,37	3,47	0,97	0,58
AC38	5,37	0,41	3,48	0,91	0,61
AC41	5,58	0,41	3,50	1,26	0,54
AC42	5,49	0,45	3,51	1,25	0,47
AC43	5,50	0,42	3,49	1,12	0,56
AC44	4,81	0,38	3,55	0,00	1,24
AC45	5,42	0,43	3,50	1,02	0,56
AC46	5,32	0,40	3,46	1,06	0,53
AC47	5,34	0,39	3,47	1,01	0,60
AC48	5,34	0,41	3,49	1,04	0,61
AC51	5,60	0,41	3,50	1,25	0,49

Quadro 6 - Resultados das análises efectuadas por FTIR aos vinhos AC (Continuação)

Vinho	Acidez Total (AcT) mg/L (ác. tartárico)	Acidez Volátil (AcV) mg/L (ác. acético)	pH	Ácido Málico (AcM) (g/L)	Ácido Láctico (AcL) (g/L)
AC52	5,54	0,44	3,49	1,20	0,47
AC53	5,56	0,40	3,49	1,21	0,53
AC54	5,55	0,41	3,48	1,29	0,51
AC55	5,51	0,41	3,50	1,17	0,53
AC56	5,39	0,40	3,44	1,10	0,48
AC57	5,44	0,39	3,47	1,12	0,53
AC58	5,43	0,41	3,47	1,21	0,50
AC61	5,62	0,42	3,50	1,27	0,51
AC62	5,56	0,43	3,49	1,24	0,49
AC63	5,55	0,41	3,48	1,14	0,59
AC64	5,44	0,39	3,50	1,13	0,61
AC65	5,34	0,43	3,50	0,92	0,70
AC66	5,09	0,38	3,49	0,62	0,79
AC67	5,05	0,37	3,51	0,37	0,95
AC68	4,77	0,39	3,53	0,00	1,24
AC71	5,57	0,42	3,50	1,24	0,53
AC72	5,48	0,45	3,49	1,15	0,47
AC73	5,40	0,41	3,51	0,99	0,67
AC74	4,80	0,37	3,55	0,04	1,23
AC75	4,76	0,39	3,55	0,02	1,34
AC76	4,66	0,37	3,51	0,07	1,25
AC77	4,73	0,36	3,53	0,00	1,32
AC78	4,69	0,38	3,56	0,13	1,24
AC81	5,55	0,42	3,52	1,20	0,52
AC82	5,48	0,43	3,51	1,21	0,46
AC83	5,52	0,41	3,50	1,25	0,51
AC84	5,53	0,39	3,48	1,22	0,50
AC85	5,48	0,42	3,50	1,12	0,53
AC86	5,34	0,41	3,47	1,11	0,55
AC87	5,30	0,38	3,49	0,92	0,62
AC88	4,83	0,39	3,55	0,23	1,06

Quadro 7 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AC

Variáveis	Componentes principais		
	1	2	3
AcT	0.9613	0.2160	0.0184
AcV	0.4695	-0.8367	-0.2821
pH	-0.3917	-0.8834	0.2517
AcM	0.9877	-0.0875	0.1022
AcL	-0.9806	0.0758	-0.1146
Valor próprio	3.2350	1.5404	0.1668
% variância	64.7	30.8	3.3
% variância acumulada	64.7	95.5	98.8

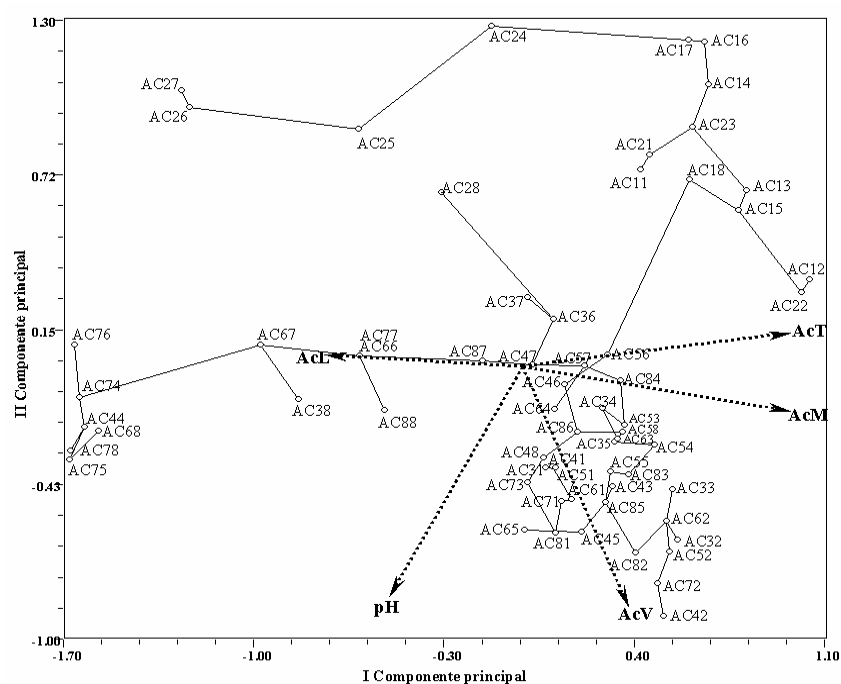


Fig. 1 - Projeção dos vinhos AC, com base nas características analíticas, no plano definido pela I (64,7%) e pela II (30,8%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das variáveis. (AcT – acidez total, AcV – acidez volátil, pH – pH, AcM – ácido málico, AcL – ácido láctico).

3.1.4 - Análise por FTIR dos vinhos AL

No que se refere aos vinhos **AL** podem observar-se os resultados das análises por FTIR das 3 amostragens efectuadas aos vinhos **AL** no Quadro 8 (realizaram-se amostragens até à conclusão da FML e não foram efectuadas as determinações analíticas por FTIR na data da primeira amostragem de análise sensorial).

No Quadro 9 apresentam-se os vectores próprios, os valores próprios e a percentagem de variância explicada por cada uma das componentes principais nos vinhos **AL**.

Quadro 8 - Resultados das análises efectuadas por FTIR aos vinhos AL

Vinho	Acidez Total (AcT) mg/L (ác. tartárico)	Acidez Volátil (AcV) mg/L (ác. acético)	pH	Ácido Málico (AcM) (g/L)	Ácido Láctico (AcL) (g/L)
AL12	5,93	0,44	3,61	1,47	0,40
AL13	5,28	0,43	3,68	0,61	1,11
AL14	5,06	0,45	3,71	0,01	1,33
AL22	5,97	0,42	3,60	1,52	0,44
AL23	5,29	0,43	3,69	0,52	1,16
AL24	5,04	0,45	3,70	0,00	1,33
AL32	5,58	0,47	3,73	1,19	0,61
AL33	4,77	0,48	3,85	0,13	1,47
AL34	4,64	0,46	3,83	0,00	1,34
AL42	5,05	0,46	3,80	0,41	1,10
AL43	4,73	0,53	3,87	0,03	1,57
AL44	4,68	0,53	3,86	0,01	1,36
AL52	5,65	0,47	3,72	1,58	0,39
AL53	5,28	0,46	3,74	1,19	0,76
AL54	4,58	0,45	3,80	0,06	1,25
AL62	5,39	0,47	3,77	0,99	0,71
AL63	4,75	0,49	3,87	0,00	1,52
AL64	4,62	0,49	3,84	0,00	1,35
AL72	4,92	0,45	3,81	0,11	1,27
AL73	4,8	0,53	3,87	0,00	1,52
AL74	4,74	0,55	3,84	0,00	1,40
AL82	5,71	0,47	3,72	1,53	0,41
AL83	5,34	0,45	3,74	1,07	0,73
AL84	4,67	0,45	3,80	0,08	1,27

Quadro 9 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AL

Variáveis	Componentes principais		
	1	2	3
AcT	0.9639	0.1725	0.1430
AcV	-0.6773	0.7072	0.1992
pH	-0.9115	0.2770	-0.2897
AcM	0.9300	0.3325	-0.1270
AcL	-0.9409	-0.2721	0.1583
Valor próprio	3.9688	0.7911	0.1852
% variância	79.4	15.8	3.7
% variância acumulada	79.4	95.2	98.9

As três componentes principais explicam 98,9% da variância total dos vinhos **AL**. A I componente principal que explica 79,4% da variância total permite diferenciar os vinhos de acordo com a ocorrência da FML através das variáveis, acidez total, ácido láctico e ácido málico. A II componente principal explica 15,8% da variância total através da variável acidez volátil.

Como a I e a II componente representam 95,2% da variância total não é necessária a análise dos planos I e III.

Apresenta-se na Fig. 2 a distribuição dos vinhos em função da ocorrência da FML nos vinhos **AL** segundo as componentes I e II, com representação simultânea das variáveis.

Pode observar-se que a ocorrência da FML se verifica primeiro nos vinhos: AL7, AL4 e AL6, isto é, nas modalidades inoculadas com temperatura mais elevada. Observa-se que a FML tem mais dificuldade em se iniciar nas modalidades com pH superior a 3,50 (AL8 e AL5)

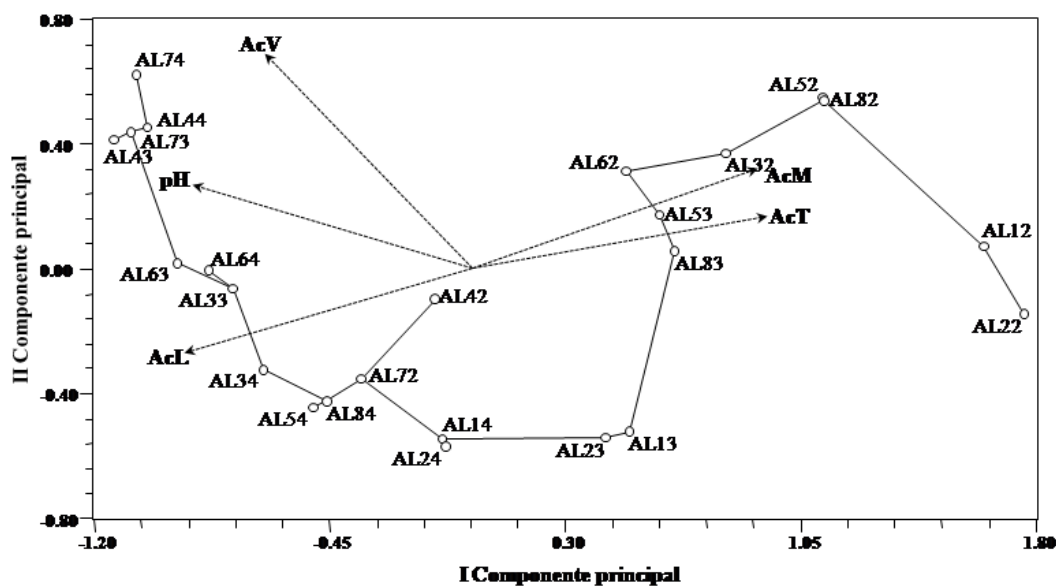


Fig. 2 - Projecção dos vinhos AL, com base nas características analíticas, no plano definido pela I (79,4%) e pela II (15,8%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das variáveis. (AcT – acidez total, AcV – acidez volátil, pH – pH, AcM – ácido málico, AcL – ácido láctico).

3.1.5 - Análise por FTIR dos vinhos AG

No que se refere aos vinhos **AG** podem observar-se no Quadro 10 os resultados das análises por FTIR aos vinhos nas 4 amostragens efectuadas.

No Quadro 11 apresentam-se os vectores próprios, os valores próprios e a percentagem de variância explicada por cada uma das componentes principais nos vinhos **AG**.

As três componentes principais explicam 97,5% da variância total dos vinhos **AG**. A I componente principal que explica 82,9% da variância total permite diferenciar os vinhos de acordo com a ocorrência da FML através das variáveis, ácido láctico, acidez total, pH e ácido málico. A II componente principal explica 11,3% da variância total através da variável acidez volátil.

Como a I e a II componente representam 95,2% da variância total não é necessária a análise dos planos I e III.

Quadro 10 - Resultados das análises efectuadas por FTIR aos vinhos AG

Vinho	Acidez Total (AcT) mg/L (ác. tartárico)	Acidez Volátil (AcV) mg/L (ác. acético)	pH	Ácido Málico (AcM) (g/L)	Ácido Láctico (AcL) (g/L)
AG12	4,99	0,62	3,62	0,03	1,58
AG13	5,80	0,60	3,60	0,00	2,17
AG14	5,82	0,62	3,57	0,00	2,29
AG22	5,16	0,63	3,66	0,03	1,58
AG23	5,80	0,60	3,59	0,00	2,21
AG24	5,89	0,63	3,58	0,00	2,34
AG32	5,75	0,60	3,63	0,02	2,08
AG33	6,00	0,58	3,59	0,00	2,34
AG34	5,95	0,62	3,58	0,00	2,33
AG42	5,94	0,63	3,62	0,01	2,22
AG43	5,99	0,60	3,58	0,00	2,35
AG44	5,94	0,61	3,58	0,00	2,36
AG52	5,07	0,64	3,67	0,03	1,50
AG53	5,49	0,60	3,62	0,00	1,82
AG54	5,88	0,59	3,57	0,00	2,30
AG62	5,82	0,59	3,61	0,01	2,18
AG63	5,98	0,57	3,57	0,00	2,32
AG64	5,96	0,58	3,58	0,00	2,36
AG72	5,95	0,60	3,60	0,01	2,28
AG73	6,00	0,60	3,58	0,00	2,34
AG74	5,97	0,59	3,57	0,00	2,37
AG82	5,04	0,64	3,68	0,03	1,47
AG83	5,56	0,58	3,60	0,00	1,93
AG84	5,91	0,59	3,57	0,00	2,27

Na Fig. 3 apresenta-se a distribuição dos vinhos em função da ocorrência da fermentação maloláctica segundo as componentes I e II, com representação simultânea das variáveis.

Pode observar-se que a ocorrência da FML se verifica primeiro nos vinhos: AG6 e AG7, isto é, nas modalidades inoculadas com temperatura mais elevada. Observa-se que a fermentação maloláctica realiza-se rapidamente e finaliza simultaneamente em todas as modalidades.

Quadro 11 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AG.

Variáveis	Componentes principais		
	1	2	3
AcT	0.9475	0.1878	0.2471
AcV	-0.7208	0.6880	-0.0838
pH	-0.9426	-0.0659	0.2203
AcM	-0.9360	-0.0419	0.2586
AcL	0.9580	0.2262	0.1620
Valor próprio	4.0997	0.5658	0.2096
% variância	82.0	11.3	4.2
% variância acumulada	82.0	93.3	97.5

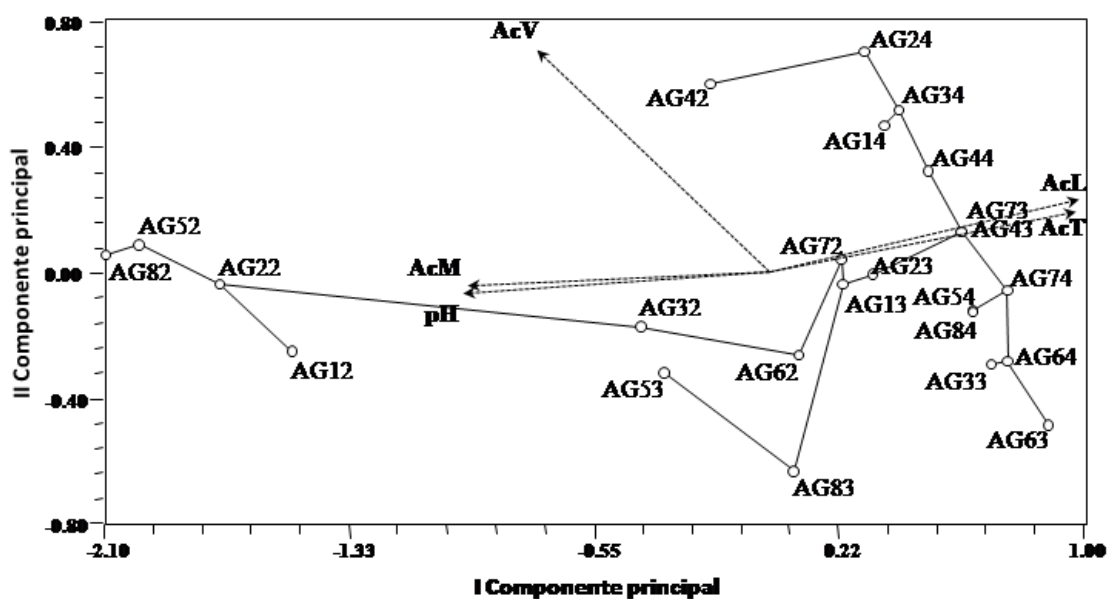


Fig. 3 - Projecção dos vinhos AG, com base nas características analíticas, no plano definido pela I (82,0%) e pela II (11,3%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das variáveis. (AcT – acidez total, AcV – acidez volátil, pH – pH, AcM – ácido málico, AcL – ácido lático).

3.1.6 – Conclusão

Constatou-se que a determinação de ácido málico, ácido láctico, acidez total, pH e acidez volátil permite caracterizar o desenvolvimento da fermentação maloláctica

Verificou-se o papel primordial da tecnologia de vinificação no desenrolar da fermentação maloláctica.

O vinho que foi vinificado com uma tecnologia mais evoluída e maior controlo durante toda a fermentação alcoólica foi o que teve manifesta dificuldade em iniciar a realização da fermentação maloláctica.

Conclui-se que a inoculação com bactérias do ácido láctico e a conservação do vinho a uma temperatura mais elevada ($\pm 21^{\circ}\text{C}$) são factores determinantes no desenrolar da fermentação maloláctica. No entanto, observou-se que entre as modalidades inoculadas, iniciaram mais tarde a fermentação maloláctica as modalidades com pH superior a 3,50.

3.2 - Análise sensorial

3.2.1 – Análise sensorial dos vinhos AC

Nos vinhos **AC** a fermentação maloláctica demorou mais tempo a iniciar e também a finalizar como se refere em 3.1.2. Assim, realizaram-se 7 sessões de análise sensorial destes vinhos, cujos resultados são apresentados no Quadro 12.

Os resultados obtidos foram objecto de análise multidimensional conforme descrito em 2.5. A análise em componentes principais, realizada sobre a matriz de resultados de análise sensorial dos vinhos, evidencia as características com maior contributo para caracterizar a ocorrência da fermentação maloláctica.

No Quadro 13 apresentam-se os vectores próprios, os valores próprios e a percentagem de variância explicada por cada uma das componentes principais nos vinhos **AC**.

A percentagem de variância explicada pelas três primeiras componentes principais é relativamente baixa (46,3%). Contudo o coeficiente de correlação cofenética entre as matrizes que representam as distâncias originais e as distâncias implícitas nas três componentes principais é de **$r=0,817$** , o que nos mostra que as

distâncias originais foram praticamente preservadas, sendo portanto lícito retirar conclusões sobre o modelo a três dimensões. Apresenta-se na Fig. 4 a distribuição dos vinhos **AC** em função da ocorrência da fermentação malolática, segundo a I e II componentes principais, e na Fig. 5 segundo a I e III componentes principais, tendo por base os resultados da análise sensorial, com representação simultânea das características.

A I componente principal que explica 23,6% da variância total permite diferenciar os vinhos pelas características: qualidade (Q); sabor qualidade (SQ); aroma qualidade (AQ); aroma reduzido (AR); aroma lácteo (AL). A I componente principal pode ser considerada como um eixo de qualidade, pois separa os vinhos com melhores características qualitativas, que são posicionados do lado esquerdo da Fig. 4, em oposição aos vinhos que foram depreciados pelos provadores.

A II componente principal diferencia pelas características: sabor pútrido (SP); sabor outro (SO); presença de bolhas (PB), separando os vinhos em início de fermentação malolática dos vinhos em que esta fermentação já ocorreu.

A III componente principal diferencia os vinhos pelas características: intensidade de cor (IC); sabor lácteo (SL); aroma bafio (AB); presença de bolhas (PB).

Verifica-se que nos vinhos **AC** as notações nas características de qualidade AQ, SQ e Q diminuem quando se inicia a fermentação malolática, enquanto as características descritoras de defeitos AP, AO, AR, AL, SR aumentam.

Quadro 12 - Resultados da análise sensorial dos vinhos AC

Vinho*	IC*	LI*	PB*	AL*	AR*	AB*	AP*	AO*	AQ*	SL*	SR*	SB*	SP*	SO*	SQ*	Q*
AC11	3,7	3,4	1,3	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	3,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	2,9	12,4
AC12	3,5	3,8	1,3	1,2	1,0	1,1	1,0	1,0	3,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	3,1	12,9
AC13	3,7	3,6	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	2,9	4,8	1,0	1,0	1,0	1,3	2,9	12,3
AC14	3,5	3,6	1,4	1,4	1,1	1,1	1,0	1,4	2,5	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1	2,8	12,0
AC15	3,5	3,7	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	2,9	1,3	1,0	1,0	1,3	1,8	2,7	11,9
AC16	3,6	3,6	1,0	1,3	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	1,0	1,3	2,8	12,3
AC17	3,5	3,6	1,1	1,6	1,0	1,0	1,0	1,0	2,8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	2,5	11,6
AC21	3,8	3,4	1,2	1,5	1,0	1,0	1,0	1,4	2,6	1,1	1,0	1,1	1,0	1,2	2,8	11,3
AC22	3,6	3,8	1,3	1,5	1,0	1,1	1,0	1,4	2,7	1,4	1,0	1,0	1,0	1,4	2,7	11,7
AC23	3,8	3,6	1,1	1,4	1,1	1,3	1,0	1,4	2,4	1,5	1,0	1,0	1,0	1,4	2,6	10,9
	3,6	3,6	1,0	1,4	1,1	1,1	1,0	1,5	2,4	1,6	1,0	1,0	1,0	1,2	2,6	11,1
AC25	3,5	3,7	1,1	1,3	1,2	1,1	1,1	1,6	2,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,6	2,4	10,4
AC26	3,8	3,6	1,0	1,4	1,1	1,1	1,1	1,5	2,3	1,5	1,0	1,0	1,1	1,2	2,4	11,4
AC27	3,7	3,5	1,2	1,8	1,2	1,0	1,2	1,8	2,2	1,3	1,1	1,0	1,2	1,5	2,4	11,0
AC31	3,6	3,4	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	1,1	2,9	1,1	1,0	1,1	1,0	1,3	2,9	12,1
AC32	3,2	3,8	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,3	2,8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,5	2,9	12,4
AC33	3,4	3,6	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	1,0	2,8	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	2,8	12,4
AC34	3,4	3,6	1,0	1,3	1,0	1,1	1,0	1,1	3,1	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1	3,1	12,9
AC35	3,5	3,6	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	3,1	1,2	1,0	1,0	1,3	1,6	2,8	11,9
AC36	3,4	3,6	1,0	1,3	1,1	1,0	1,0	1,1	2,8	1,3	1,1	1,0	1,3	1,5	2,7	12,1
AC37	3,3	3,6	1,2	1,7	1,1	1,5	1,0	1,2	2,8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,7	2,8	11,6
AC41	3,7	3,4	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	3,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	3,1	12,6
AC42	3,3	3,7	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	2,8	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	2,9	12,3
AC43	3,6	3,6	1,3	1,4	1,0	1,1	1,0	1,1	2,9	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1	2,9	12,3
AC44	3,4	3,6	1,0	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	3,1	1,7	1,0	1,0	1,0	1,0	2,8	11,8
AC45	3,5	3,8	1,1	1,4	1,0	1,0	1,0	1,1	2,9	1,2	1,0	1,0	1,1	1,5	2,8	12,2
AC46	3,5	3,6	1,0	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	2,9	1,3	1,0	1,0	1,3	1,4	2,8	12,4
AC47	3,5	3,5	1,0	1,6	1,1	1,1	1,0	1,4	3,1	1,1	1,0	1,0	1,1	1,2	2,8	12,0

Quadro 12 - Resultados da análise sensorial dos vinhos AC (Continuação)

Vinho*	IC*	LI*	PB*	AL*	AR*	AB*	AP*	AO*	AQ*	SL*	SR*	SB*	SP*	SO*	SQ*	Q*
AC51	3,6	3,4	1,1	1,2	1,0	1,0	1,1	1,1	2,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	3,0	12,4
AC52	3,2	3,7	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	2,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	3,0	12,6
AC53	3,5	3,6	1,2	1,4	1,0	1,1	1,0	1,1	2,8	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1	2,9	12,2
AC54	3,6	3,6	1,0	1,5	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	2,8	12,2
AC55	3,5	3,7	1,1	1,4	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	1,3	1,0	1,0	1,3	1,6	2,9	12,6
AC56	3,6	3,6	1,0	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	2,9	1,1	1,0	1,0	1,2	1,3	2,9	12,3
AC57	3,4	3,5	1,1	1,5	1,1	1,1	1,0	1,2	2,8	1,3	1,0	1,0	1,0	1,5	2,8	11,8
AC61	3,6	3,4	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0	1,1	3,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,3	3,1	12,4
AC62	3,4	3,7	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	2,8	1,1	1,2	1,0	1,0	1,4	2,9	11,9
AC63	3,3	3,6	1,2	1,4	1,0	1,2	1,0	1,2	2,8	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3	2,8	12,2
AC64	3,4	3,6	1,0	1,5	1,0	1,1	1,0	1,3	2,8	1,3	1,0	1,0	1,1	1,3	2,7	11,6
AC65	3,4	3,7	1,1	1,4	1,0	1,0	1,0	1,1	3,0	1,1	1,0	1,0	1,1	1,6	2,8	12,1
AC66	3,4	3,6	1,0	1,2	1,0	1,1	1,1	1,2	2,9	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	2,6	12,0
AC67	3,3	3,5	1,0	1,4	1,0	1,1	1,1	1,2	2,8	1,1	1,1	1,0	1,0	1,7	2,4	11,6
AC71	3,6	3,4	1,1	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1	2,9	1,1	1,0	1,0	1,0	1,2	2,9	11,9
AC72	3,3	3,8	1,1	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	3,0	1,1	1,0	1,1	1,1	1,4	2,8	12,2
AC73	3,5	3,6	1,1	1,3	1,1	1,2	1,0	1,0	2,9	1,3	1,1	1,0	1,0	1,1	2,9	12,4
AC74	3,6	3,7	1,0	1,4	1,1	1,1	1,1	1,1	3,0	1,3	1,0	1,0	1,2	1,0	3,1	11,9
AC75	3,4	3,3	1,1	1,4	1,1	1,1	1,0	1,1	3,0	1,3	1,0	1,0	1,1	1,6	2,8	11,5
AC76	3,6	3,6	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,1	3,1	1,1	1,0	1,0	1,2	1,3	3,1	12,4
AC77	3,3	3,5	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	1,2	2,7	1,1	1,1	1,0	1,0	1,5	2,4	11,4
AC81	3,4	3,4	1,1	1,1	1,0	1,1	1,0	1,0	3,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,3	3,0	12,4
AC82	3,4	3,8	1,3	1,2	1,0	1,2	1,1	1,0	2,8	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	2,9	12,4
AC83	3,5	3,6	1,1	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2	2,9	1,2	1,0	1,1	1,0	1,1	2,8	12,3
AC84	3,4	3,6	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	2,6	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	2,6	11,5
AC85	3,4	3,6	1,0	1,3	1,1	1,1	1,1	1,0	2,8	1,4	1,0	1,0	1,1	1,5	2,8	12,2
AC86	3,5	3,6	1,0	1,4	1,2	1,0	1,0	1,1	2,7	1,3	1,1	1,0	1,3	1,6	2,8	12,0
AC87	3,3	3,5	1,3	1,2	1,3	1,1	1,0	1,2	2,8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,2	2,8	11,8

*O 4º número da nomenclatura vinhos indica a amostragem. IC- Intensidade de cor; LI-Limpidez; PB-Presença de Bolhas; AL-Aromas Lácteo; AR-Aromas Reduzido; AB-Aroma Bafo; AP-Aroma Pútrido; AO-Aroma Outro; AQ-Aroma Qualidade; SL-Sabor Lácteo; SR-Sabor Reduzido; SB-Sabor Bafo; SP-Sabor Pútrido; SO-Sabor Outro; SQ-Sabor Qualidade; Q-Qualidade

Quadro 13 – Correlação entre as variáveis originais da análise sensorial e as três primeiras componentes principais nos vinhos AC.

Variáveis	Componentes principais		
	1	2	3
IC	0.1397	0.3885	0.7223
LI	-0.0055	-0.2951	-0.3806
PB	-0.0031	0.5434	-0.4043
AL	0.5755	0.0843	0.0809
AR	0.6369	-0.1936	-0.0269
AB	0.1966	0.3202	-0.5217
AP	0.4206	0.1487	-0.2118
AO	0.7595	0.2884	0.0686
AQ	-0.5895	-0.1706	-0.1746
SL	0.0551	0.0318	0.4905
SR	0.4666	-0.2588	-0.3551
SB	-0.1257	0.3524	-0.2190
SP	0.0939	-0.7434	0.2202
SO	0.4370	-0.6099	-0.1441
SQ	-0.8227	0.0512	0.0033
Q	-0.8755	-0.1339	-0.0675
Valor próprio	3.7760	1.9521	1.6780
% variância	23.6	12.2	10.5
% variância acumulada	23.6	35.8	46.3

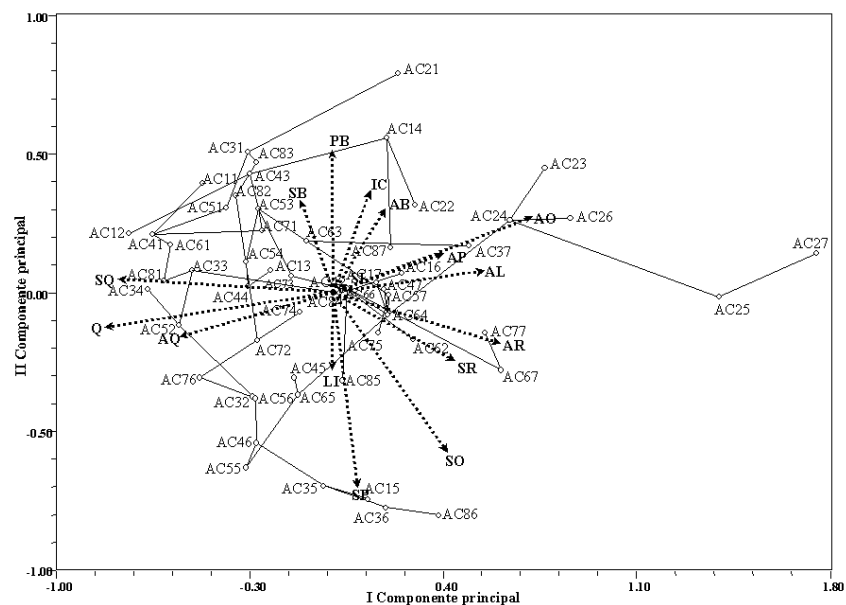


Fig. 4 - Projecção dos vinhos AC, com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (23,6%) e pela II (12,2%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características. (IC – intensidade de cor, LI – limpidez, PB – presença de bolhas, AL – aroma lácteo, AR – aroma reduzido, AB – aroma bafio, AP – aroma pútrido, AO – aroma outro, AQ – aroma qualidade, SL – sabor lácteo, SR – sabor reduzido, SB – sabor bafio, SP – sabor pútrido, SO – sabor outro, SQ – sabor qualidade; Q – qualidade).

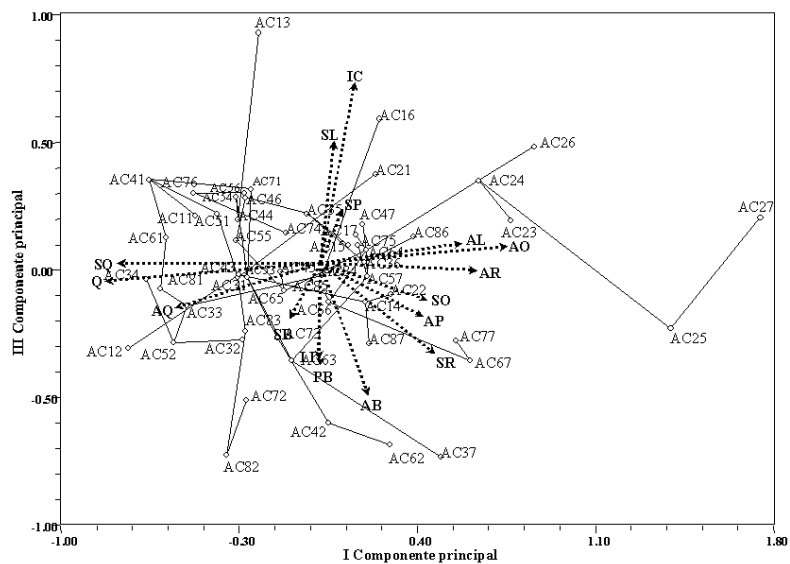


Fig. 5 - Projecção dos vinhos AC, com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (23,6%) e pela III (10,5%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características. (IC – intensidade de cor, LI – limpidez, PB – presença de bolhas, AL – aroma lácteo, AR – aroma reduzido, AB – aroma bafio, AP – aroma pútrido, AO – aroma outro, AQ – aroma qualidade, SL – sabor lácteo, SR – sabor reduzido, SB – sabor bafio, SP – sabor pútrido, SO – sabor outro, SQ – sabor qualidade; Q – qualidade).

3.2.2 – Análise sensorial dos vinhos AL

Os vinhos **AL** tiveram 4 sessões de análise sensorial, cujos resultados são apresentados no Quadro 14.

De igual modo os resultados foram objecto de análise multidimensional conforme descrito em 2.5. A análise em componentes principais, realizada sobre a matriz de resultados de análise sensorial dos vinhos **AL**, evidencia as características com maior contributo para caracterizar a ocorrência da fermentação maloláctica.

No Quadro 15 apresentam-se os vectores próprios, os valores próprios e a percentagem de variância explicada por cada uma das componentes principais nos vinhos **AL**.

A percentagem de variância explicada pelas três primeiras componentes principais é relativamente baixa (46,3%). O coeficiente de correlação cofenética entre as matrizes que representam as distâncias originais e as distâncias implícitas nas três componentes principais é de $r=0,999$, o que significa que as distâncias originais foram perfeitamente preservadas a três dimensões.

Pode-se assim inferir que a I componente principal permite diferenciar os vinhos pelas características: qualidade (Q); aroma qualidade (AQ); sabor qualidade (SQ) e intensidade de cor (IC). A primeira componente principal pode, por isso, ser denominada como uma componente qualidade.

A II componente principal diferencia pelas características: limpidez (LI) aroma pútrido (AP); aroma lácteo (AL); aroma outro (AO), podendo ser qualificada como componente aroma.

A III componente principal diferencia os vinhos pelas características: sabor lácteo (SL); sabor bafio (SB) e sabor pútrido (SP), podendo ser denominada como uma componente sabor.

Quadro 14 - Resultados da análise sensorial dos vinhos AL

Vinho*	IC*	LI*	PB*	AL*	AR*	AB*	AP*	AO*	AQ*	SL*	SR*	SB*	SP*	SO*	SQ*	Q*
AL11	4,3	3,3	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	1,3	3,1	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3	3,0	12,8
AL12	4,2	3,1	1,2	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	2,8	1,3	1,0	1,0	1,0	1,2	2,8	11,9
AL13	4,1	3,2	1,8	1,4	1,1	1,1	1,0	1,3	2,9	1,2	1,1	1,0	1,1	1,4	2,8	12,1
AL14	3,8	3,3	1,4	1,9	1,4	1,2	1,0	1,2	2,4	1,6	1,3	1,1	1,0	1,4	2,4	10,4
AL21	4,2	3,3	1,2	1,6	1,1	1,0	1,0	1,1	3,0	1,3	1,1	1,1	1,0	1,2	2,8	12,4
AL22	4,2	3,1	1,2	1,6	1,0	1,0	1,0	1,1	2,7	1,2	1,0	1,0	1,0	1,4	2,7	11,6
AL23	4,0	3,3	1,7	1,6	1,0	1,0	1,0	1,2	2,7	1,4	1,0	1,0	1,1	1,5	2,9	12,4
AL24	3,8	3,3	1,1	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	2,9	1,3	1,1	1,1	1,1	1,6	2,5	12,0
AL31	4,4	3,3	1,0	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3	2,9	1,4	1,0	1,0	1,1	1,2	2,8	12,2
AL32	4,1	33,9	1,1	1,1	1,0	1,2	1,0	1,2	2,7	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	3,0	12,2
AL33	3,9	3,2	1,5	1,2	1,0	1,0	1,1	1,2	2,8	1,1	1,0	1,1	1,2	1,5	2,9	12,3
AL34	3,9	3,4	1,1	1,8	1,1	1,1	1,0	1,1	2,6	1,3	1,1	1,0	1,0	1,8	2,7	11,3
AL41	4,3	3,3	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,3	2,9	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	3,0	13,0
AL42	4,1	3,2	1,2	1,3	1,1	1,0	1,0	1,1	2,7	1,3	1,0	1,0	1,0	1,6	2,8	11,5
AL43	3,9	3,1	1,3	1,3	1,4	1,1	1,7	1,4	2,2	1,4	1,3	1,0	1,2	1,4	2,5	10,8
AL44	3,7	3,4	1,0	1,2	1,1	1,1	1,0	1,1	2,6	1,2	1,1	1,0	1,0	1,5	2,7	11,3
AL51	4,3	3,3	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	1,1	2,9	1,4	1,1	1,0	1,0	1,0	3,0	13,0
AL52	4,3	3,1	1,3	1,5	1,0	1,1	1,0	1,1	2,8	1,3	1,1	1,0	1,0	1,5	3,0	12,3
AL53	3,9	3,3	1,6	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	2,9	1,3	1,1	1,1	1,1	1,7	2,8	12,0
AL54	3,8	3,3	1,2	1,7	1,1	1,0	1,0	1,0	2,9	1,6	1,1	1,1	1,0	1,6	2,7	12,1
AL61	4,2	3,3	1,0	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	3,1	1,2	1,0	1,0	1,1	1,4	2,9	12,8
AL62	4,1	3,1	1,1	1,2	1,2	1,1	1,0	1,3	2,8	1,2	1,1	1,0	1,0	1,2	3,2	12,3
AL63	3,8	3,2	1,2	1,4	1,2	1,2	1,1	1,2	2,8	1,4	1,0	1,1	1,1	1,3	3,0	12,2
AL64	3,9	3,3	1,1	1,5	1,1	1,0	1,0	1,3	2,6	1,3	1,2	1,1	1,0	1,6	2,7	11,9
AL71	4,3	3,3	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,2	3,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,4	2,8	12,5
AL72	4,1	3,1	1,1	1,4	1,2	1,0	1,0	1,2	2,7	1,2	1,2	1,0	1,0	1,5	2,8	11,5
AL73	4,1	3,1	1,1	1,4	1,2	1,0	1,0	1,2	2,7	1,2	1,2	1,0	1,0	1,5	2,8	11,5
AL74	3,9	3,3	1,1	1,3	1,2	1,1	1,0	1,1	3,0	1,1	1,1	1,0	1,0	1,4	2,8	12,1
AL81	3,9	3,4	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	2,9	1,0	1,0	1,3	1,1	1,5	2,6	11,3
AL82	4,2	3,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,0	1,1	2,7	1,2	1,0	1,0	1,0	1,4	2,7	11,3
AL83	4,0	3,2	1,5	1,3	1,0	1,1	1,1	1,4	2,9	1,1	1,0	1,0	1,1	1,7	2,8	12,3
AL84	3,9	3,4	1,1	1,2	1,1	1,1	1,1	1,2	2,9	1,0	1,0	1,3	1,1	1,5	2,6	11,3

*O 4º número da nomenclatura vinhos indica a amostragem. IC- Intensidade de cor; LI-Limpidez; PB-Presença de Bolhas; AL-Aromas Lácteo; AR-Aromas Reduzido; AB-Aroma Bafo;

AP-Aroma Pútrido; AO-Aroma Outro; AQ-Aroma Qualidade; SL-Sabor Lácteo; SR-Sabor Reduzido; SB-Sabor Bafo; SP-Sabor Púrido; SO-Sabor Outro; SQ-Sabor Qualidade; Q-Qualidade

Quadro 15 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AL.

Variáveis	Componentes principais		
	1	2	3
IC	0.6853	0.3936	0.2422
LI	0.0005	-0.6835	-0.3217
PB	-0.2320	0.0398	-0.1079
AL	-0.5256	-0.3868	0.5345
AR	0.7822	0.3050	0.0859
AB	-0.3355	0.2492	-0.1874
AP	-0.5148	0.5090	-0.4429
AO	-0.1012	0.6357	-0.4224
AQ	0.8012	-0.3301	-0.2028
SL	-0.3657	-0.0727	0.5973
SR	-0.6611	0.2977	0.2895
SB	-0.1681	-0.4480	-0.6084
SP	-0.1764	0.1267	-0.7675
SO	-0.4524	-0.5210	-0.1443
SQ	0.7541	0.3522	0.1464
Q	0.8579	0.0764	-0.0201
Valor próprio	4.5809	2.4126	2.3600
% variância	28,63	15,08	14,75
% variância acumulada	28,63	43,71	58,46

Na Fig. 6 apresenta-se a distribuição dos vinhos **AL** em função da ocorrência da fermentação maloláctica segundo a I e II componentes principais, e na Fig. 7 segundo a I e III componentes principais, tendo por base os resultados da análise sensorial, com representação simultânea das características.

Constata-se que as notações nas características definidoras da qualidade Q, AQ, SQ e IC diminuem durante a fermentação maloláctica e que as características AL, SL, SO, SP e AR aumentam.

De igual modo se verifica nos vinhos **AL** a diminuição das características definidoras da qualidade durante a ocorrência da fermentação maloláctica.

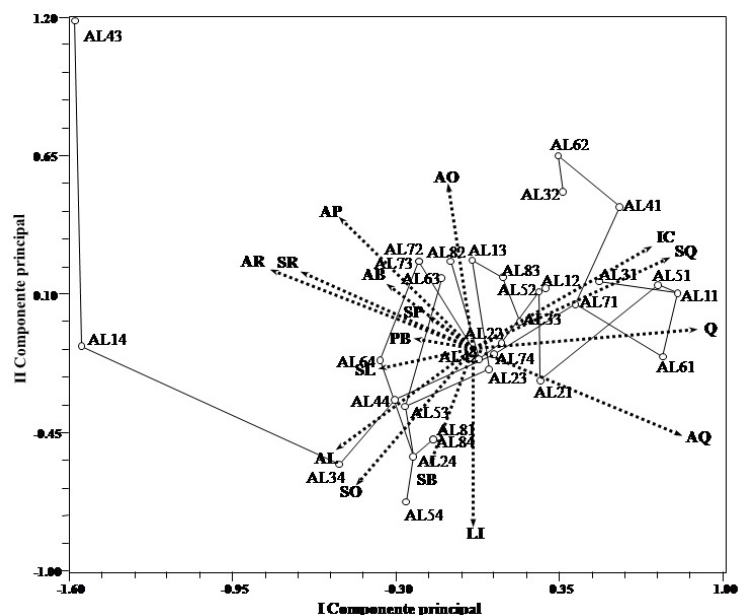


Fig. 6 - Projecção dos vinhos **AL**, com base nas características analíticas, no plano definido pela I (28,6%) e pela II (15,1%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características. (IC – intensidade de cor, LI – limpidez, PB – presença de bolhas, AL - aroma lácteo, AR – aroma reduzido, AB – aroma bafio, AP – aroma pútrido, AO – aroma outro, AQ – aroma qualidade, SL – sabor lácteo, SR – sabor reduzido, SB – sabor bafio, SP – sabor pútrido, SO – sabor outro, SQ – sabor qualidade; Q – qualidade).

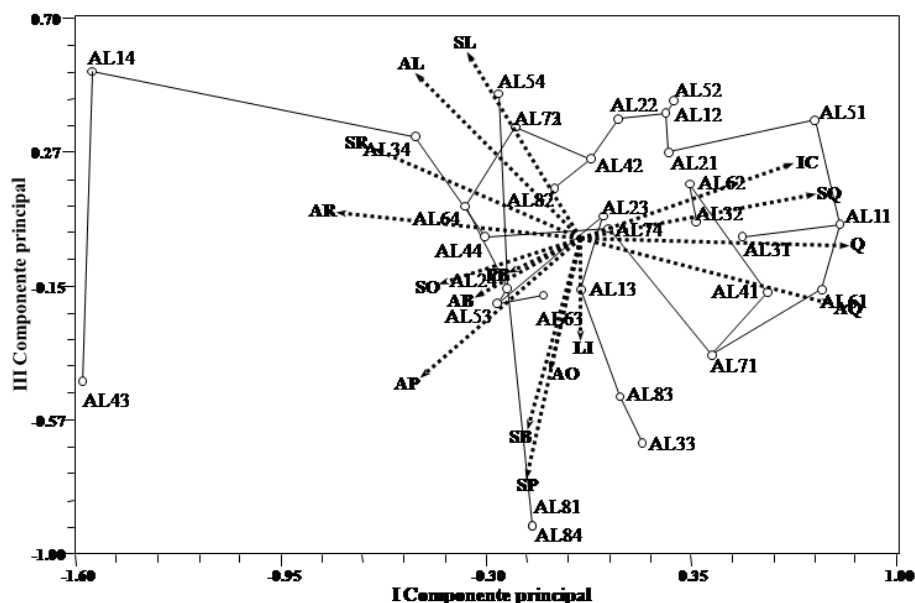


Fig. 7 - Projecção dos vinhos **AL**, com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (28,6%) e pela III (14,8%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características. (IC – intensidade de cor, LI – limpidez, PB – presença de bolhas, AL - aroma lácteo, AR – aroma reduzido, AB – aroma bafo, AP – aroma pútrido, AO – aroma outro, AQ – aroma qualidade, SL – sabor lácteo, SR – sabor reduzido, SB – sabor bafo, SP – sabor pútrido, SO – sabor outro, SQ – sabor qualidade; Q – qualidade).

3.2.3 – Análise sensorial dos vinhos AG

Os vinhos **AG** tiveram também 4 sessões de análise sensorial, cujos resultados são apresentados no Quadro 16.

Também os resultados foram objecto de análise multidimensional conforme descrito em 2.5. A análise em componentes principais, realizada sobre a matriz de resultados de análise sensorial dos vinhos **AG**, evidencia as variáveis com maior contributo para caracterizar a ocorrência da fermentação maloláctica.

No Quadro 17 apresentam-se os vectores próprios, os valores próprios e a percentagem de variância explicada por cada uma das componentes principais nos vinhos **AG**.

A percentagem de variância explicada pelas três primeiras componentes principais é relativamente baixa (57,53%). Contudo o coeficiente de correlação cofenética entre as matrizes que representam as distâncias originais e as distâncias implícitas nas três componentes principais é de $r=0,939$, o que nos mostra que as distâncias originais foram praticamente preservadas, sendo portanto lícito retirar conclusões sobre o modelo a três dimensões.

Apresenta-se na Fig. 8 a distribuição dos vinhos **AG** em função da ocorrência da fermentação maloláctica segundo a I e II componentes principais, e na Fig. 9 segundo a I e III componentes principais, tendo por base os resultados da análise sensorial, com representação simultânea das características.

Pelo que podemos inferir que a I componente principal permite diferenciar os vinhos pelas características: aroma qualidade (AQ); sabor qualidade (SQ) e qualidade (Q) podendo, à semelhança dos casos anteriores, ser designada como componente da qualidade.

A II componente principal diferencia os vinhos pelas características: sabor lácteo (SL); sabor outro (SO); aroma lácteo (AL); na parte inferior da Fig. 8, dos vinhos com sabor reduzido (SR); sabor pútrido (SP); aroma reduzido (AR); aroma a bafio (AB) e aroma pútrido (AP) posicionados na zona superior.

A III componente principal diferencia os vinhos pelas características: intensidade de cor (IC); presença de bolhas (PB) e aroma outro (AO).

Nos vinhos **AG** verificou-se, logo no início da fermentação maloláctica, que os *bag in box* incharam, isto é, houve uma maior libertação de gás não só durante a fermentação maloláctica, mas mesmo depois da sua finalização.

Constata-se que o vinho AG71 é completamente diferente, os resultados parecem indicar que a respectiva prova organoléptica foi realizada em plena fermentação maloláctica.

Nos vinhos **AG** em que a fermentação maloláctica iniciou em todas as modalidades logo após a montagem de ensaio tecnológico, verifica-se um aumento da qualidade após a respectiva finalização. Este facto vem evidenciar os efeitos benéficos da realização da fermentação maloláctica em vinhos tintos.

Quadro 16 - Resultados da análise sensorial dos vinhos AG

Vinho*	IC*	LI*	PB*	AL*	AR*	AB*	AP*	AO*	AQ*	SL*	SR*	SB*	SP*	SO*	SQ*	Q*
AG11	4,1	2,9	1,2	1,4	1,1	1,0	1,1	1,9	2,7	1,4	1,0	1,0	1,3	1,4	2,7	11,4
AG12	4,3	3,1	1,1	1,3	1,1	1,1	1,1	1,4	2,6	1,3	1,0	1,1	1,0	1,2	2,7	11,2
AG13	4,1	2,6	1,3	1,3	1,2	1,1	1,3	1,1	2,7	1,4	1,2	1,0	1,1	1,3	2,5	10,7
AG14	4,0	3,4	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,1	2,9	1,4	1,0	1,0	1,0	1,1	2,8	12,0
AG21	4,0	2,9	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0	1,6	2,6	1,3	1,1	1,0	1,3	1,4	2,6	11,2
AG22	4,2	3,2	1,1	1,4	1,1	1,1	1,0	1,4	2,7	1,3	1,0	1,2	1,0	1,1	2,5	11,0
AG23	4,2	2,6	1,1	1,3	1,0	1,1	1,4	1,3	2,3	1,3	1,1	1,1	1,1	1,4	2,4	10,9
AG24	4,1	3,5	1,2	1,3	1,0	1,0	1,0	1,3	2,9	1,3	1,1	1,0	1,0	1,1	2,5	12,0
AG31	3,9	2,9	1,2	1,4	1,0	1,0	1,0	1,4	2,8	1,3	1,1	1,0	1,0	1,3	2,7	11,9
AG32	4,2	3,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1	3,0	1,4	1,0	1,1	1,0	1,3	2,6	11,6
AG33	4,1	2,6	1,1	1,5	1,1	1,1	1,1	1,1	2,4	1,5	1,0	1,1	1,2	1,3	2,4	11,6
AG34	3,9	3,4	1,3	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	2,9	1,4	1,0	1,0	1,0	1,5	2,8	12,1
AG41	3,9	2,9	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0	1,3	2,8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,6	2,7	11,6
AG42	4,3	3,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1	1,3	2,8	1,0	1,1	1,0	1,0	1,1	2,6	11,6
AG43	4,0	2,6	1,1	1,3	1,0	1,0	1,1	1,3	2,8	1,2	1,0	1,1	1,1	1,3	2,6	11,7
AG44	3,9	3,5	1,5	1,3	1,1	1,1	1,1	1,1	2,7	1,3	1,2	1,0	1,0	1,3	2,7	11,9
AG51	3,9	2,9	1,4	1,3	1,1	1,1	1,1	1,7	2,6	1,4	1,0	1,0	1,0	1,6	2,7	11,2
AG52	4,4	3,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,5	2,7	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	2,7	12,3
AG53	4,1	2,6	1,3	1,4	1,0	1,1	1,0	1,1	2,6	1,4	1,1	1,0	1,0	1,1	2,7	11,8
AG54	3,9	3,4	1,2	1,4	1,0	1,1	1,0	1,1	2,9	1,5	1,0	1,0	1,0	1,3	2,8	12,2
AG61	4,1	2,9	1,2	1,4	1,0	1,0	1,0	1,3	2,8	1,2	1,0	1,0	1,0	1,7	2,7	11,5
AG62	4,3	3,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	1,1	2,9	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	2,9	12,3
AG63	4,1	2,6	1,1	1,3	1,1	1,2	1,1	1,1	2,7	1,4	1,1	1,1	1,1	1,3	2,5	11,3
AG64	4,0	3,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	2,9	1,3	1,1	1,1	1,1	1,3	2,9	11,8
AG71	3,9	2,9	1,2	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,5	1,5	1,0	1,0	2,0	10,9
AG72	4,3	3,1	1,1	1,1	1,1	1,1	0,9	1,1	2,9	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1	2,9	12,3
AG73	4,1	2,6	1,2	1,6	1,3	1,1	1,0	1,3	2,6	1,5	1,1	1,0	1,1	1,3	2,4	11,2
AG74	3,9	3,4	1,2	1,4	1,1	1,0	1,1	1,2	2,7	1,4	1,0	1,0	1,0	1,6	2,6	11,6
AG81	4,0	2,9	1,2	1,1	1,0	1,1	1,0	1,8	2,6	1,2	1,0	1,0	1,1	1,6	2,6	11,5
AG82	4,4	3,1	1,3	1,1	1,1	1,1	1,0	1,4	2,6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,2	2,7	11,7
AG83	4,1	2,6	1,3	1,4	1,2	1,1	1,1	1,1	2,5	1,4	1,0	1,0	1,1	1,3	2,6	11,0
AG84	3,9	3,4	1,4	1,3	1,1	1,1	1,0	1,4	2,6	1,6	1,0	1,1	1,0	1,4	2,6	12,1

*O 4º número da nomenclatura vinhos indica a amostragem. IC- Intensidade de cor; LI-Limpidez; PB-Presença de Bolhas; AL-Aromas Lácteo; AR-Aromas Reduzido; AB-Aroma Bafo;

AP-Aroma Pútrido; AO-Aroma Outro; AQ-Aroma Qualidade; SL-Sabor Lácteo; SR-Sabor Reduzido; SB-Sabor Bafo; SP-Sabor Pútrido; SO-Sabor Outro; SQ-Sabor Qualidade; Q-Qualidade

Quadro 17 – Correlação entre as variáveis originais e as três primeiras componentes principais nos vinhos AG

Variáveis	Componentes principais		
	1	2	3
IC	0.0567	0.4593	0.7021
LI	0.6286	0.1812	-0.4678
PB	-0.0863	0.4294	-0.5398
AL	-0.2238	0.7094	-0.2105
AR	-0.5209	0.0154	-0.2742
AB	-0.2824	0.1035	0.1626
AP	-0.5501	0.3146	0.2499
AO	0.0120	0.3728	0.4847
AQ	0.8646	0.0798	0.0506
SL	-0.0380	0.7583	-0.3146
SR	-0.5314	0.6081	-0.3407
SB	-0.5927	0.5355	-0.2667
SP	-0.4051	-0.4226	0.3780
SO	0.0858	0.7252	0.0288
SQ	0.8497	0.1569	0.1127
Q	0.8442	0.1937	-0.1712
Valor próprio	4.0987	3.1848	1.9210
% variância	25.62	19.90	12.01
% variância acumulada	25.92	45.52	57.53

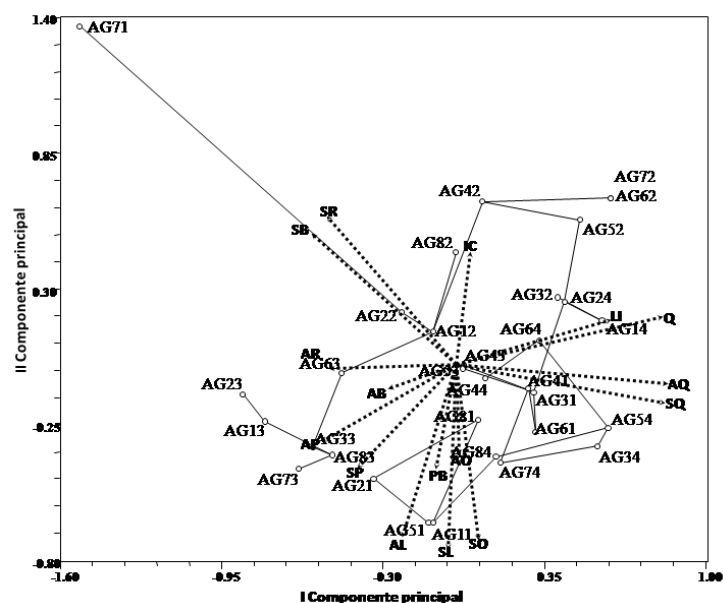


Fig. 8 - Projeção dos vinhos AG, com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (25,6%) e pela II (19,9%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características. (IC – intensidade de cor, LI – limpidez, PB – presença de bolhas, AL - aroma lácteo, AR – aroma reduzido, AB – aroma bafio, AP – aroma pútrido, AO – aroma outro, AQ – aroma qualidade, SL – sabor lácteo, SR – sabor reduzido, SB – sabor bafio, SP – sabor pútrido, SO – sabor outro, SQ – sabor qualidade; Q – qualidade).

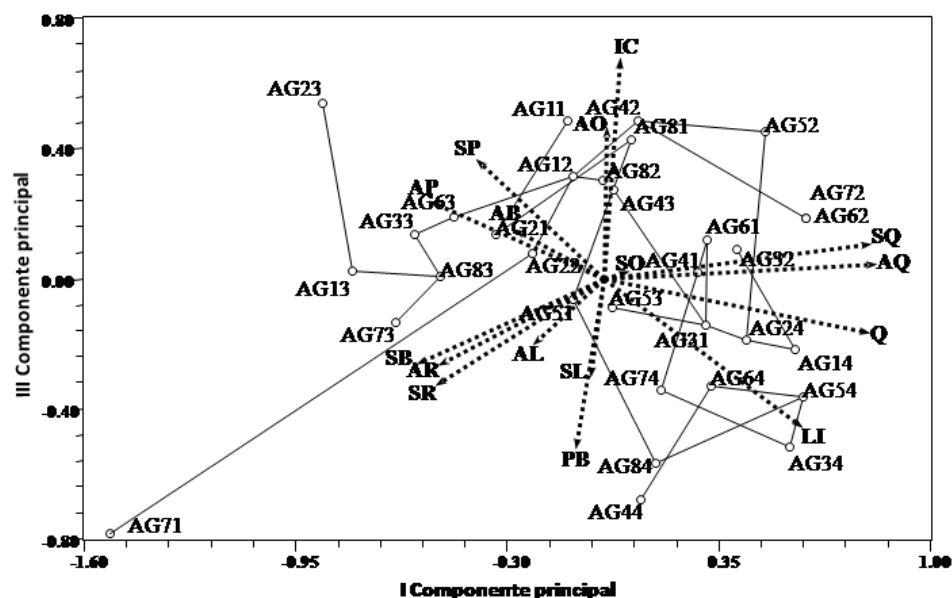


Fig. 9 - Projeção dos vinhos AG, com base nas características de análise sensorial, no plano definido pela I (25,6%) e pela III (12,0%) componentes principais a que foi sobreposta a árvore de conexão mínima e a projecção dos vectores representativos das características. (IC – intensidade de cor, LI – limpidez, PB – presença de bolhas, AL - aroma lácteo, AR – aroma reduzido, AB – aroma bafio, AP – aroma pútrido, AO – aroma outro, AQ – aroma qualidade, SL – sabor lácteo, SR – sabor reduzido, SB – sabor bafio, SP – sabor pútrido, SO – sabor outro, SQ – sabor qualidade; Q – qualidade).

3.2.4 – Conclusão

Verifica-se ao longo da ocorrência da fermentação maloláctica uma diminuição das características definidoras da qualidade e um aumento de características definidoras de defeitos, nos vinhos cujo início da fermentação maloláctica foi mais demorado. Consta-se que durante a ocorrência da fermentação maloláctica o vinho fica depreciado.

No vinho em que a fermentação maloláctica se iniciou logo após a montagem do ensaio tecnológico observa-se, após a sua finalização, um aumento na qualidade. Confirma-se que a ocorrência precoce da fermentação maloláctica tem uma influência benéfica na qualidade do vinho.

4 - Conclusões

Em todas as modalidades houve uma diminuição da acidez total dos vinhos e um ligeiro incremento na acidez volátil.

Confirmou-se que a fermentação maloláctica origina a desacidificação dos vinhos.

Constatou-se a importância primordial da tecnologia de vinificação no desenvolvimento da fermentação maloláctica.

Verificou-se uma manifesta dificuldade na realização da fermentação maloláctica no vinho que foi vinificado com uma tecnologia mais evoluída.

Verificou-se que os factores determinantes no desenrolar da fermentação maloláctica foram a inoculação com bactérias lácticas e a conservação do vinho a uma temperatura mais elevada.

Observou-se que dentre as modalidades inoculadas as que iniciaram mais tarde a fermentação maloláctica foram as com pH mais elevado.

5 – Referências bibliográficas

- Barrère C., Ducasse M. E., Inquimbert M., 1980. L'anhydride sulfureux dans les vins. Technique nouvelle de dosage. *Vignes et Vins*, **295**, 49-50.
- Cavin, J.F., Divies, C., Guzzo, J. (1998). Les bactéries lactiques du vin. In: *Oenologie. Fondements scientifiques et technologiques*. Cd. Claude Flanzy, pp. 498-533. Ed. Tec & Doc. Paris.
- Costello, P. (2005) The chemistry of malolactic fermentation. In: *Malolactic fermentation in wine*. Ed. Lallemand. Montréal. Canada.
- Curvelo-Garcia, A.S. (1988). *Controlo de Qualidade dos Vinhos. Química Enológica. Métodos Analíticos*. 420 p. Ed. Instituto da Vinha e do Vinho. Lisboa
- Dairou, V., Sieffermann, J.-M. (2002). A comparison of 14 jams characterized by Conventional Profile and a quick original method, the Flash Profile. *Journal of Food Science*, **67**, 826-834.
- Davis, C.R., Wibowo, D., Eschendruch, Lee, T.H., Fleet; G.H. 1985. Practical implications of malolactic fermentation. A review. *Am J. Enol.Vitic.* **36**, 290-301
- Davis, C.R., Wibowo, D., Lee, T.H., Fleet; G.H. 1986. Growth and metabolism of lactic acid bacteria during and after malolactic fermentation of wines at different pH. *Appl. Environ. Microbiol.*, **51**, 539-545.
- Fischer, U., Roth, D., Christmann, M. (1999). The impact of geographic origin, vintage and wine estate on sensory properties of *Vitis vinifera* cv. Riesling wines. *Food Quality and Preference*, **10**, 281-288.
- Garvie, E.I., Farrow, J.A.E. (1980). The differentiation of *Leuconostoc oenos* from non-acidophilic. *Am J. Enol.Vitic.* **31**,154-157.
- Gerland C. et Dumont Ann, (2000). Analyse sensorielle descriptive libre choix (F.C.P.) : utilisation pratique. *Revue Française d'Oenologie*, **182**, 36-39.
- Inês, A., Tenreiro, T, Tenreiro, R., Mendes-Faia, A. (2009). Revisão: As bactérias do ácido láctico do vinho – Parte II. *Ciência Téc. Vitiv.*, **24**, 1-23.
- Krieger, S. (2005). Looking into future. In: *Malolactic fermentation in wine*. Ed. Lallemand. Montréal. Canada.
- Kunkee, R.E. (1967). Malo-lactic fermentation. *Adv Appl Microbiol.*, **9**, 235-279,
- Liu, -Q. (2002). A review. Malolactic fermentation in wine – beyond deacidification. *J. Applied Microbiology*, **92**, 589-601.
- Lonvaud-Funel, A. (1999). Lactic acid bacteria in the quality improvement and deprecation of wine. *Antonie van Leeuwenhoek*, **76**: 317-331.
- Mayer, M.K. (1978), Progrés récents dans la connaissance des phénomènes microbiologiques en vinification. *Bulletin de L'O.I.V.*, **51**, (566), 269-280.
- Gerland C. et Dumont Ann, (2000). Analyse sensorielle descriptive libre choix (F.C.P.) : utilisation pratique. *Revue Française d'Oenologie*, **182**, 36-39.
- Michod J., 1959. *Rev. Romande Agric. Vitic. Arboric.*, **15**, 85. (Citado por Curvelo-Garcia, 1988).

- Moreira J. L., Marcos A. M., Barros P., 2002a. Analysis of Portuguese wines by Fourier Transform Infrared Spectrometry. *Ciência Téc. Vitiv.*, **17**, 27-33.
- Moreira J. L., Marcos A. M., Barros P., 2002b. Proficiency test on FTIR. *Ciência Téc. Vitiv.*, **17**, 41-51.
- Palacios, A. (2005) Organoleptic defects caused by uncontrolled maloláctica fermentation. In: *Malolactic fermentation in wine*. Ed. Lallemand. Montréal. Canada.
- Pato, O. (1971). *O Vinho, Métodos Modernos de Fabrico Tratamento e Conservação*. Clássica Editora. Lisboa. Portugal.
- Pato, O. (1980). *Análise radiosa da sereníssima bebida*. 50 p. Confraria dos Enófilos da Bairrada. Anadia.
- Perrin, L., Maître, I., Symoneaux, R., Jourjon, F., Asselin, C., Pagès, J. (2006c). Comparison of three sensory methods to explicit Napping®: Case of ten wines from Chenin grape variety. A Sense of Diversity – Second European Conference on Sensory Consumer Science of Food and Beverage, 26-29 september 2006, The Hague, Netherlands (Poster).
- Pilone, G.J., Clayton, M.G., Van Duivenboden, R.J. (1991). Characterization of wine lactic acid bacteria: Single broth culture for tests of heterofermentation, mannitol from fructose, and ammonia from arginine. *Am. J. Enol. Vitic.* **42**, 153-157.
- Symoneaux R., Lawless, H. T., Heymann, H. (1998). Sensory evaluation of food - Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. Pp 362-378. New York.
- Reguant, C.; Bordons, A.; Arola, L. e Rozes, N. (2000), Influence of phenolic compounds on the physiology of *Enococcus oeni* from wine. *J of Applied Microbiology*. 88, 1065 –1071.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubordieu, D., Doneche, B., Lonvaud, A. (1998). Les bactéries lactiques. In: *Traité d'Oenologie. Tome I. Microbiologie du Vin. Vinifications*. pp. 143-170. Dunod Ed., Paris.
- Ribéreau-Gayon, P., Dubordieu, D., Doneche, B., Lonvaud, A. (1998). Le metabolisme des bactéries lactiques. In: *Traité d'Oenologie. Tome I. Microbiologie du Vin. Vinifications*, pp. 171-196. Dunod Ed., Paris.
- Rohlf F.J. (1997). NTSYS-pc, version 2.1 Numerical Taxonomy and Multivariate. Analysis m, Exeter Software, Setauket, New YorkSyste
- Sneath P.H.A., Sokal R.R. (1973). Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification, W.F. Freeman, San Francisco
- Sokal R.R. & Rohlf F.J. (1962). The comparison of dendograms by objective methods. *Taxon* **11**:33-40.
- Tracey, R.P., Britz, T.J. (1987). A numerical taxonomic study of *Leuconostoc oenos* strains from wine. *Journal of Applied Bacteriology*, **63**, 523-532,.
- Van Vuuren, H.J.J., Dicks, M.T. *Leuconostoc oenos*: A review. *Am. J. Enol. Vitic.* **44**, 99-112.
- Versari A., Parpinello G., Cattaneo M., 1999. *Leuconostoc oenos* and malolactic fermentation in wine: a review. *J. Ind. Microbiol Biotechn.* **23**, 447-555.
- Wibowo, D., Eschenbruch, R., Davis, C.R., Fleet, G.H., Lee, T.H. (1985). Occurrence and growth of lactic acid bacteria in wine: a review. *Am. J. Enol. Vitic.* **36**, 302-313.

ANEXOS