



INSTITUTO POLITÉCNICO
DE VIANA DO CASTELO

João Camilo Marinhos

Avaliação do potencial produtivo e qualitativo de castas minoritárias da Região dos Vinhos Verdes

Mestrado em Engenharia Agronómica

Orientadora:

Professora Doutora Maria Isabel Valín Sanjiao

Coorientadora:

Professora Doutora Isabel Maria Barreira Afonso Paula

Janeiro de 2024

Índice

1. Introdução.....	1
1.1. Região Demarcada dos Vinhos Verdes.....	1
1.2. Castas Minoritárias	2
1.3. Importância do estudo e conservação dos recursos endógenos	4
1.4. Castas	10
1.4.1. Alvarelhão	10
1.4.2. Verdelho-Tinto	11
1.4.3. Espadeiro-Mole	13
1.4.4. Lameiro.....	14
2. Material e Métodos.....	16
2.1. Caraterização da parcela	16
2.2. Delineamento experimental	17
2.3. Porta-enxerto.....	18
2.4. Metodologia e parâmetros registados	19
2.4.1. Área foliar.....	19
2.4.2. Dimensão da sebe e Superfície foliar exposta	20
2.4.3. Potencial hídrico de ramo e potencial hídrico foliar diário	21
2.4.4. Trocas gasosas ao nível dos estomas	23
2.4.5. Peso da lenha de poda.....	24
2.4.6. Evolução da maturação e avaliação da produção	25
2.5. Avaliação do potencial enológico	26
2.6. Microvinificações	29
2.7. Análise laboratorial do vinho.....	31
2.8. Análise Estatística.....	32
3. Resultados e Discussão	33
3.1. Caraterização climática.....	33
3.2. Área Foliar	34
3.3. Superfície foliar exposta	35
3.4. Potencial Hídrico	36
3.5. Trocas gasosas	39
3.6. Peso da lenha de poda.....	43
3.7. Rendimento.....	44
3.8. Evolução da maturação	45
3.9. Análise físico-química do bago e mosto.....	48
3.10.Caraterísticas gerais dos vinhos	50

4. Conclusão	56
5. Referências bibliográficas	58

Lista de abreviaturas

IVV – Instituto da Vinha e do Vinho

CVRVV – Comissão Vitivinícola da Região dos Vinhos Verdes

EVAG – Estação Vitivinícola Amândio Galhano

DGAV – Direção Geral de Alimentação e Veterinária

WUE – Uso eficiente de água

WUE_C - WUE da cultura

WUE_{WP} - WUE da planta

WUE_{leaf} - WUE ao nível da folha

g_s – condutância estomática

E – Taxa de transpiração

A – Taxa fotossintética

(ψ), - Potencial hídrico

SFE – Superfície foliar exposta

MPa – Mega pascais

YAN – Azoto facilmente assimilável

PVPP – Polivinilpolipirrolidona

TAP – Teor de álcool provável

GAE – equivalente de ácido gálico

QE – equivalente de quercetina

cia-3-glu – cianidina-3-glucosido

Lista de quadros

Quadro 1 - Relação entre o potencial hídrico de ramo e o stress hídrico da videira (Fonte: Deloire & Rogiers, 2014)	8
Quadro 2 - Parâmetros indicadores de vigor e Índice de Ravaz.....	44
Quadro 3 - Parâmetros produtivos das diferentes castas	44
Quadro 4 - Teor de composto fenólicos totais, taninos, flavonoides, antocianinas e azoto facilmente assimilável (YAN) das 4 castas por amostra (película, polpa e mosto) (média e desvio padrão)	48
Quadro 5 - Parâmetros de intensidade da cor e tonalidade dos vinhos obtidos (média e desvio padrão).....	54

Lista de figuras

Figura 1-Região Demarcada dos Vinhos Verdes (Fonte: Clube Vinhos Portugueses, 2014)	2
Figura 2 - Castas mais utilizadas nas vinhas de Portugal (Fonte: IVV, 2021)	3
Figura 3 - Influência dos processos fisiológicos da videira no uso eficiente de água (Adaptado de: Flexas et al., 2010b)	6
Figura 4 - Folha e cachos da casta Alvarelhão	10
Figura 5 - Cacho da casta Alvarelhão	11
Figura 6 - Folhas e cacho da casta Verdelho-Tinto	12
Figura 7 - Cacho da casta Verdelho-Tinto	12
Figura 8 - Folha e cacho da casta Espadeiro-Mole	13
Figura 9 - Cacho da casta Espadeiro-Mole	14
Figura 10 - Folha e cacho da casta Lameiro	14
Figura 11 - Cacho da casta Lameiro	15
Figura 12 - Localização da coleção de castas da Estação Vitivinícola Amândio Galhano (Fonte: Google Earth)	16
Figura 13 - Parcela E1.1, onde se localizam as castas minoritárias, Espadeiro-Mole (L1; V1-V30); Verdelho-Tinto (L8; V1-42); Alvarelhão (L15; V1-V50) e Lameiro (L20; V1-V67)	17
Figura 14 - Delineamento experimental	18
Figura 15 - Representação da medição das nervuras das folhas	20
Figura 16 - Câmara de pressão	21
Figura 17 - Colocação do saco de alumínio na folha, para a medição do potencial hídrico de ramo	22
Figura 18 - Momento do registo da leitura com a câmara de pressão (Fonte: Deloire et al., 2020)	23
Figura 19 - Realização da leitura com o equipamento IRGA	24
Figura 20 - Medição do peso da lenha de poda	24
Figura 21 - Equipamentos utilizados para determinar os parâmetros qualitativos: a) Refratômetro; b) Potenciômetro	25
Figura 22 - a) Desengace das uvas; b) Remontagem	29
Figura 23 - a) Prensagem das uvas; b) Medição da densidade	30
Figura 24 - Temperatura média mensal e precipitação total mensal no período de janeiro a outubro de 2023 na estação meteorológica da EVAG	33
Figura 25 - Área foliar principal, área foliar das netas e área foliar total por videira	35
Figura 26 - Superfície foliar exposta por casta	36
Figura 27 - Potencial hídrico de ramo (MPa) medido em 3 datas do ciclo vegetativo da videira	37
Figura 28 - Potencial hídrico foliar (MPa) ao longo do dia (27 de julho), às 6 horas (PH_6) às 9 horas (PH_9) e às 18 horas (PH_18)	38
Figura 29 - Potencial hídrico foliar (MPa) ao longo do dia (31 de agosto) às 6 horas (PH_6) às 9 horas (PH_9) e às 18 horas	39
Figura 30 - Temperatura da folha (°C) para as quatro castas em três momentos do ciclo vegetativo	40
Figura 31 - Taxa de assimilação líquida (A) para as quatro castas em três momentos do ciclo vegetativo	42
Figura 32 - Condutância estomática (g_s) para as quatro castas em três momentos do ciclo	42
Figura 33 - Taxa de transpiração (E) para as quatro castas em três momentos do ciclo vegetativo	43

Figura 34 - Peso de 100 bagos (g) durante o período de maturação	45
Figura 35 - Evolução do pH durante o período de maturação	46
Figura 36- Evolução da acidez total (g ácido tartárico/L) durante o período de maturação	46

Resumo

No presente estudo, realizado na Estação Vitivinícola Amândio Galhano na Região dos Vinhos Verdes, comparou-se as respostas fisiológicas e a qualidade dos vinhos produzidos através de quatro castas autóctones da Região dos Vinhos Verdes, Alvarelhão, Verdelho, Espadeiro-Mole e Lameiro, com o objeto de avaliar o seu potencial produtivo e qualitativo assim como as respostas fisiológicas que apresentaram tendo em conta as condições climáticas durante o ciclo vegetativo de 2023.

Foram avaliados parâmetros relativos à parede de vegetação, área foliar e superfície foliar exposta, componentes eco-fisiológicos como o potencial hídrico de ramo e foliar e as trocas gasosas, assim como o vigor, produção e rendimento. Foi também avaliado o teor de compostos de fenólicos totais, taninos, flavonoides, antocianinas tanto das componentes do bago como dos vinhos produzidos. Para além disso no bago foi também medido o teor de azoto facilmente assimilável. Para a elaboração dos vinhos foram utilizadas duas técnicas de vinificação distintas: maceração e bica aberta. Nos vinhos foi ainda analisado o teor alcoólico, acidez total e volátil assim como pH.

A casta com melhores resultados relativamente à resistência a situações de stress hídrico foi o Lameiro, sendo esta casta também a que deu origem a vinhos com maior teor alcoólico. A casta Espadeiro-Mole foi a mais vigorosa e a que enologicamente apresentou melhores valores nas componentes analisadas no bago nomeadamente para os parâmetros de compostos de fenólicos totais, taninos, flavonoides e antocianinas da película. Nos vinhos as castas que se destacaram foram na vinificação por maceração o Verdelho-Tinto e na bica aberta o Alvarelhão.

Apesar de não muito utilizadas hoje em dia para novos encepamentos, estas castas minoritárias têm características que podem vir a potenciar a viticultura atual e futura assim como ser a solução para problemas de cariz climático que se avizinham.

Palavras-chave: Castas autóctones, eco-fisiológicos, vinificação,

Abstract

This study, carried out at the Amândio Galhano Wine Station in the Vinho Verde Region, compared the physiological responses and quality of the wines produced by four autochthonous grape varieties from the Vinho Verde Region, Alvarelhão, Verdelho, Espadeiro-Mole and Lameiro, with the aim of assessing their productive and qualitative potential as well as the physiological responses they showed taking into account the climatic conditions during the 2023 growing season.

Parameters relating to the vegetation wall, leaf area and exposed leaf surface, eco-physiological components such as stem and leaf water potential and gas exchange, as well as vigour, production and yield were assessed. The content of total phenolic compounds, tannins, flavonoids and anthocyanins in both the berry components and the wines produced were also assessed. In addition, the easily assimilated nitrogen content of the grapes was also measured. Two different vinification techniques were used to make the wines: maceration and open spout. The wines were also analysed for alcohol content, total and volatile acidity and pH.

The grape variety with the best results in terms of resistance to water stress was Lameiro, which also produced wines with the highest alcohol content. Espadeiro-Mole was the most vigorous grape variety and the one that showed the best oenological results in terms of the components analysed in the berry, namely in terms of total phenolic compounds, tannins, flavonoids and anthocyanins in the skin. In the wines, the grape varieties that stood out were Verdelho-Tinto in maceration and Alvarelhão in open top.

Although not widely used today for new vineyards, these minority grape varieties have characteristics that could enhance current and future viticulture, as well as being the solution to upcoming climate problems.

Keywords: autochthonous varieties, eco-physiological, vinification

Agradecimentos

O culminar desta etapa só foi possível com a colaboração e apoio de várias pessoas, às quais quero deixar o meu agradecimento.

Assim, um agradecimento aos meus pais e à minha irmã, pela força, coragem e apoio que me deram ao longo desta caminhada;

À minha namorada, Jéssica pelo suporte, motivação e coragem;

À professora Isabel Valín e professora Isabel Afonso, por todo o conhecimento transmitido e pela ajuda que me deram para finalizar esta etapa;

À Marta e ao Simão pelo apoio nos trabalhos de campo;

Aos colegas de laboratório Márcio e Cláudia;

Às técnicas de laboratório, Suzy e Maria e ao Engenheiro Virgílio, pelo apoio no laboratório;

À Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes pela oportunidade e disponibilidade para a realização deste trabalho.

A todos o meu sincero obrigado

1. INTRODUÇÃO

1.1.Região Demarcada dos Vinhos Verdes

A Região dos Vinhos Verdes compreende cerca de 13% da superfície vitícola de Portugal, constituindo uma das zonas com mais superfície vitícola em Portugal no ano de 2021 com cerca de 24.000 hectares (IVV, 2021). Esta região estende-se por todo o noroeste de Portugal, na zona tradicionalmente conhecida como Entre-Douro-e-Minho. Tem como limites o rio Minho, a Norte, que estabelece parte da fronteira com a Espanha, a Sul o rio Douro e as serras da Freita, Arada e Montemuro, a Este as serras da Peneda, Gerês, Cabreira e Marão e a Oeste o Oceano Atlântico. Em termos de área geográfica é a maior Região Demarcada Portuguesa, e uma das maiores da Europa (CVRVV, 2023). Toda a área está à mercê da influência do oceano Atlântico, devido à orientação dos vales e dos rios, que facilitam a penetração dos ventos marítimos. Esta influência atlântica, os solos na sua maioria de origem granítica, o clima ameno e a precipitação elevada, traduzem-se na frescura, leveza e elegância dos vinhos desta região (CVRVV, 2023). Segundo a Portaria n.º 28/2001, de 16 de Janeiro, a Região Demarcada dos Vinhos Verdes divide-se em nove sub-regiões (Figura 1) para os produtos abrangidos pelos Estatutos da Região Demarcada, que podem ser utilizados como complemento da Denominação de Origem: "Amarante", "Ave", "Baião", "Basto", "Cávado", "Lima", "Monção e Melgaço", "Paiva" e "Sousa" (IVV, 2023). Cada uma produz produtos com características distintas, sendo notórias as diferenças entre os vinhos produzidos no norte ou no sul da região. Por exemplo, o Alvarinho de Monção é um vinho branco seco e bastante encorpado, enquanto o Loureiro do vale do Lima é mais suave e perfumado. O vinho tinto produzido na região dos Verdes, outrora o vinho que dominava a produção da região, é atualmente consumido quase exclusivamente pelas populações locais. Este vinho é muito ácido e tem uma cor vermelha bastante carregada. É elaborado a partir de castas como Vinhão, Borraçal, Brancelho, entre outras, sendo apreciado para acompanhar a gastronomia típica da região (Infovini, 2023).

Região Demarcada dos Vinhos Verdes

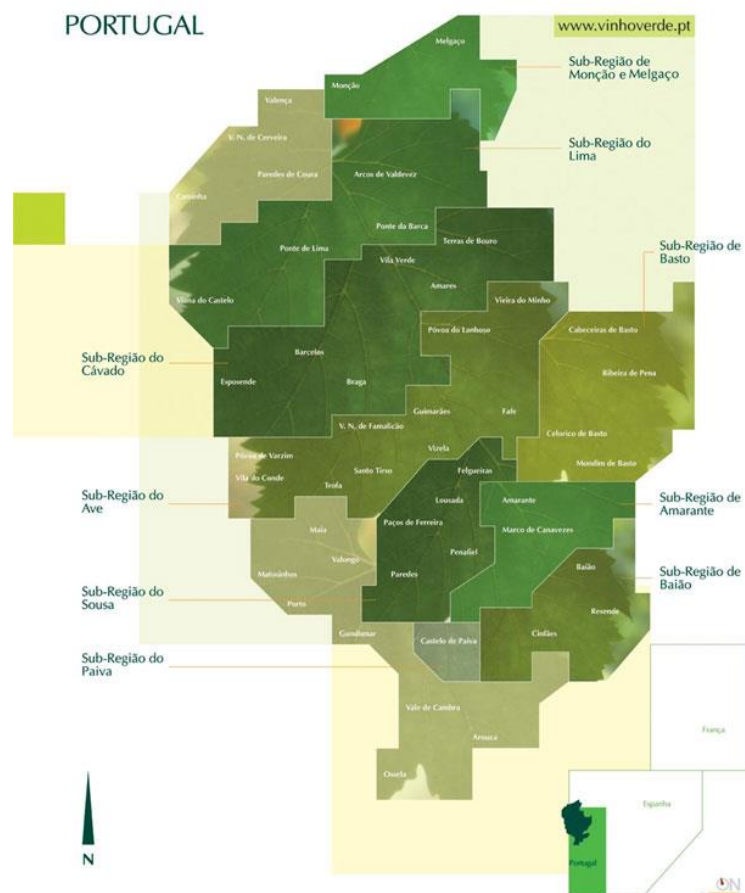


Figura 1-Região Demarcada dos Vinhos Verdes (Fonte: Clube Vinhos Portugueses, 2014)

1.2.Castas Minoritárias

Portugal possui um património genético vitícola muito rico e único. Das 343 castas listadas na Portaria n.º 380/2012, de 22 de novembro, que estabelece as castas aptas à produção de vinho em Portugal, cerca de 230 são consideradas autóctones portuguesas ou da Península Ibérica. Quanto aos encepamentos mais utilizados nas vinhas portuguesas (Figura 2) verifica-se que há um conjunto de 35 castas (representatividade igual ou superior a 1%) que corresponde a 90 % da área total de vinha. Estão representadas 18 castas tintas, com 60% da área de vinha total, onde se incluem três castas internacionais e 17 castas brancas autóctones, com uma representatividade de 30% da área total de vinha plantada (IVV, 2021).

Apesar de Portugal ser um país onde a videira apresenta uma diversidade genética elevada, segundo dados da Direção-Geral de Alimentação e Veterinária (DGAV), nos últimos dois

anos, apenas cerca de 20 castas têm sido multiplicadas em quantidades significativas, sendo as restantes multiplicadas a uma escala bastante reduzida ou não sendo multiplicadas (Eiras-Dias et al., 2016). A crescente homogeneização das castas em novas plantações, associado também com a introdução de castas estrangeiras no encepamento nacional, fez com que as variedades que já não são procuradas e que por consequência não são multiplicadas em viveiro, permaneçam apenas em vinhas bastante velhas, em constante risco de arranque ou abandono, sendo consideradas assim castas minoritárias (Eiras-Dias et al., 2016).

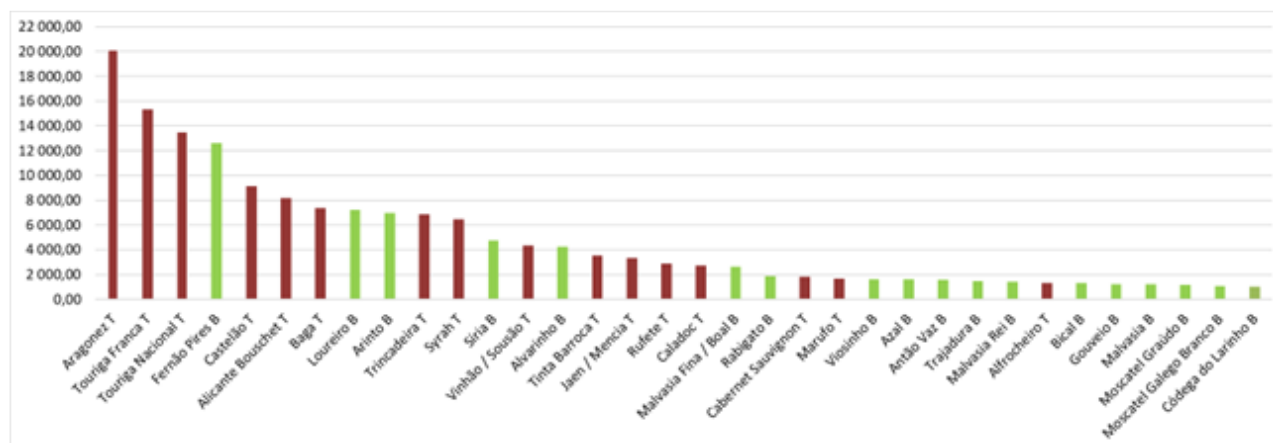


Figura 2 - Castas mais utilizadas nas vinhas de Portugal (Fonte: IVV, 2021)

As maiores limitações à multiplicação das castas minoritárias estão associadas à falta de informação relativa à sua adaptabilidade às condições edafoclimáticas, das suas características culturais e, principalmente, do carácter enológico. Para além disto a inexistência de vinhas-mãe, para extração de garfos para a enxertia, que cumpram os requisitos exigidos pela legislação que regula a produção, certificação e comercialização de materiais de propagação vegetativa de videira levam a que não haja muita apetência do setor para a sua introdução em novas plantações (Eiras-Dias et al., 2016). Este fenómeno levou à gradual desvalorização das castas cultivadas em pequena escala, que fez com que fossem introduzidas em listas oficiais como castas secundárias (Mota et al., 2013).

A recolha, preservação e caracterização das castas minoritárias são de extrema importância para impedir a extinção dos recursos genéticos de uma região. As alterações climáticas, a globalização do mercado vitivinícola e o aparecimento de novas ameaças fitossanitárias são alguns dos desafios que a viticultura poderá enfrentar nos dias de hoje. (Santos et al., 2020). Desta forma é de extrema importância a conservação das cultivares existentes para dispor de um vasto leque genético de maneira a fazer face a estas novas ameaças e ao mesmo tempo

manter a qualidade e diversidade dos vinhos (Loureiro et al., 2017). O facto destas castas apresentarem uma distribuição regional limitada faz com que os vinhos obtidos apresentem uma tipicidade vinícola característica da riqueza varietal de cada região geográfica (Jiménez et al., 2019). Acresce que a grande competência no mercado vitivinícola é promover a elaboração de vinhos distintos, procurando privilegiar a exclusividade das castas e *terroirs* de forma a contrariar a baixa diversidade nas vinhas e desta forma aumentar a multiplicidade de produtos presentes no mercado (Cibrián et al., 2019; Loureiro et al., 2017).

1.3.Importância do estudo e conservação dos recursos endógenos

A avaliação agronómica e enológica constituirá um importante recurso para proporcionar aos viticultores um conhecimento mais aprofundado das suas características específicas, o que permitirá enriquecer e diversificar o mercado vitivinícola com diferentes produtos (Cibrián et al., 2019). Mota *et al.* (2013), após avaliarem a potencial cultural e enológico de 15 castas minoritárias (7 castas brancas e 8 castas tintas) da Região dos Vinhos Verdes, destacaram o Lameiro e o Verdelho-Tinto com um potencial produtivo extremamente bom; as castas Cascal, Doçal, Doce e Mourisco com uma acidez bastante baixa e as castas Cascal, Cainho, Labrusco, Doce e Mourisco com um conteúdo de açúcares elevado, quando comparadas com duas das castas mais utilizadas na região: Loureiro e Vinhão. Outro estudo realizado por Loureiro *et al* (2017). sobre a caracterização agronómica de 6 castas minoritárias (4 tintas e 2 brancas) da região das Astúrias onde se destacaram o ‘Albarín Negro’ com a fertilidade elevada, ‘Mencia’ com elevado peso de cacho, sendo que esta última juntamente com o ‘Verdejo Negro’ apresentaram a menor acidez total e pH.

Um tema chave para a sustentabilidade na viticultura atualmente é o uso eficiente da água (WUE), temática que está muito relacionada com as crescentes alterações climáticas que se têm vindo a verificar em todo o mundo. A melhor gestão dos recursos hídricos pode ser alcançada através da seleção de castas mais tolerantes a regimes hídricos menos intensos podendo este ser um campo interessante para estimular a valorização das castas minoritárias, uma vez que se encontram bem-adaptadas às condições de cada região podendo as plantas existentes apresentar maior resistência e adaptar-se mais facilmente a estas alterações. Para que seja possível seguir com a avaliação do potencial que estas castas podem ter para contrariar os efeitos negativos das alterações climáticas é necessário proceder à sua identificação e recuperação uma vez que muitas destas variedades apenas estão presentes em coleções ampelográficas (Antolín et al., 2020; Medrano et al., 2018; Peiró et al., 2020).

Nesta linha já foram realizados vários estudos que visam a identificação de cultivares já existentes e possivelmente de novas cultivares ainda não identificadas, a detecção de sinónimos dentro da mesma casta e por consequência a detecção de erros de denominação (Aou-Ouad et al., 2022; Ferreira et al., 2015; Jiménez-Cantizano et al., 2020; Rubio et al., 2011; Urrestarazu et al., 2015; Yuste et al., 2019).

Para perceber quais destas castas têm maior idoneidade para prosperar em cenários climáticos futuros é necessário compreender como é que respondem ao clima onde estão inseridas e como reagem a anos fora da norma climática da região. Gisbert et al. (2022) conduziram um estudo onde foram avaliadas e caracterizadas as respostas de várias castas minoritárias da região de Alicante (Espanha) em condições de sequeiro para desta forma conseguir compreender a sua resiliência a condições climáticas semiáridas. Para isto um dos principais parâmetros avaliado pelos autores foi a condutância estomática (g_s). Os estomas, estruturas responsáveis pelas trocas gasosas das plantas, são os principais intervenientes na resposta a condições de seca. Em situações de stress hídrico o primeiro processo que ocorre na folha da planta é o fecho dos estomas de forma a reduzir as perdas de água por transpiração (E) (Gambetta et al., 2020). Por outro lado, o encerramento dos estomas condiciona também a taxa fotossintética (A) da planta uma vez que é através destas estruturas que ocorre a absorção de dióxido de carbono (CO_2), componente fundamental para a síntese de açúcares da planta (Medrano et al., 2002).

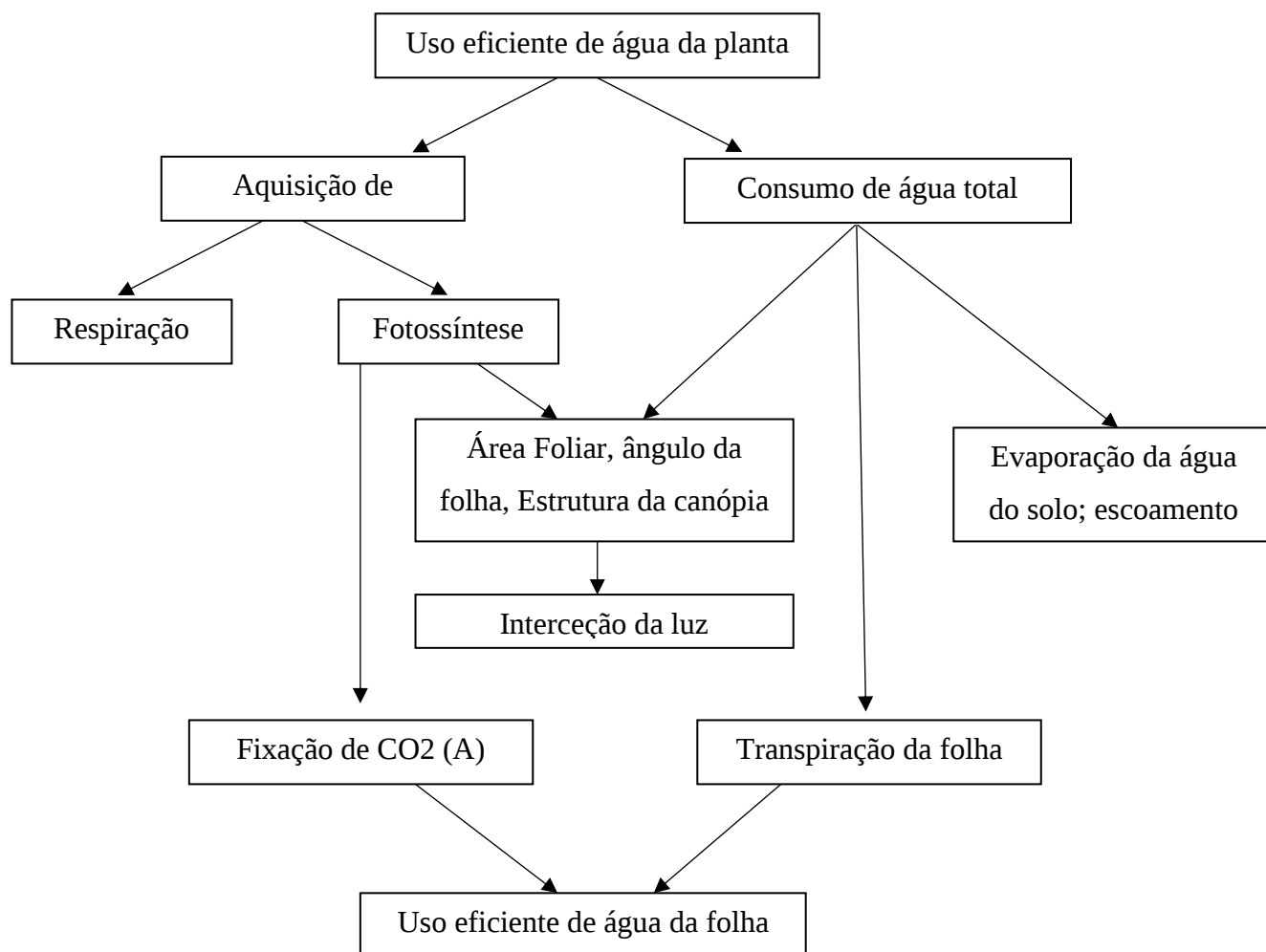


Figura 3 - Influência dos processos fisiológicos da videira no uso eficiente de água (Adaptado de: Flexas et al., 2010b)

Como já foi referido anteriormente, para tornarmos a agricultura mais sustentável é necessário reduzir e tornar mais eficiente a utilização da água. A figura representa os processos e os fatores que influenciam o uso eficiente da água (WUE). O WUE da cultura (WUE_c), por um lado, varia consoante a totalidade de água que é consumida durante a campanha agrícola, correspondendo, desta forma, ao somatório da água que a planta não utiliza com a água transpirada. Para analisar a WUE da planta (WUE_{WP}), descarta-se a variável correspondente à água não utilizada, que diz respeito à evaporação de água do solo e às perdas por escoamento, e considera-se apenas a água transpirada. Este último, está diretamente relacionado com a estrutura da parede vegetal e com a transpiração das folhas (E), dependendo este último essencialmente da condutância estomática (g_s). Assim, é de salientar que existe uma ligação entre o WUE_{WP} e o WUE ao nível da folha (WUE_{leaf}). Este

parâmetro pode ser abordado de duas maneiras, WUE_{leaf} instantâneo, razão entre a fixação de CO_2 , traduzido pela taxa fotossintética (A) e a transpiração das folhas (E), ou o WUE_{leaf} intrínseco, que relaciona o A com a condutância estomática (g_s), o que permite a comparação das propriedades fotossintéticas a um determinado ritmo de evaporação (Flexas et al., 2010b). É então de salientar que existe uma interação da condutância estomática e da transpiração com o estado de água na folha, e sob stress hídrico é frequentemente observado uma boa relação entre o potencial hídrico e a condutância estomática (Medrano et al., 2002). Segundo Naor (1998) existe uma elevada correlação entre a g_s e o potencial hídrico de ramo, sendo este outro parâmetro importante para a avaliação das respostas fisiológicas de diferentes castas ao clima. O potencial hídrico de ramo demonstra ser um bom indicador do déficit hídrico das plantas quando comparado com outras medidas deste parâmetro, nomeadamente potencial hídrico da folha ou potencial hídrico de base (Santesteban et al., 2019) e apresenta uma boa correlação com a transpiração em vinhas cultivadas em regime de sequeiro (Choné et al., 2001).

O potencial hídrico (ψ), é o indicador mais simples para avaliar o stress hídrico da planta uma vez que mede a relação integrada entre o solo, a planta e as condições atmosféricas sobre a disponibilidade de água dentro da própria planta. Na maioria dos estudos, o ψ das folhas expostas ao sol tem sido usado para este fim, mas em muitos casos esta medida tem uma dependência muito elevada das condições climáticas locais e, portanto, é altamente variável. A variabilidade associada à mudança das condições ambientais pode ser reduzida pelo uso de medições do ψ antes do nascer do sol, porém, este tipo de medição indica o grau de recuperação do estado de água na videira durante a noite sendo um bom indicador do estado de água no solo, uma vez que no final da noite, pela ausência de transpiração, o estado hídrico da planta e do solo estão em equilíbrio. O potencial hídrico de ramo é menos influenciado pela variabilidade ambiental a curto prazo quando comparado com o potencial hídrico foliar (McCutchan & Shackel, 1992).

O potencial hídrico de ramo é medido em folhas previamente ensacadas em sacos de alumínio pelo menos 30 minutos antes da realização da medição. A colocação da folha no saco impede a transpiração e faz com que o seu potencial hídrico fique em equilíbrio com o potencial hídrico no ramo. Os valores do potencial hídrico de ramo apresentam uma grande correlação com a transpiração (Choné et al., 2001). Este método é particularmente preciso para revelar pequenos défices de água e défices de água em solos com um potencial hídrico

heterogéneo (Deloire & Rogiers, 2014). No Quadro 1 podemos observar a relação entre os diferentes valores do potencial hídrico de ramo e o nível de stress hídrico que representam na videira.

Quadro 1 - Relação entre o potencial hídrico de ramo e o stress hídrico da videira (Fonte: Adaptado de Deloire & Rogiers, 2014)

Classes	Potencial hídrico de ramo	Nível de stress hídrico da videira
0	≥ -0.6	Défice hídrico negativo
1	-0.7 até -0.9	Stress hídrico ligeiro a moderado
2	-1.0 até -1.2	Stress hídrico moderado
3	-1.2 até -1.4	Stress hídrico moderado a relevante
4	-1.4 até -1.6	Stress hídrico elevado a severo
5	< -1.6	Stress hídrico severo

Como já foi referido anteriormente o conhecimento da estrutura da parede vegetal da videira assume um papel importante na avaliação das repostas fisiológicas da videira, podendo esta ser avaliada através do índice de área foliar. O índice de área foliar estabelece um papel fundamental na tomada de decisões de diversas culturas, nas quais está incluída a vinha. Este indicador assume este papel devido à relação próxima que estabelece com a fotossíntese, respiração e transpiração das folhas (Bonan, 1995). É um indicador do estado vegetativo da planta, produtividade, e capacidade fotossintética da planta e pode ser uma referência para a gestão das práticas culturais para manter as culturas em ótimo estado em cada fase do ciclo vegetativo. O índice de área foliar está diretamente relacionado com a interceção da luz solar e pode ser aplicado para analisar a produção de fruta e a qualidade da mesma, que dependem de uma adequada relação souce-sink (Patil et al., 2018) O índice de área foliar varia entre espécies diferentes de plantas, fases do ciclo vegetativo e compasso de plantação e está relacionado com a interceção da radiação e o ambiente luminoso na zona de frutificação, afetando por um lado o microclima da canópia e o balanço de carbono da planta, assim como a produção e a composição das uvas (Dokoozlian & Kliewer, 1995; Ibaraki, 2016; Smart, 1985; Winkler, 1958). Nos estudos realizados por Jogaiah et al.(2013), Volschenk & Hunter (2017) e Smart et al. (1990), a área foliar mostrou ser um fator importante para a gestão eficiente da canópia com vista a obter uvas e vinho, de espécies de videiras mais vigorosas, com mais qualidade, comprovando que nem sempre produções muito elevadas são sinónimo

de vinho com reduzida qualidade mostrando que o melhoramento do microclima da canópia em paredes de vegetação densas pode melhorar a produção. Para além disto, Takahashi (1985) mostrou que a taxa de assimilação líquida da videira está relacionada com o índice de área foliar.

Choné *et al.* (2001) concluiu que o potencial hídrico de ramo é o melhor parâmetro para avaliar o estado de água da planta. Este parâmetro diferencia-se do potencial hídrico foliar pela variabilidade baixa que apresenta entre medições na mesma planta. O potencial hídrico foliar é muito mais variável dependendo do clima local. No mesmo estudo o autor refere que quando se realizam medições ao meio-dia solar os valores do potencial hídrico foliar se apresentam praticamente constante uma vez que como a videira é uma espécie que evita o stress hídrico, quando as perdas de água por transpiração são excessivas a planta regula a condutividade estomática para controlar o défice de água nas folhas de modo a prever danos permanentes. Posto isto, o potencial hídrico de ramo é também um bom indicador da transpiração da planta quando medido ao meio-dia solar.

Para além da apreciação do comportamento das castas minoritárias no cenário climático é também fundamental conhecer e caraterizar a composição físico-química dos mostos que estas produzem e a microvinificação elementar das uvas (Eiras-Dias *et al.*, 2016). Apesar de haver um grande conhecimento relativamente às castas mais cultivadas no mundo, a quantidade de informação existente no que respeita às restantes castas é diminuta. Estas noções podem ser vantajosas no processo de valorização destas castas uma vez que pode ser oportuno para adaptar estas caraterísticas a processos de vinificação definidos pelas preferências dos consumidores, levando à produção de novos produtos diferentes dos resultantes da homogeneização da produção de vinho (Gutiérrez-Gamboa *et al.*, 2020).

Apesar da tendência generalizada para produzir vinho de castas mais disseminadas pelo mundo, existe predisposição para aumentar o número de estudos sobre o potencial que estas castas podem ter para a produção de vinho. Alguns estudos realizados nesta vertente mostram que é possível produzir vinhos com baixa acidez e elevado teor de açúcares (Mota *et al.*, 2013) e com perfil sensorial equilibrado e elevada intensidade de aromas (Vilanova *et al.*, 2012). Para além disto podem ser uma boa fonte de compostos biológicos ativos assim como revelar uma significativa concentração de fenólicos totais e uma boa atividade antioxidante (Čomić *et al.*, 2020).

1.4.Castas

1.4.1. Alvarelhão

O Alvarelhão é uma casta tinta cultivada, maioritariamente na Região dos Vinhos Verdes, sub-região de Monção, mas também com alguma expressão na região do Douro e do Dão. Pode ser conhecido como Brancelho, em Monção, Pirruivo, em Arouca, e Pilongo, no Dão (Magalhães, 2008).

Relativamente à sua ampelografia (Figura 4), é uma casta que apresenta folha adulta pequena, orbicular e quinquelobada, verde-escura, muito empolada e rugosa. Apresenta um perfil irregular, tipicamente afunilado ao nível do ponto peciolar e com o bordo enrolado para a página inferior. As margens da folha caracterizam-se por possuir dentes curtos, convexos e irregulares. O seio peciolar é pouco aberto em V e os seios laterais medianamente profundos com a base em U.



Figura 4 - Folha e cachos da casta Alvarelhão

O cacho apresenta tamanho médio, cilindro-cónico, frouxo e o bago é médio, não-uniforme, elíptico-curto, azul-arroxeadado, de película fina, polpa não corada, mole e succulenta (Figura 5) (Magalhães, 2008).



Figura 5 - Cacho da casta Alvarelhão

Enologicamente, esta casta possui uma maturação precoce, dando origem a vinhos de cor rubi, com pouco corpo, ocasionalmente com boa graduação, acidez elevada, aromas ligeiramente florais e macios. Demonstra uma boa aptidão para vinhos rosados, apesar de antigamente, ser uma casta usada para a elaboração de vinho do Porto. No entanto, o facto de esta casta ser pouco produtiva e ser suscetível ao desavinho, assim como ao oídio fazem com que não seja muito cultivada atualmente (Magalhães, 2008).

1.4.2. Verdelho-Tinto

O Verdelho-tinto é uma casta tinta pertencente à sub-região do Lima, onde também pode ser identificada pelo sinónimo de Feijão ou Verdelho-feijão, na região de Viana do Castelo e por Miudesso, na região de Arouca (CIPVV, n.d.).

Esta casta caracteriza-se por ter uma folha adulta média, orbicular, trilobada, cor verde-claro, perfil irregular, seio peciolar aberto a pouco aberto e seios laterais superiores abertos em V. o cacho é médio a grande, em forma de funil, compacto e de médio a elevado peso (Figura 6 e 7). Os bagos são esféricos e apresentam tamanho médio a pequeno com polpa rija e pouco

suculenta. É uma casta de média a elevada fertilidade e muito produtiva com um nível de vigor médio a elevado (Mota, 2014).

Produz um mosto com um grau Brix moderado que lhe permite atingir em média 10,5 % de álcool provável e com alguma acidez, dando origem a um vinho equilibrado, mas com uma qualidade irrelevante (Mota, 2014).



Figura 6 - Folhas e cacho da casta Verdelho-Tinto



Figura 7 - Cacho da casta Verdelho-Tinto

1.4.3. Espadeiro-Mole

O Espadeiro-Mole é uma casta tinta com expressão nas sub-regiões de Monção e Melgaço, do Lima e do Cávado, onde pode ser conhecido como Vinhão Mole, Espadeiro da Terra, Espadeiro Femeeiro e Verdelho-Tinto da Sombra (CIPVV, n.d.).

Apresenta folha adulta média, orbicular, inteira a trilobada, cor verde-escura, perfil revoluto, seio peciolar pouco aberto a fechado em U delimitado pelas nervuras e seios laterais superiores abertos em V, com pecíolo comprido (Figura 8). Cacho médio a pequeno, afunilado, medianamente compacto, de baixo peso, quando sob stress hídrico (Figura 9). O bago é médio e esférico, polpa mole e succulenta, película fina e de baixo peso. Casta de média fertilidade e pouco produtiva, quando sob stress hídrico (Mota, 2014).

O mosto tem um bom teor em açúcares que lhe permitiram atingir em média 12,0% de álcool provável, mas com bastante acidez. Esta acidez é resultado da sensibilidade ao stress hídrico a que a casta está sujeita, bloqueando a degradação dos ácidos. Origina um vinho com marcada acidez (Mota, 2014).



Figura 8 - Folha e cacho da casta Espadeiro-Mole



Figura 9 - Cacho da casta Espadeiro-Mole

1.4.4. Lameiro

O Lameiro é uma casta branca originária da região de Ponte de Barca, sub-região do Lima. Pode ser identificada pela sinonímia Lameira, Lameirinho, Molarinho; Branco da Lama e Luzidio (CIPVV, n.d.).

Ampelograficamente esta casta apresenta folha adulta média, cuneiforme a orbicular, quinquelobada, com perfil irregular, seios laterais superiores da base em forma de U, cor verde, com o ponto peciolar e início das nervuras carminados em ambas as páginas e frequente presença de um dente no seio particular (Figura 10).



Figura 10 - Folha e cacho da casta Lameiro

O cacho é médio, cónico e alado, compacidade e peso médio, compostos por bagos médios e de peso baixo, elíptico-curto, com pouca pruína e película fina que permitem a visualização das grainhas (Figura 11) (Mota, 2014).



Figura 11 - Cacho da casta Lameiro

Mosto moderado em açúcares que lhe permitem atingir em média 11,6% de álcool provável e pouco ácido originando um vinho com aroma frutado e sabor equilibrado (Mota, 2014).

O presente estudo tem como principal objetivo avaliar o potencial produtivo e qualitativo de quatro castas minoritárias da Região dos Vinhos Verdes, nomeadamente o Alvarelhão, Verdelho, Espadeiro-Mole e Lameiro, assim como as respostas fisiológicas que apresentaram tendo em conta as condições climáticas durante o ano de 2023.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caraterização da parcela

O ensaio decorreu na Estação Vitivinícola Amândio Galhano, pertencente à Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes (CVRVV). A propriedade (Figura 12), conhecida como Quinta de Campos do Lima, localiza-se na margem direita do rio Lima, no município de Arcos de Valdevez, sub-região do Lima ($41^{\circ} 48' \text{N}$, $8^{\circ} 24' \text{W}$). Possui uma área de 66 hectares dedicados ao desenvolvimento e à modernização da viticultura da região dos Vinhos Verdes. O estudo realizou-se numa das coleções de castas da propriedade onde estão presentes diversas variedades que estão a entrar em declínio, associado como já foi referido anteriormente à falta de informação relativamente às características destas castas, tanto culturais como enológicas.



Figura 12 - Localização da coleção de castas da Estação Vitivinícola Amândio Galhano (Fonte: Google Earth).

A parcela onde foi realizado o ensaio está identificada como E1.1 (Figura 13), com videiras, instaladas em 2015, orientadas no sentido Norte-Sul, com um compasso de plantação de 2 metros na linha e 2,5 metros na entrelinha, correspondendo a uma densidade de plantação de 2000 videiras por hectare. As videiras estão conduzidas em cordão simples ascendente. Todas as videiras instaladas na parcela estão em regime de sequeiro.



Figura 13 - Parcela E1.1, onde se localizam as castas minoritárias, Espadeiro-Mole (L1; V1-V30); Verdelho-Tinto (L8; V1-42); Alvarelhão (L15;V1-V50) e Lameiro (L20; V1-V67).

2.2.Delineamento experimental

Durante o ano 2023 foram avaliadas quatro castas minoritárias: Espadeiro Mole, Alvarelhão, Verdelho-Tinto e Lameiro, sendo as três primeiras castas tintas e a última a única casta branca em análise.

O delineamento experimental foi estruturado tendo em conta que no ensaio de variedades cada casta ocupa uma linha, pelo que foram selecionadas três repetições ao longo da linha constituídas por três videiras (Figura 14). Desta forma, a amostra integra um total de 36 plantas. A seleção das plantas foi realizada de forma aleatória para posterior medição de diversos parâmetros eco-fisiológicos, como área foliar, superfície foliar exposta, potencial hídrico de ramo, trocas gasosas e peso da lenha de poda.

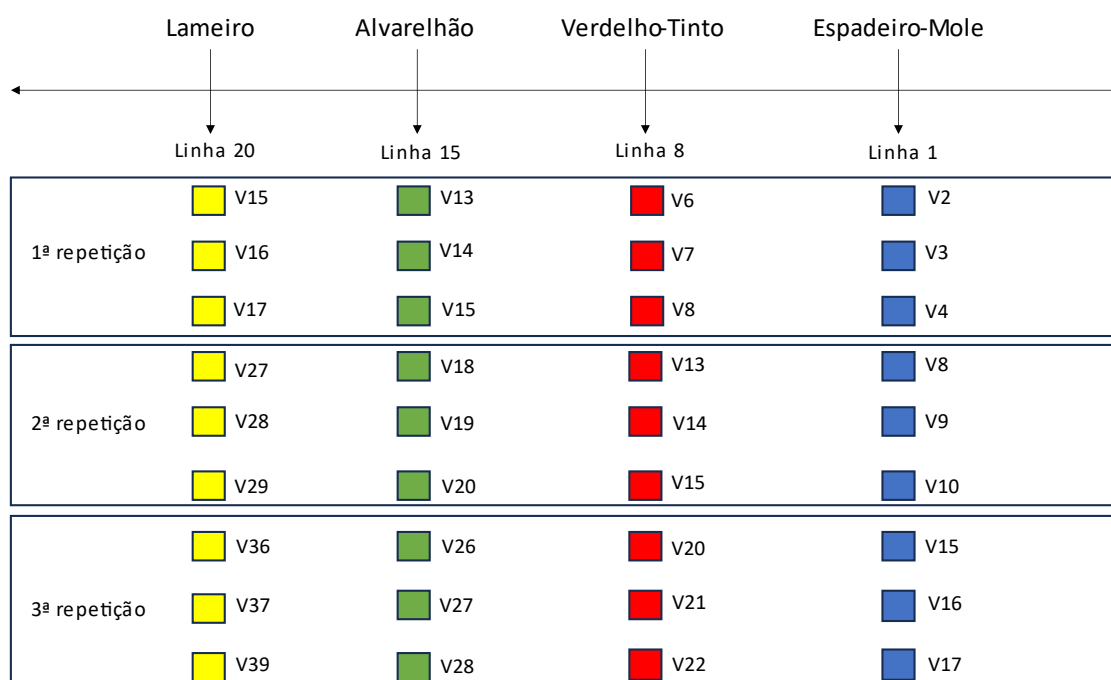


Figura 14 - Delineamento experimental

2.3.Porta-enxerto

As videiras utilizadas para o presente estudo encontram-se enxertadas no porta-enxerto 196 – 17 CL. Este porta-enxerto é um híbrido complexo resultante do cruzamento (*Vitis rupestris* X *Vitis Riparia*) X *Vitis vinífera*, com grande versatilidade, que é capaz de se adaptar a diversos tipos de solo, com exceção dos solos calcários, ao qual é considerado o mais sensível de todos os porta-enxertos tolerando apenas 6 % de calcário ativo.

É um porta-enxerto vigoroso que induz uma produtividade moderada, que apresenta boa capacidade de enraizamento e adapta-se bem a solos xistosos pobres e ácidos e a solos graníticos de textura arenosa também ácidos, assim como a solos férteis e frescos. É pouco sensível a défices de potássio e apresenta alguma sensibilidade a deficiências em magnésio.

2.4. Metodologia e parâmetros registados

2.4.1. Área foliar

O registo da área foliar da videira foi realizado seguindo o método desenvolvido por Lopes & Pinto, 2005. Este modelo não destrutivo permite calcular a área foliar das folhas principais e das netas de uma forma simples e económica.

As medições da área foliar foram realizadas numa videira em cada repetição, onde posteriormente foi escolhido um pânpano frutífero proveniente de um gomo deixado à poda e que represente o vigor vegetativo da planta. A recolha de dados foi realizada em três datas correspondentes a três estados fenológicos diferentes. A primeira recolha realizou-se no dia 8 de junho, na alimpa; a segunda medição realizou-se no dia 4 de julho, no cacho fechado; e a terceira e última medição foi realizada no dia 31 de agosto, na maturação.

Para determinar a área foliar é necessário registar o número de folhas principais, o número de folhas netas e, como podemos observar na figura 15, o comprimento das nervuras laterais esquerda e direita da folha maior e da folha menor de forma a obter a área foliar do pânpano através da seguinte equação:

$$\text{Área foliar do pânpano} = \text{Área foliar pânpano principal} + \text{Área foliar netas} \quad (\text{eq.1})$$

Depois de calculada a área foliar do pânpano conseguimos determinar a área foliar da videira através da seguinte relação:

$$\text{Área foliar da videira} = \text{Área foliar do pânpano} \times \text{Número de pânpanos} \quad (\text{eq.2})$$



Figura 15 - Representação da medição das nervuras das folhas

2.4.2. Dimensão da sebe e Superfície foliar exposta

Para determinar a dimensão da sebe foram efetuadas as seguintes medições: altura do solo à base da vegetação (H_s , m), altura total da parede vegetativa (H_t , m), largura da parede vegetativa na zona dos cachos (L_c , m) e a largura no topo da sebe (L_v , m). Os valores obtidos na medição da dimensão do coberto vegetal foram posteriormente utilizados para calcular a superfície foliar exposta (SFE) da videira através do método que relaciona o perímetro exposto da parede de vegetação com a distância na entrelinha através das seguintes fórmulas:

$$SFE \left(\frac{m^2}{ha} \right) = P_{exp} \times \frac{1000}{E} \quad (eq. 3)$$

O perímetro exposto da sebe (P_{exp}) é calculado através da seguinte equação (Eq.):

$$P_{exp} = 2 \times (H_v + H_s) \quad (eq.4)$$

As medições dos parâmetros para o cálculo da superfície foliar exposta foram realizadas no estado fenológico da maturação das uvas no dia 31 de agosto.

2.4.3. Potencial hídrico de ramo e potencial hídrico foliar diário

O potencial hídrico da videira foi medido com o objetivo de determinar o estado hídrico em que as videiras se encontravam e para aumentar a percepção dos acontecimentos no complexo solo-planta-atmosfera. Para que isto fosse possível foi utilizada uma câmara de pressão (Figura 16) (PMS Instrument Company, Model 600 Pressure Chamber Instruments) para avaliar o estado hídrico da planta, seguindo as metodologias enunciadas por Scholander et al., 1965. É um método destrutivo uma vez que é necessária a remoção da folha da videira para efetuar as leituras.



Figura 16 - Câmara de pressão

O esquema de realização das medições foi o seguinte: i) medição do potencial hídrico de ramo ao meio-dia solar nos dias 15 de junho, 4 de julho, 27 de julho e 31 de agosto; ii) medição de ciclos diários da curva de potencial hídrico foliar com início às 6:00h e a terminar às 17 horas, realizadas nos dias 27 de julho e 31 de agosto.

Para a realização das medições foram recolhidas duas folhas em cada repetição perfazendo um total de 24 folhas em cada medição. Por casta foram realizadas 2 medições em cada repetição, ou seja, 6 medições por casta. Para fazer uma boa escolha do material vegetativo é necessário certificar que a folha escolhida provém de um lançamento principal que esteja em bom estado sanitário e que se encontre bem exposta à radiação solar.

No potencial hídrico de ramo é necessário introduzir a folha escolhida num saco de alumínio uma hora antes da leitura (Figura 17).



Figura 17 - Colocação do saco de alumínio na folha, para a medição do potencial hídrico de ramo

Após a seleção da folha esta é colocada dentro da câmara fechada, ficando o corte do pecíolo no exterior. Uma vez que a câmara se encontra fechada introduz-se azoto gasoso comprimido para dentro da câmara, aumentando desta forma a pressão exercida sobre a folha, até se observar com ajuda da lupa o aparecimento de uma gota de seiva na zona corte do pecíolo. Quando a gota de seiva se torna visível à superfície do pecíolo assinala o fim da medição (Figura 18). A pressão que existe no interior da câmara nesse momento (lida no manómetro) corresponde ao potencial hídrico da folha. Os resultados obtidos são expressos em MPa ou bar, sendo este um valor absoluto negativo, correspondente à tensão de resistência existente no xilema em função da pressão aplicada na folha.

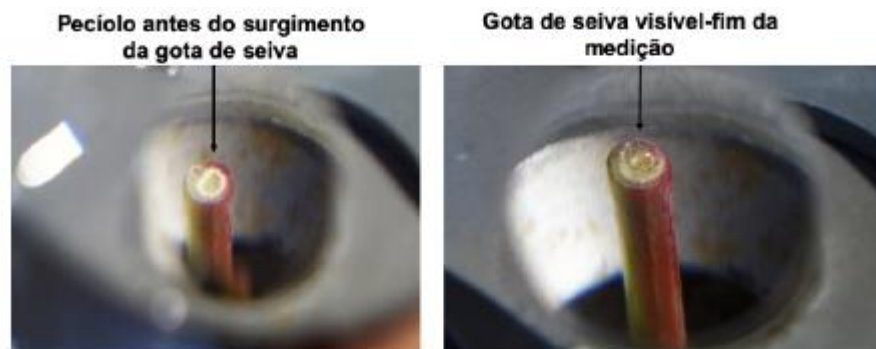


Figura 18 - Momento do registro da leitura com a câmara de pressão (Fonte: Deloivre et al., 2020)

2.4.4. Trocas gasosas ao nível dos estomas

A medição das trocas gasosas ao nível dos estomas foi realizada com recurso ao dispositivo IRGA (Infrared Gas Analyzer) modelo LI-COR, um equipamento analisador de gases por infravermelhos. Através deste aparelho foi possível obter valores correspondentes à temperatura da folha (T), a taxa de transpiração (E), a taxa de fotossíntese (A) e a condutância estomática (g_s).

Durante o ensaio foram realizadas medições em 24 videiras, sendo analisadas 2 folhas em cada repetição, perfazendo um total de 6 folhas por casta. Estes parâmetros foram analisados em simultâneo com o potencial hídrico foliar, às 10 horas, às 13 horas e às 17 horas. Para a utilização deste aparelho é necessário escolher uma folha do terço médio da parede de vegetação que esteja bem iluminada, em bom estado sanitário e totalmente desenvolvida (Figura 19).



Figura 19 - Realização da leitura com o equipamento IRGA

2.4.5. Peso da lenha de poda

A poda foi realizada no dia 13 de fevereiro nas videiras que constituem estudo. Esta operação foi realizada manualmente com recurso a tesouras de poda, sendo que no final foram registados o número de olhos deixados à poda e o peso da lenha resultante da poda de cada videira (Figura 20).



Figura 20 - Medição do peso da lenha de poda

2.4.6. Evolução da maturação e avaliação da produção

A evolução da maturação foi controlada através da análise dos parâmetros álcool provável (% vol./Vol.), pH e acidez total (g/L). Para esta análise foram colhidos 100 bagos, sendo a recolha aleatória ao longo do cacho, de ambos os lados das plantas selecionadas para o ensaio, nos dias 16, 24 e 30 de agosto e 6 de setembro para as castas tintas e no dia 1 de setembro para a casta branca. O teor de álcool provável foi analisado com recurso à refratometria (Figura 21a) e a acidez total e o pH com recurso à potenciometria (Figura 21b). Para a avaliação da produção registou-se, aquando da vindima, o registo do número de cachos e o respetivo peso nas videiras que foram selecionadas para o delineamento experimental.

Tendo em conta os parâmetros analisados a vindima foi agendada para o dia 15 de setembro.

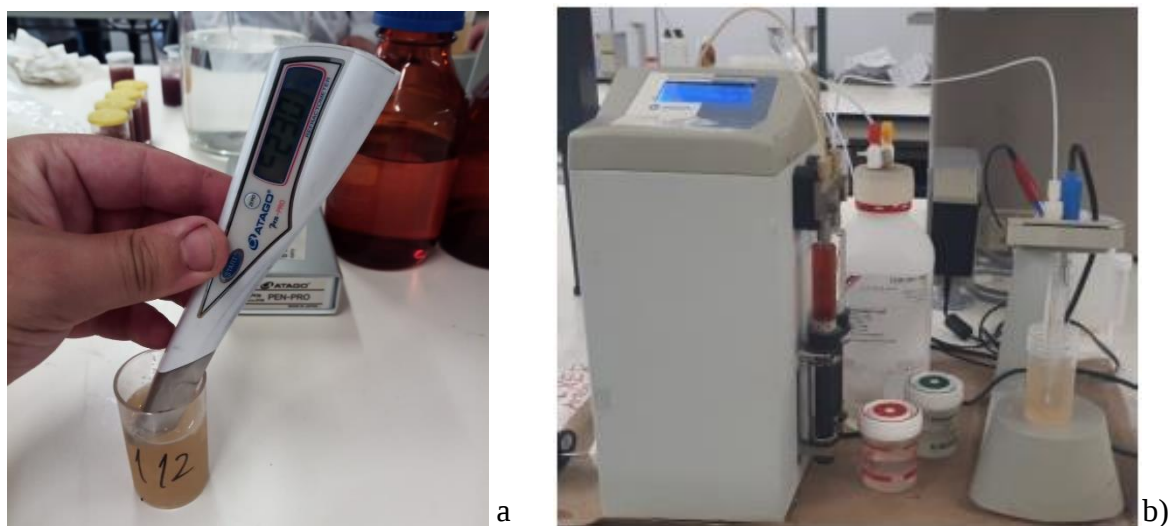


Figura 21 - Equipamentos utilizados para determinar os parâmetros qualitativos: a) Refratómetro; b) Potenciómetro

2.5.Avaliação do potencial enológico

Durante a vindima, foi recolhida uma amostra de cachos de cada casta para posterior análise das componentes do bago. Os cachos devidamente preservados em arca de congelação. Para a caracterização do bago procedeu-se à análise dos compostos de fenólicos totais, taninos, flavonoides, antocianinas e azoto facilmente assimilável (YAN). Estes parâmetros foram analisados na película e na polpa do bago, assim como no mosto obtido pela maceração manual de uma amostra de bagos. O teor de composto de fenólicos totais assim como o teor de taninos foi determinado pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu, o teor de flavonoides pelo método colorimétrico com cloreto de alumínio, as antocianinas pelo método do pH diferencial e o YAN pelo método de titulação com formol.

Extração dos compostos bioativos

No que diz respeito à extração de compostos bioativos foram realizadas extrações para três ensaios diferentes, película, polpa e mosto.

Para todos os ensaios, foram selecionadas aleatoriamente entre 30 e 40 bagos de diferentes cachos de cada casta em estudo. A amostra para o ensaio foi recolhida em triplicado. Para os dois primeiros ensaios, foram separadas todas as componentes do bago, película, polpa e grainha, sendo esta última descartada e sendo posteriormente maceradas separadamente com a ajuda de um almofariz. Para o mosto, as uvas foram maceradas manualmente dentro de um saco plástico. De seguida realizaram-se as pesagens das amostras em duplicado, aproximadamente 2 g para a película e 4 g para a polpa. No caso do mosto foram utilizados 15 mL. O solvente utilizado foi metanol a 70% na proporção 1:10 (m/V), ou seja, para as amostras da película utilizou-se 20 mL de metanol 70% e para as amostras da polpa 40 mL. A amostra foi colocada em tubos Falcon juntamente com o solvente e de seguida homogeneizadas em vórtex. Posteriormente, foi realizado um banho de ultrassom (35 kHz) durante 30 minutos a 25°C. De seguida centrifugaram-se as amostras a 5000 rpm durante 15 minutos a 20°C e filtraram-se com o auxílio do papel de filtro Whatman No. 1 para frascos de plástico. O extrato resultante foi armazenado a 4°C até posteriores análises. No mosto não foi utilizado nenhum solvente, uma vez recolhidos os 15 mL de mosto, procedeu-se à centrifugação, seguida de filtragem e posterior armazenamento a 4°C.

Determinação do teor de compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais presentes nos extratos foi determinado através do método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Javanmardi et al. (2003). A 50 µl de extrato, foram adicionados 450 µl de água destilada e 2,5 mL de reagente Folin-Ciocalteu 1:10 (V/V). Após repousar 5 minutos foram adicionados 2 mL de carbonato de sódio 7,5% (p/V) a cada tudo de ensaio. Após incubação a 45°C durante 15 minutos em banho-maria leram-se as absorbâncias das amostras por espectrofotometria a um comprimento de onda de 765 nm.

Os ensaios foram realizados em duplicado, tanto para a película como para o mosto, onde foi utilizado metanol a 70% (solvente de extração) como branco, e o mesmo procedimento das amostras anteriores.

Determinação do teor de taninos totais

O teor de taninos totais, presentes nos extratos, foi determinado pelo método colorimétrico de Folin-Ciocalteu descrito por Luís et al. (2011), através da diferença entre os compostos fenólicos totais e os simples, resultante do tratamento com polivinilpolipirrolidona insolúvel (PVPP), tendo em conta que este polímero precipita os taninos (Vitti et al., 2005).

Primeiramente, pesou-se 50 mg de PVPP para tubos Falcon 15mL e de seguida adicionaram-se 0,5 mL de água destilada e 0,5 mL de extrato. Após agitação em vórtex durante 10 minutos, as amostras foram colocadas a 4°C durante 15 minutos, de forma a desenvolver o complexo tanino-PVPP (Wannes et al., 2010). Centrifugaram-se as amostras a 3000 rpm durante 10 minutos a 4°C, foi retirado o sobrenadante, no qual apenas deve estar presente compostos fenólicos simples, devido à precipitação dos taninos pelo PVPP e quantificar pelo método colorimétrico Folin-Ciocalteu descrito anteriormente.

Determinação do teor de flavonoides totais

O teor de flavonoides totais presente nos extratos foi determinado através do método colorimétrico com cloreto de alumínio (AlCl_3) descrito por Pourmorad et al. (2006) e Gouveia & Castilho (2011). A 0,5 mL de extrato, adicionou-se 1,5 mL de metanol (99,8%), 100 µl de AlCl_3 a 10% em metanol (p/V), 100 µl de acetato de potássio 1M e por último 2,8 mL de água destilada. Após agitar em vórtex, os tubos foram colocados no escuro durante 30 minutos, à temperatura ambiente. A absorbância foi lida a 415 nm. Neste ensaio, foi utilizado metanol puro (99,8%) como branco e igual procedimento aos das amostras.

Determinação do teor de antocianinas totais

O teor de antocianinas totais presentes nos extratos foi determinado pelo método do pH diferencial proposto por Giusti & Wrolstad (2001). Os extratos iniciais foram diluídos em duas soluções tampão previamente preparadas (cloreto de potássio 0,025 M acidificado com ácido clorídrico até pH 1 e acetato de sódio 0,4 M ajustado para pH 4,5). As amostras foram colocadas no escuro durante 15 minutos à temperatura ambiente. A absorvância das amostras foi lida a 520 nm e 700 nm, tendo sido utilizada a água destilada como branco. O teor de antocianinas totais foi expresso em equivalente de cianidina-3glucosídeo (cia-3-glu) (mg cia-3-glu/100g de amostra seca).

Extração e quantificação do teor YAN

Relativamente à extração foi selecionada uma grande quantidade de uvas aleatoriamente dos três cachos (por amostra). Dessas uvas, uma parte foi utilizada no ensaio relativamente ao mosto, e a outra no ensaio relativo a película. Após ter as amostras prontas, foram colocadas em um almofariz e maceradas. De seguida, foram colocadas em tubos Falcon e centrifugadas durante 55 minutos a 4°C. No final da centrifugação, foi retirado o sobrenadante e armazenado em frascos de plástico até a posterior quantificação do teor de azoto facilmente assimilável. Todos os passos referidos anteriormente, realizaram-se em banho de gelo ou temperaturas baixas, com o intuito de evitar qualquer tipo de fermentação ou oxidação da amostra.

Para a quantificação do azoto facilmente assimilável foi utilizado o método de titulação com formol (TF) descrito por Veiga (2014), sendo um método simples e pouco exigente a nível de reagentes e material. Foi retirado 5 mL de amostra para um balão volumétrico de 25 mL, perfez-se com água destilada e homogeneizou-se. Desses 25 mL, foi retirado 10 mL para um frasco de vidro e adicionou-se NaOH (0.1M) gota a gota até atingir pH 8. Após o acerto de pH, adicionaram-se 2 mL de formaldeído a 37%, o que irá provocar uma diminuição do pH. Por último, titulou-se com NaOH (0.05 M) até a amostra atingir novamente pH 8, registou-se o volume gasto e determinou-se o teor de YAN.

2.6. Microvinificações

Microvinificação com maceração

No processo de microvinificação com maceração após receção das uvas, procedeu-se ao seu desengace e posterior esmagamento com aplicação de sulfuroso na proporção 30mg para cada quilo de uvas (Figura 22a). Depois de iniciada a fermentação, não houve qualquer adição de leveduras permitindo que o processo decorresse de forma natural, com leveduras indígenas. No curso do processo fermentativo fez-se a medição e registo da temperatura e densidade, realizaram-se as remontagens conforme necessário (Figura 22b).

A partir do momento que os vinhos alcançaram densidades entre 1050 e 1020, procedeu-se à trasfega do vinho, com ligeiro arejamento, para novas cubas. Realizou-se a prensagem das massas e juntou-se os vinhos prensados aos vinhos previamente trasfegados. Fecharam as cubas de deixou-se finalizar as respetivas fermentações. Depois de terminadas as fermentações removeram-se os vinhos do contato com as borras e sulfitou-se com sulfuroso na proporção de 60mg.L-1.



a)



b)

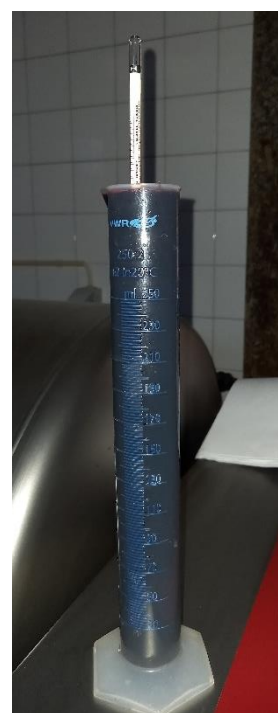
Figura 22 - a) Desengace das uvas; b) Remontagem

Microvinificação em Bica Aberta

A microvinificação em bica aberta implica que após desengace e esmagamento das uvas ocorra a separação das massas para prensa (Figura 23a). Nesta fase aplicou-se sulfuroso na proporção de 50mg para cada quilo de uvas. Durante a prensagem das massas o mosto foi transferido para uma cuba de decantação. Deixou-se repousar o mosto durante 48h com temperaturas entre 10-15°C, processo este denominado de decantação estática. Após decantação o mosto limpo foi transferido para nova cuba e inoculado com levedura QA23-*Saccharomyces cerevisiae bayanus*. A fermentação dos mostos rosados decorreu com temperatura estável, tendo sido efetuado registos periódicos deste parâmetro, bem como da evolução da densidade (Figura 23b). Aos mostos rosados foi aplicado bentonite (0,2g. L-1) quando a densidade alcançou 1030 e após trasfega com arejamento. Após o término da fermentação o vinho foi novamente trasfegado, retirando-o do contacto com as borras, e sulfitado com sulfuroso (60mg.L-1).



a)



b)

Figura 23 - a) Prensagem das uvas; b) Medição da densidade

2.7. Análise laboratorial do vinho

Após o engarrafamento do vinho, procedeu-se à análise de diversos parâmetros para a caracterização do produto final. Foram analisados o teor alcoólico, pH, acidez total, acidez volátil, cor, fenólicos totais, taninos totais, flavonoides totais e antocianinas totais.

Para determinar o teor de fenólicos, taninos, flavonoides e antocianinas foi utilizada a mesma metodologia descrita anteriormente para a película, polpa e mosto. O teor alcoólico ou título alcoolométrico foi determinado com recurso à ebulliometria, o pH e a acidez total com recurso à potenciometria, a acidez volátil por destilação e titulação e a cor com recurso à espectrofotometria.

Determinação do teor alcoólico por ebulliometria

Primeiramente realizou-se a calibração do ebuliómetro através da determinação do ponto de ebulição da água pura. Depois de levar a água em ebulição, o valor da temperatura indicado no termómetro é registado. Na régua do equipamento fez-se corresponder o valor da temperatura com o Zero da escala de grau alcoólico do vinho.

Repetiu-se o procedimento para as amostras de vinho, registando o valor da temperatura de ebulição de cada amostra. Com auxílio da régua fez-se a correspondência entre a temperatura de ebulição da amostra com a concentração de álcool da mesma.

Determinação do pH por potenciometria

Procedeu-se à calibração do equipamento (pH Burette 24 2S, CRISON) de acordo com as instruções do mesmo. Realizou-se a leituras do pH e anotou-se os respetivos valores.

Determinação da acidez total por potenciometria e titulação

Num copo volumétrico colocou-se 5mL de amostra, com auxílio do equipamento (pH Burette 24 2S, CRISON) programado para determinação da acidez total, procedeu-se à titulação da amostra com hidróxido de sódio 0,1 N. Registou-se o volume de NaOH utilizado procedendo-se ao cálculo da acidez total em equivalentes de ácido tartárico, de acordo com a equação:

$$AT = (V \text{ NaOH} \times 70 \times \text{Concentração NaOH}) / V \text{ amostra}$$

(eq5)

Determinação da acidez volátil por destilação e titulação

Para a determinação da acidez volátil, procedeu-se à destilação das amostras e posterior titulação. Nas destilações foi utilizado o equipamento SUPER D.E.E (GIBERTINI), faz a destilação dos ácidos voláteis do vinho por arrastamento. Após destilação, a solução aquosa recolhida foi titulada com hidróxido de sódio 0,1N, o volume gasto foi registado e utilizado para quantificar acidez volátil de acordo com a seguinte fórmula, os resultados foram expressos em equivalentes de ácido acético.

$$AV = (V \text{ NaOH} \times 60 \times \text{Concentração NaOH}) / V \text{ amostra}$$

(eq. 6)

Determinação da cor por espectrofotometria

Os parâmetros de cor foram avaliados seguindo a metodologia OIV, através de leituras espectrofotométricas nos comprimentos de onda 420, 520 e 620nm, Espectrofotómetro HANNA IRIS HI801. Procedeu-se ao cálculo da intensidade de cor, tonalidade e as respetivas percentagens de cor amarela, vermelha e azul. Para as leituras dos vinhos tintos utilizou-se uma cuvete de percurso ótico de 1mm, nos rosados utilizou-se uma cuvete de 10 mm.

2.8. Análise Estatística

O tratamento dos dados foi realizado com recurso ao programa *IBM SPSS Statistic 22*, tendo sido realizadas as estatísticas descritivas (média e desvio padrão (DP)) para todas as variáveis do conjunto de dados da avaliação do potencial enológico das castas. O efeito da casta nos diferentes parâmetros foi analisado por meio de uma análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey nas comparações das médias, com nível de significância $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente capítulo são apresentados os resultados obtidos durante o ano 2022 ao nível dos parâmetros eco-fisiológicos, produtivos e de qualidade do vinho.

3.1.Caraterização climática

Os dados de clima, presentes na figura 24, foram fornecidos pela estação meteorológica da Estação Vitivinícola Amândio Galhano. Na Figura 8 podemos constatar que durante a campanha vitícola de 2023, o mês mais quente foi julho com uma média mensal de 24°C, contrastando com o mês de março que apresenta a média mensal mais baixa com uma temperatura de 10,8°C. Relativamente à precipitação anual o ano de 2023 foi extremamente seco, algo irregular no região. Neste ano registou-se de janeiro a outubro registou-se uma precipitação acumulada de 85,52 mm, sendo que uma grande parte deste valor se verificou em fevereiro, mês que teve uma precipitação acumulada de 69 mm

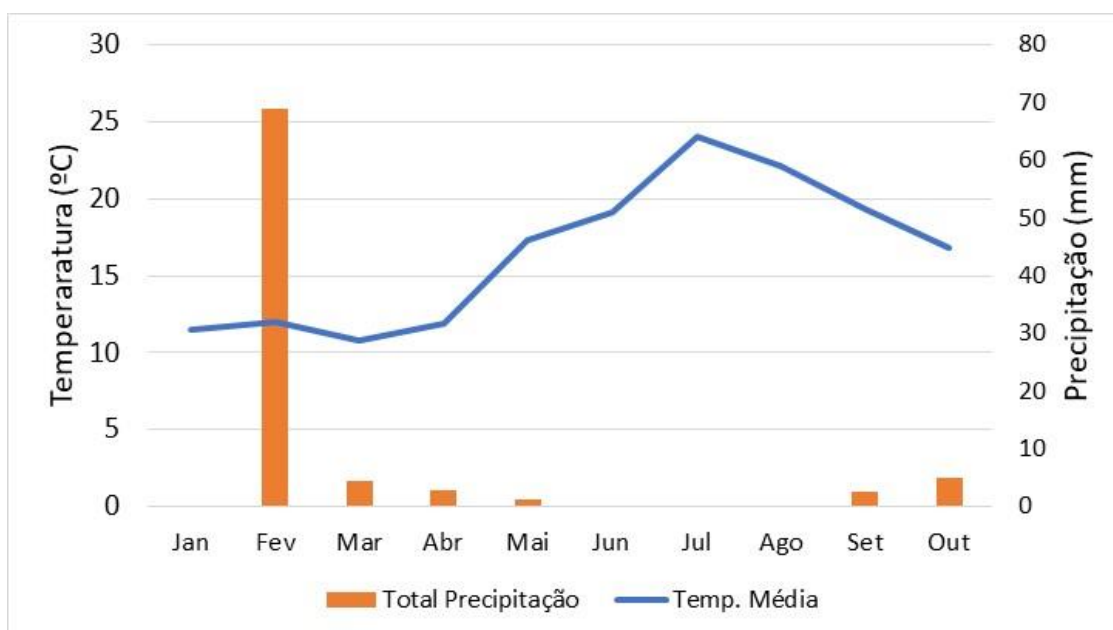


Figura 24 - Temperatura média mensal e precipitação total mensal no período de janeiro a outubro de 2023 na estação meteorológica da EVAG

3.2.Área Foliar

Na figura 25 está representada a evolução da área foliar entre três momentos diferentes do ciclo da planta. Através da análise da figura, podemos constatar que a área foliar de todas videiras das castas estudadas aumentou entre o primeiro (8 de junho) e segundo (4 de julho) registo da área foliar. Na terceira data (31 de agosto) observou-se um decréscimo generalizado da área foliar em todos os casos. O Espadeiro-Mole foi a casta que se destacou com a maior área foliar nos três registos, atingindo um máximo de 23,25 m²/videira. A casta com menor área foliar nas três datas foi o Verdelho, com um valor mínimo de 2,38 m²/videira. É de salientar o aumento da área foliar das netas na casta Espadeiro-Mole, comparativamente com as outras castas, entre a primeira e a segunda medição, com um valor de 18,84 m²/videira, que representa quase na totalidade o valor da área foliar total. Esta diferença pode ser um indicador de que esta casta seja mais vigorosa. Nas datas em que se realizaram as medições já havia cachos presentes nas videiras, ainda que no dia 8 de junho numa fase mais precoce, sendo este um fator a ter em conta uma vez que grande parte dos fotoassimilados já estão a ser direcionados para o desenvolvimento das inflorescências em detrimento do desenvolvimento vegetativo. Porém as despontas realizadas nesta altura do ciclo vegetativo, associada à precipitação de 42 mm verificada entre o dia 8 de junho e o dia 4 de julho promoveram o desenvolvimento das netas. Os valores obtidos à data da vindima estão em concordância com os obtidos por Sousa (2017) para a casta Loureiro, que apresenta registos com valores entre 7 e 8 m²/videira, com exceção da casta Verdelho que apresenta um valor de 2,38 m²/videira.

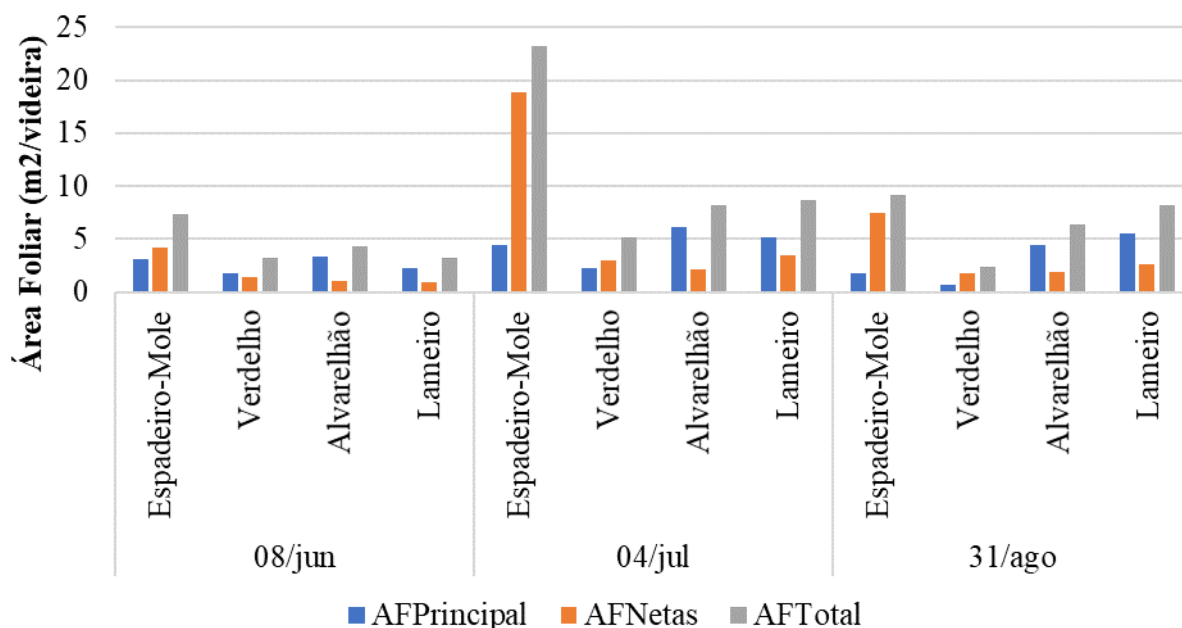


Figura 25 - Área foliar principal, área foliar das netas e área foliar total por videira

3.3. Superfície foliar exposta

Os dados recolhidos da área foliar exposta permitem analisar a superfície do coberto que recebe luz direta da radiação solar e, sendo as folhas bem expostas as que contribuem para grande parte para a fotossíntese da planta, é um dado importante para determinar o potencial fotossintético das diferentes modalidades (Filipe et al., 2019).

A quantidade de energia disponível para a fotossíntese depende do "sistema de captação de energia" - distribuição e quantidade de folhas da planta e da sua interação com a "fonte de energia" - a radiação solar (Queiroz, 2002).

De acordo com Smart & Robinson (1991) a SFE ideal para uma parede de vegetação corresponde a 2100 m²/ha.

Através da análise da figura 26 podemos verificar que a casta Alvarelhão, à data da maturação, apresentou a maior superfície foliar exposta, com um valor superior ao proposto por Smart & Robinson (1991), aproximadamente 2200 m²/ha. As restantes castas apresentam valores inferiores ao referido pelo autor anteriormente citado. As castas Espadreiro-Mole e Verdelho-Tinto são as que se encontram mais próximas com valores de 2037 m²/ha e 2045 m²/há, respetivamente. A casta Lameiro foi a que apresentou menor SFE com 1994 m²/ha, encontrando mesmo assim perto do valor de referência.

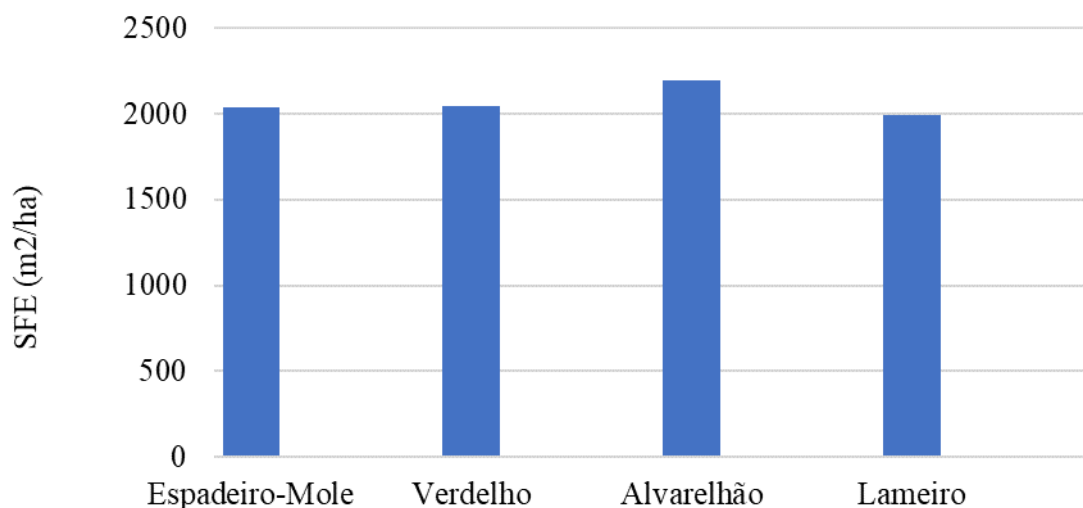


Figura 26 - Superfície foliar exposta por casta

3.4. Potencial Hídrico

Como já foi referido anteriormente, de acordo com Deloire & Rogiers (2014), podemos assumir os seguintes valores como diretriz para avaliar o nível de stress hídrico da videira: conforto hídrico para valores até -1,0 MPa, restrição de água moderada para valores entre -1,0 MPa e -1,2 MPa e valores acima de -1,2 MPa corresponde a um nível de stress mais elevado, sendo estes valores também suportados por diferentes autores que utilizaram este parâmetro para medir o nível de restrição de água sentido pela planta (Cifre et al., 2005; Ferreyra E. et al., 2003; Sibille et al., 2007; Williams & Araujo, 2002).

A figura 27 representa a evolução do potencial hídrico de ramo medido ao meio dia solar. É possível verificar que o potencial hídrico de ramo apresentou uma tendência negativa ao longo das medições atingindo um mínimo em todas as castas no dia 31 de Agosto. Através da figura conseguimos observar que, com exceção do Verdelho, todas as castas estavam confortáveis em termos hídricos até à data de 27 de julho uma vez que o valor do potencial hídrico de ramo era superior a -1,0 MPa. A casta Verdelho-Tinto nesta data já apresentava stress hídrico moderado uma vez que apresentava um potencial de -1,16 MPa. Esta ausência de stress hídrico pode estar relacionada com a precipitação ocorrida no final do mês de junho, nos dias 19, 21 e 23, com valores 7,8 mm, 10,6 mm, 10,2 mm respetivamente. Porém apesar disto uma vez que as temperaturas até ao dia 27 de julho apresentaram uma tendência crescente, atingindo a temperatura média diária um máximo de 29°C, verificou-se até esta data uma diminuição mais acentuada do potencial hídrico de ramo. A partir do mês de agosto a atenuação das temperaturas fez com que os valores deste parâmetro apresentassem uma

descida menos acentuada. Na data do último registo, com exceção da casta Lameiro, todas as castas apresentavam um nível de stress hídrico moderado. A casta Lameiro destacou-se pela positiva, uma vez que se manteve na zona de conforto hídrico. Os valores registados estão em concordância com os obtidos por Naor (1998) que apresenta valores entre -1,0 MPa e -1.2 MPa, apesar de até ao dia 4 de julho os valores obtidos serem maiores, ou seja menos negativos. Williams & Araujo (2002) apresenta valores dentro do intervalo compreendido entre -0,6 MPa e -1,4 MPa para a casta Chardonnay e Cabernet enxertadas em diferentes porta-enxertos. Apesar de estarem dentro do intervalo, os valores registados neste estudo não apresentam um valor máximo tão elevado.

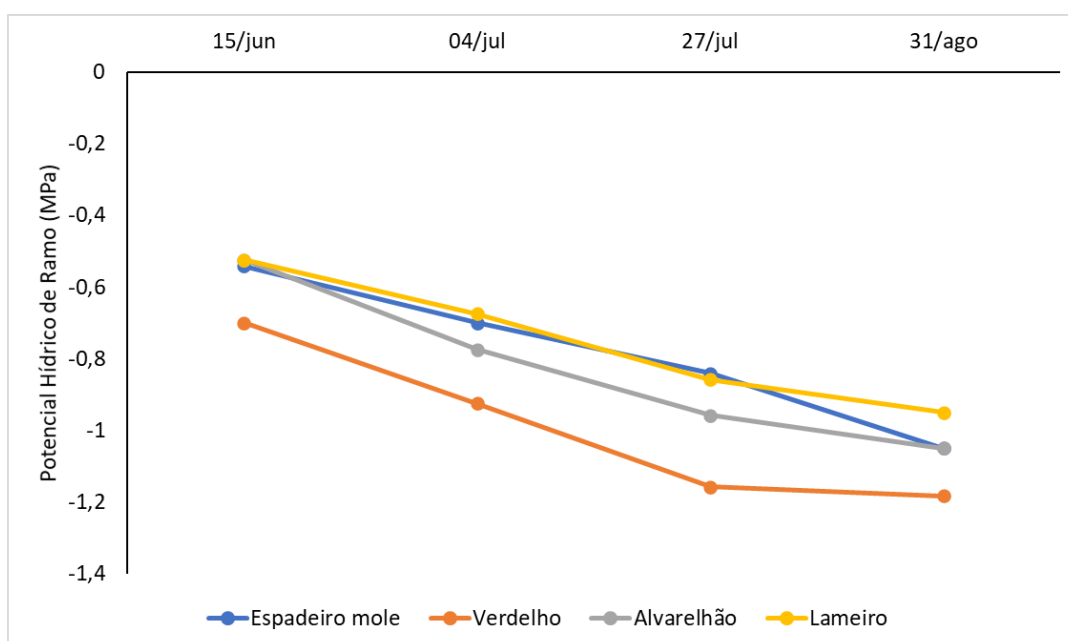


Figura 27 - Potencial hídrico de ramo (MPa) medido em 3 datas do ciclo vegetativo da videira

A evolução diária do potencial hídrico foliar mostrou valores típicos durante o horário matinal nas duas datas de medição, isto é, com o aumento da temperatura e consequentemente da transpiração, o potencial decresceu rapidamente. Seria de esperar que durante a tarde com o atenuamento da temperatura o potencial recupera-se, como aconteceu na segunda data de leitura. Porém, no dia 27 de julho (figura 28) o valor mais elevado do potencial hídrico verificou-se ao fim do dia o que indica que a temperatura às 18 horas era ainda elevada e que as plantas estavam em situação de défice hídrico elevado. Neste dia o maior valor registado foi de -1,7 MPa na casta Alvarelhão. Por outro lado, no dia 31 de agosto é possível verificar que durante a tarde ocorreu a recuperação hídrica da planta na

última leitura do dia realizada às 18 horas, consequência do abaixamento da temperatura durante a tarde, uma vez que neste mês não ocorreu precipitação (Figura 29). Ao fim do dia a casta com maior valor registrado foi o Verdelho, com -1,6 MPa, porém na leitura das nove da manhã a casta Lameiro foi a que teve a queda mais abrupta atingindo um valor máximo de -1,9 MPa

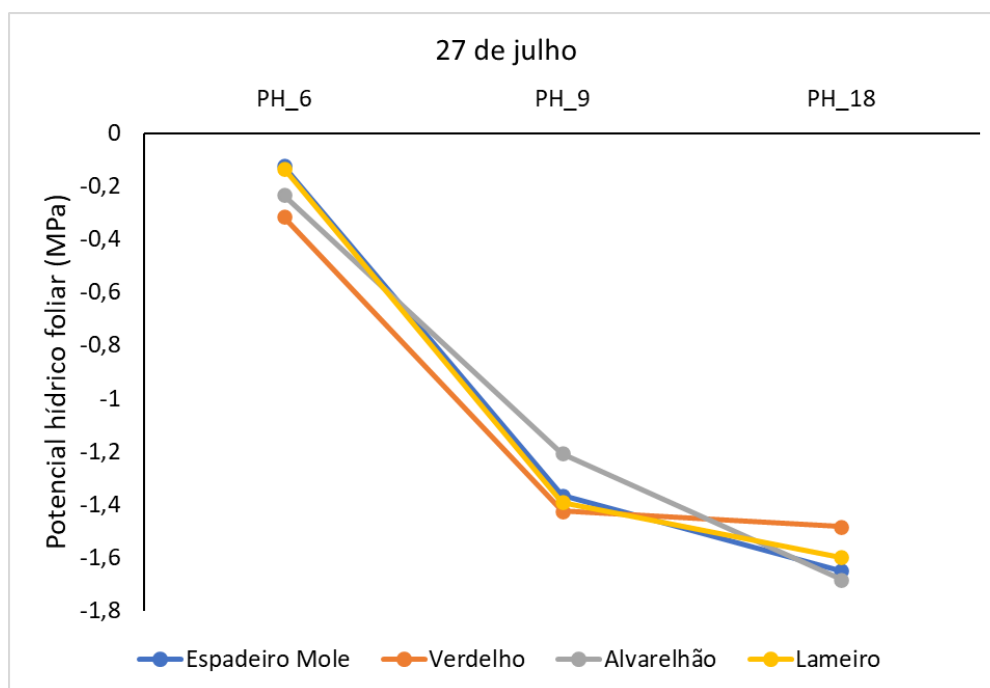


Figura 28 - Potencial hídrico foliar (MPa) ao longo do dia (27 de julho), às 6 horas (PH_6) às 9 horas (PH_9) e às 18 horas (PH_18)

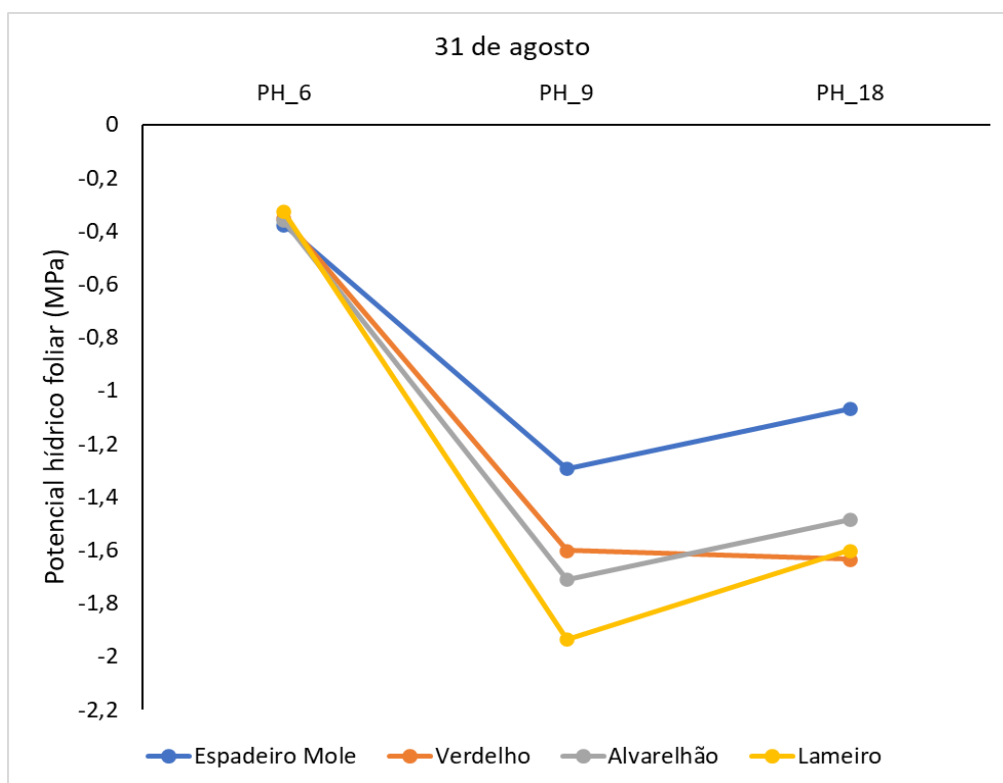


Figura 29 - Potencial hídrico foliar (MPa) ao longo do dia (31 de agosto) às 6 horas (PH_6) às 9 horas (PH_9) e às 18 horas

3.5.Trocas gasosas

Os parâmetros associados aos processos biofísicos e biológicos, como a temperatura da folha e as trocas gasosas que ocorrem nos estomas, tais como a fotossíntese, transpiração e condutância estomática, permitem, tal como referenciado anteriormente, avaliar o stress hídrico das plantas e a sua aptidão para prosperar num cenário de escassez de água associado às alterações climáticas.

A análise da temperatura da folha (figura 30) é relevante uma vez que, à medida que a temperatura sobe o crescimento processa-se de forma exponencial e a atividade fotossintética aumenta até um ótimo, muito variável, situado entre os 20 e os 35 °C, em função das cultivares e da sua capacidade adaptativa podendo em situações de stress ocorrer o fecho dos estomas o que provoca a redução das trocas gasosas entre a planta e o meio ambiente diminuindo assim a taxa fotossintética da planta (Chaves, 1986; Kriedmann, 1968;

Stoev, 1967). No ano em que se realizou o ensaio, nos meses de julho e agosto predominaram temperaturas elevadas acompanhadas de precipitação praticamente nula. Devido a este fator a temperatura da folha foi bastante alta, localizando-se na primeira data na casa dos 33°C. Na segunda e terceira datas os valores da temperatura da folha subiram encontrando-se as castas Verdelho, Alvarelhão e Lameiro perto dos 40°C e o Espadeiro-Mole nos 37°C.

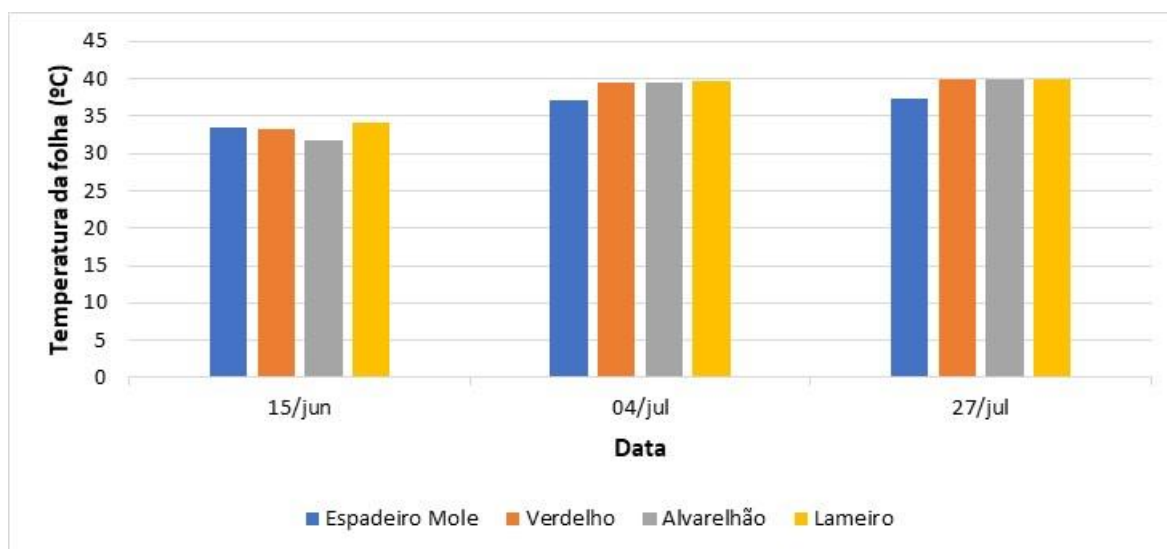


Figura 30 - Temperatura da folha (°C) para as quatro castas em três momentos do ciclo vegetativo

A taxa fotossintética (A) foi nas três datas menor na casta Alvarelhão, apesar de nas medições realizadas no dia 4 de julho e 27 de julho terem sido bastantes semelhantes aos valores registados na casta Verdelho-Tinto (figura 31). Uma vez que este parâmetro possui uma relação diretamente proporcional à abertura dos estomas, traduzida pela condutância estomática (g_s), as castas referidas anteriormente são as que apresentam os menores valores também neste indicador (figura 32). A casta com maior eficiência fotossintética foi o Espadeiro-Mole na primeira e na segunda data de registos com valores de $19,72 \mu\text{mol mol}^{-1}$ e $16,63 \mu\text{mol mol}^{-1}$. Na última data de leitura a casta Lameiro destacou-se com o valor mais elevado de $9,34 \mu\text{mol mol}^{-1}$, Porém muito próximo da casta Espadeiro-Mole que atingiu os $9,32 \mu\text{mol mol}^{-1}$. Pinheiro (2019) e Sousa (2017) apresentam valores de $15 \mu\text{mol mol}^{-1}$ e $13 \mu\text{mol mol}^{-1}$, respetivamente, que se apresentam elevados com os obtidos neste estudo. Noutro estudo Moutinho-Pereira et al. (2007) obtêm valores de $2 \mu\text{mol mol}^{-1}$ para a casta Tinto-Cão, $4 \mu\text{mol mol}^{-1}$ para a casta Touriga Nacional e valores próximos de 0 para a casta Tinta Roriz, que se apresentam mais baixos, possivelmente por estarmos a comparar castas

de diferentes cultivadas em diferentes regiões. Porém Moutinho-Pereira et al. (2004) obtém valores entre 5 e 15 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ para a cata Touriga Nacional.

Relativamente à condutância estomática os maiores valores registaram-se na casta Espadeiro-Mole nas primeiras duas datas, com valor de 0,37 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e no dia 27 de julho a casta Lameiro foi a que apresentou a maior valor de condutância estomática, com 0,21 $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Os valores registados estão em concordância com os apresentados por Moutinho-Pereira et al. (2004) que apresenta um intervalo entre 10 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ e 50 $\mu\text{mol mol}^{-1}$. Contudo, Sousa (2017) apresenta para a casta Loureiro valores na ordem dos 0,05 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, muito abaixo do obtido.

Relativamente à taxa de transpiração (E) (figura 33), observa-se que os registos mais elevados ocorreram no dia 4 de julho, com valores entre 5 e 6 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ para todas as castas. Na terceira medição destaque para a casta Lameiro com um valor de 6,28 $\mu\text{mol mol}^{-1}$. Verifica-se que entre a primeira e a segunda data houve um aumento da taxa de transpiração fruto do aumento da temperatura, e sinal do conforto hídrico resultante dos 34 mm de precipitação ocorrida no final do mês de junho entre os dias 19 e 24. A persistência da temperatura elevada até à última data de leitura fez que se registassem valores inferiores na taxa de transpiração, porém a casta Lameiro manteve o valor registado no dia 4 de julho, apesar da menor disponibilidade hídrica, visto o potencial hídrico de ramo registado no dia 27 de julho ter atingido os valores mais baixos, podendo este ser um indicador da sua capacidade de adaptação climática. Para este parâmetro Costa (2012) apresenta valores entre os intervalos de 7 a 9 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ que varia segundo o sistema de condução adotado, valores estes mais elevados que os registados.

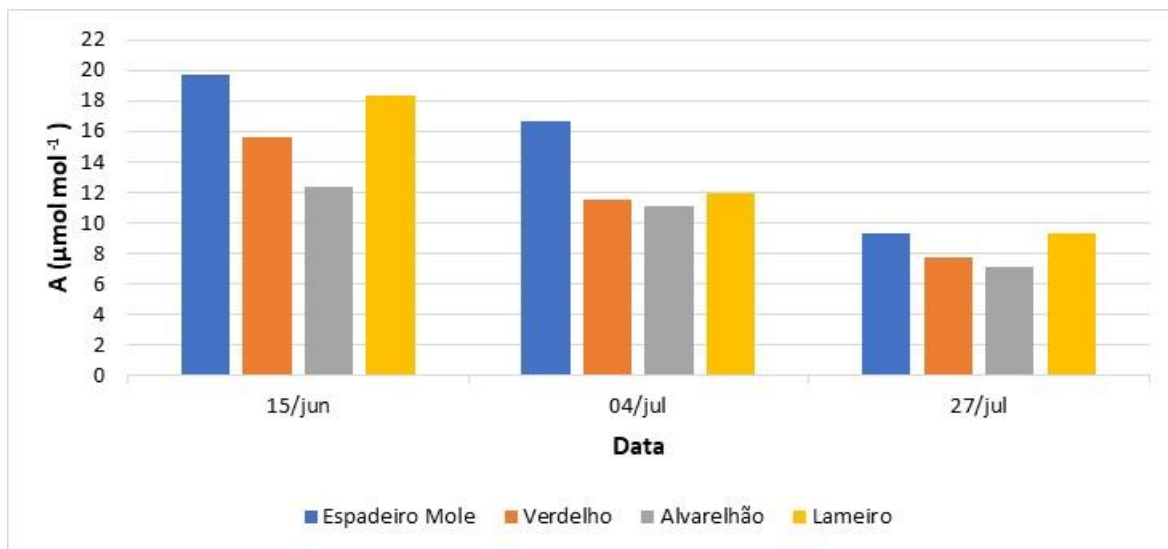


Figura 31 - Taxa de assimilação líquida (A) para as quatro castas em três momentos do ciclo vegetativo

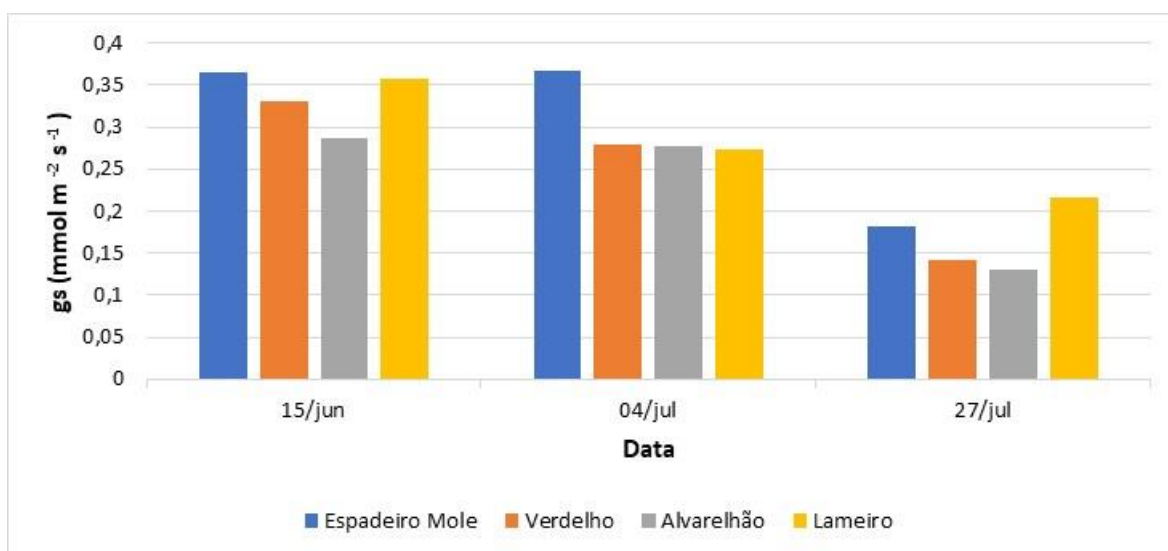


Figura 32 - Condutância estomática (g_s) para as quatro castas em três momentos do ciclo

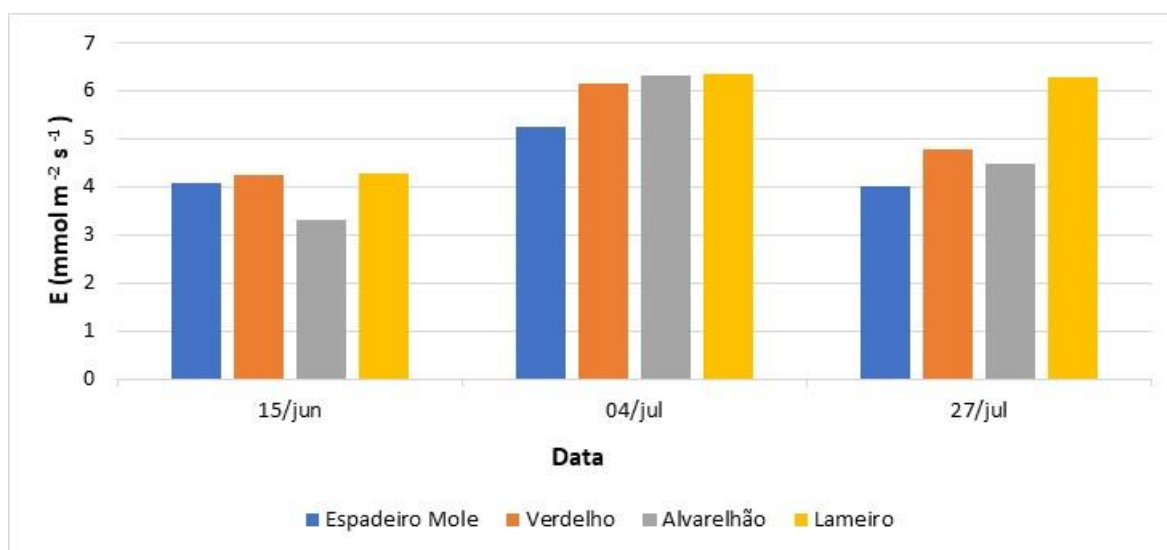


Figura 33 - Taxa de transpiração (E) para as quatro castas em três momentos do ciclo vegetativo

3.6. Peso da lenha de poda

O peso da lenha de poda por videira é um reflexo do vigor e das reservas acumuladas ao longo do atempamento, fornecendo uma boa indicação do crescimento vegetativo das videiras durante o ciclo vegetativo (Azevedo, 2002). No quadro 2 é possível observar que a casta que apresentou mais vigor durante o ensaio foi o Alvarelhão, com um peso médio por vara de 136,6 gramas. Nas restantes castas a expressão vegetativa foi muito mais reduzida sendo o Lameiro a casta com varas mais finas (27,5 gramas).

O índice de Ravaz, pode ser utilizado para quantificar o potencial de produção, sendo obtido através da razão entre a produção e a lenha de poda. Segundo Smart & Robinson (1991), o valor deste parâmetro deve manter-se entre 5 e 10, de forma a obter uma boa relação source/sink e videiras equilibradas (Pinto, 2015). No quadro 1 podemos verificar que apenas o Espadeiro-Mole se encontra abaixo do intervalo referido anteriormente, o que sugere que esta casta apresenta muita vegetação para pouca produção, resultado do seu elevado vigor. A casta Alvarelhão destaca-se como a casta mais equilibrada. O Verdelho-Tinto e o Lameiro próximo do limite que indica algum desequilíbrio, com uma quantidade de produção algo elevada tendo em conta o potencial vegetativo.

O estudo realizado por Mota et al. (2013) com algumas das castas presente neste ensaio, podemos verificar que os valores não são concordantes com os que se apresentam no presente estudo. Isto pode ser um indicador da elevada variabilidade deste parâmetro uma

vez que está relacionado com as intervenções realizadas na videira, nomeadamente, poda e fertilizações.

Quadro 2 - Parâmetros indicadores de vigor e Índice de Ravaz

Casta	Nº varas/Videira	Peso da lenha/videira (kg)	Peso médio das varas (g)	Índice Ravaz
Espadeiro Mole	19,2	2,7	136,6	0,74
Verdelho	9,4	0,4	37,9	7
Alvarelhão	18,2	0,7	33,1	5,3
Lameiro	17,4	0,5	27,5	6,6

3.7.Rendimento

No quadro 3 encontram-se representados os valores relativos ao número de cachos por videira, produção por cepa, peso médio do cacho e a produção por hectare. É possível observar que as castas que apresentam menor número de cachos são o Verdelho-Tinto e o Lameiro e, possivelmente, como consequência disso apresentam os cachos mais pesados. O Espadeiro-Mole apesar do seu elevado número de cachos por cepa foi a casta que apresentou o menor peso por cacho resultando, portanto na casta com menor rendimento do ensaio. A casta Alvarelhão destaca-se pelo maior número de cachos por videira, maior produção por cepa e consequente maior produção por hectare. Nenhuma das cultivares alcançou ou excedeu o limite de produção estabelecido para a região de 11 toneladas por hectares.

Quadro 3 - Parâmetros produtivos das diferentes castas

Casta	Nº Cachos	Produção por cepa (kg)	Peso do cacho (g)	Rendimento(t/ha)
Espadeiro-Mole	24	2,0	83,6	4,0
Verdelho	13,2	2,8	206,3	5,6
Alvarelhão	26,6	3,7	126,2	7,5
Lameiro	15,1	3,3	214,2	6,6

3.8.Evolução da maturação

A evolução da maturação foi avaliada com recurso à quantificação dos seguintes parâmetros: Peso de 100 bagos, pH, acidez total e teor de álcool provável (TAP). Na figura 34 podemos observar que o peso dos bagos aumentou entre a primeira e a segunda data de registo começando posteriormente estes valores a entrar em decréscimo até dia 30 de setembro. Na última data de recolha de amostras o peso do bago sofreu um ligeiro aumento, fator este que evidencia o aumento da quantidade de água no bago. A casta que apresenta maior bago é o Alvarelhão.

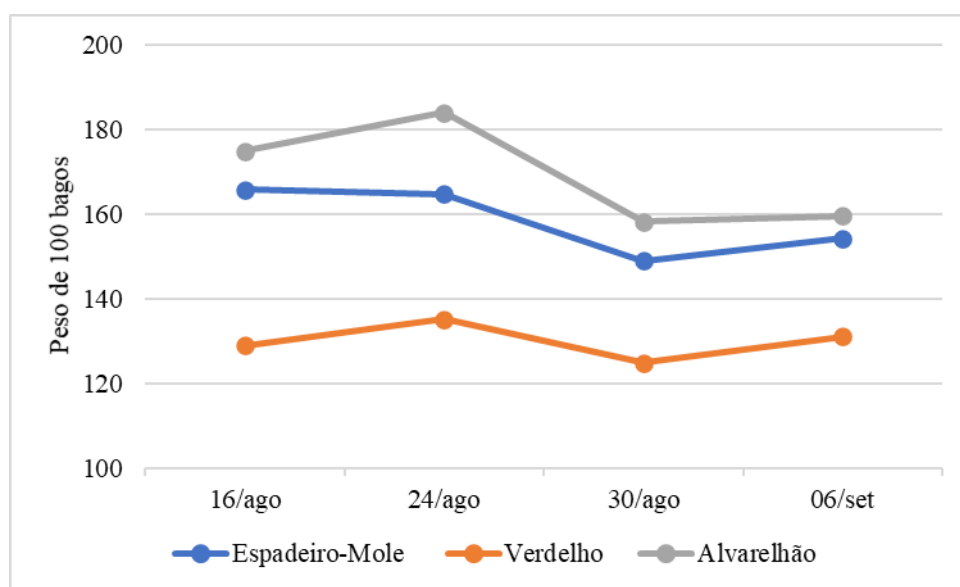


Figura 34 - Peso de 100 bagos (g) durante o período de maturação

Relativamente ao pH é possível observar na figura 35 que houve um aumento geral dos valores em todas as castas. No Verdelho-Tinto e no Alvarelhão o crescimento foi mais gradual entre as datas de amostragem, porém na casta Espadeiro-Mole verifica-se um aumento mais acentuado entre o dia 16 e 24 de agosto. À medida que o pH aumenta e a maturação evolui o teor de acidez do bago acompanha a tendência de forma oposta, ou seja, à medida que o pH aumenta a acidez total do bago vai diminuindo. Conforme se observa na figura 36 todas as castas foram diminuindo a acidez total do bago ao longo das amostragens realizadas como seria de esperar. A casta com maior valor de acidez total foi o Espadeiro-Mole.

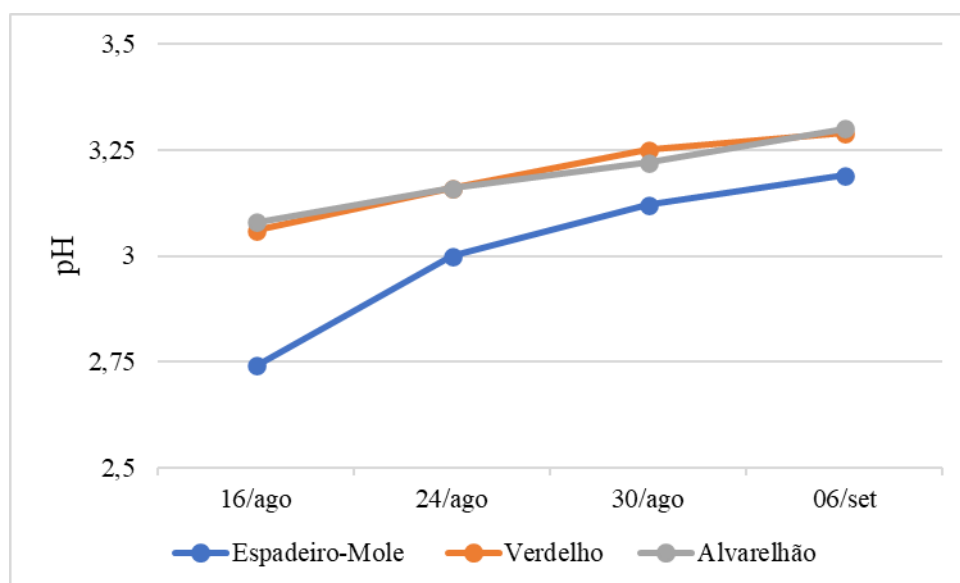


Figura 35 - Evolução do pH durante o período de maturação

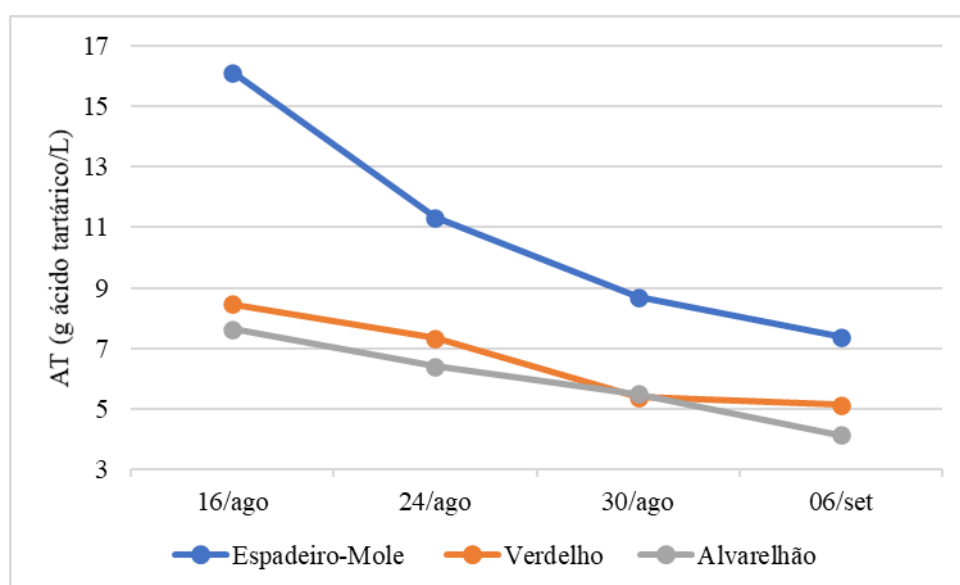


Figura 36- Evolução da acidez total (g ácido tartárico/L) durante o período de maturação

Relativamente ao teor alcoólico provável (TAP) podemos constatar na figura 37 que a casta Verdelho-Tinto apresenta os valores mais elevados em todas as datas de amostragem. Porém a sua evolução é irregular quando comparada com as outras castas, uma vez que mostra um aumento acentuado entre o dia 16 e 24 de agosto e posteriormente uma ligeira diminuição seguida da estabilização do teor de álcool provável. As restantes castas mostram uma

evolução mais regular. No dia 6 de setembro as castas Verdelho-Tinto e Alvarelhão apresentam o maior valor de 12,5 % (V/V).

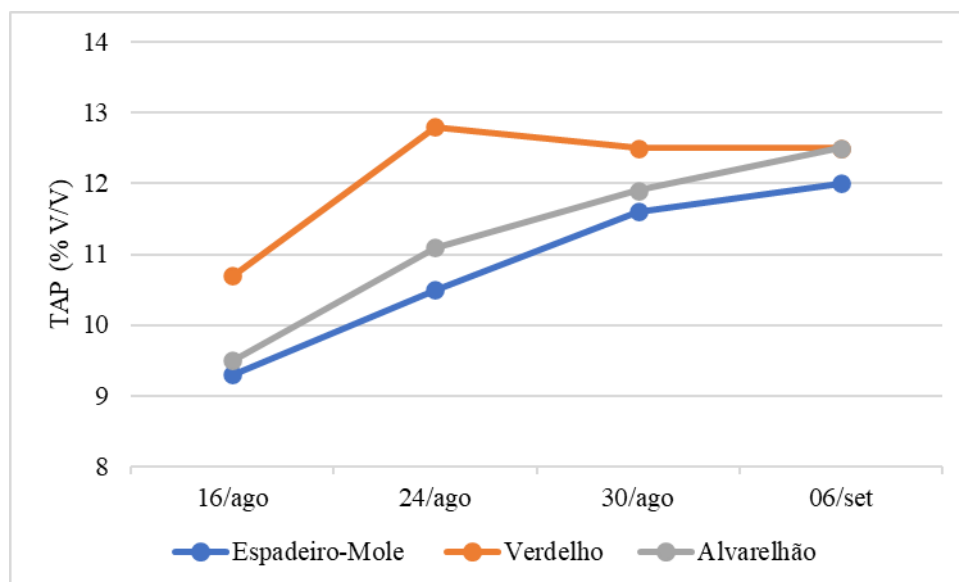


Figura 37 - Teor de álcool provável (%V/V) durante o período de maturação

Para a casta Lameiro apenas foi realizado um controlo de maturação numa data muito próxima da vindima. Esta casta apresentou um peso de 100 bagos de 127 g, um pH de 2,86, uma acidez total de 4,35 g de ácido tartárico/L e um teor de álcool provável de 13,5%. Esta casta destaca-se por apresentar o maior teor de álcool provável assim como o menor valor de acidez.

3.9. Análise físico-química do bago e mosto

No quadro 4 são apresentados os resultados médios do teor de compostos de fenólicos totais, taninos totais, flavonoides totais, taninos totais, flavonoides totais, antocianinas e azoto facilmente assimilável (YAN) da película polpa e mosto para as quatro castas em estudo.

Quadro 4 - Teor de composto fenólicos totais, taninos, flavonoides, antocianinas e azoto facilmente assimilável (YAN) das 4 castas por amostra (película, polpa e mosto) (média e desvio padrão)

Amostra	Casta	Fenólicos totais (mg GAE/g)	Taninos (mg GAE/g)	Flavonoides (mg QE/g)	Antocianinas (mg cia-3-glu/g)	YAN (mg N/L)
Película	Alvarelhão	5,92 ± 0,28 ^b	5,61 ± 0,28 ^b	6,57 ± 0,65 ^b	2,44 ± 0,13 ^a	880,83 ± 37,93 ^a
	Verdelho	2,94 ± 0,13 ^a	2,76 ± 0,15 ^a	2,00 ± 0,08 ^a	5,25 ± 0,17 ^b	1808,92 ± 205,23 ^b
	Espadeiro-Mole	7,92 ± 0,39 ^c	7,48 ± 0,38 ^c	7,91 ± 0,49 ^b	11,52 ± 0,56 ^c	915,25 ± 11,97 ^a
	Lameiro	4,69 ± 0,38 ^b	4,56 ± 0,38 ^b	3,33 ± 0,20 ^a		926,92 ± 15,85 ^a
Polpa	Alvarelhão	0,36 ± 0,058 ^a	0,30 ± 0,05 ^a	0,19 ± 0,06 ^a	0,05 ± 0,02 ^a	899,50 ± 11,54 ^a
	Verdelho	0,47 ± 0,02 ^a	0,37 ± 0,04 ^a	0,41 ± 0,094 ^a	0,06 ± 0,00 ^a	879,67 ± 35,76 ^a
	Espadeiro-Mole	0,34 ± 0,013 ^a	0,22 ± 0,03 ^a	0,21 ± 0,07 ^a	0,05 ± 0,00 ^a	1076,25 ± 13,76 ^c
	Lameiro	0,75 ± 0,39 ^a	0,62 ± 0,39 ^a	0,27 ± 0,07 ^a		981,17 ± 8,74 ^b
Mosto	Alvarelhão	0,30 ± 0,00 ^a	0,23 ± 0,01 ^a	0,31 ± 0,02 ^b	0,01 ± 0,00 ^a	992,25 ± 8,49 ^d
	Verdelho	0,58 ± 0,02 ^c	0,53 ± 0,02 ^c	0,28 ± 0,02 ^b	0,25 ± 0,02 ^c	895,42 ± 5,13 ^b
	Espadeiro-Mole	0,44 ± 0,01 ^b	0,36 ± 0,01 ^b	0,34 ± 0,01 ^b	0,13 ± 0,01 ^b	851,67 ± 18,90 ^a
	Lameiro	0,31 ± 0,01 ^a	0,25 ± 0,01 ^a	0,19 ± 0,03 ^a		949,08 ± 6,64 ^c

* Nos mostos valores expressos em mg por mL. Médias com letras diferentes na mesma coluna, para cada amostra, indicam diferenças significativas

Analisando o quadro 4, é possível verificar que para o teor de compostos de fenólicos totais, na película, existem diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as castas Verdelho, Alvarelhão e Espadeiro-Mole. A casta Lameiro não difere significativamente do Alvarelhão, contudo difere significativamente das restantes. A casta que se destaca com teor mais elevado de fenólicos totais é o Espadeiro-Mole (7,92 mg GAE/g). Na polpa não se verificam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre castas, no entanto, salienta-se a casta Lameiro por apresentar um maior valor de fenólicos totais (0,75 mg GAE/g). No mosto, observaram-se diferenças significativas entre as castas Alvarelhão, Espadeiro-Mole e Verdelho. A casta Lameiro, à semelhança do que se verificou na película, apresentou diferenças significativas entre castas com a exceção do Alvarelhão. O melhor valor foi obtido na casta Verdelho-Tinto (0,58 mg GAE/mL). Os compostos fenólicos são encontrados, principalmente, nas camadas

internas da película e da grainha, enquanto que na polpa, a sua concentração é muito baixa, no entanto, estes valores dependem muito da casta e dos fatores ambientais (Pérez-Magariño & González-San José, 2006). Brasaveanu (2018) apresenta valores de compostos fenólicos totais de 0,52 mg GAE/mL para a casta Fernão Pires e 0,14 mg GAE/mL para a casta Pinot Noir. Gomes da Silva (2012) apresenta valores 7,53 mg GAE/g para as películas da casta Touriga Nacional e de 0,94 mg GAE/g para a casta Encruzado. Já para o mosto o mesmo autor apresenta valores de 1,55 mg GAE/mL para a casta Touriga Nacional e 0,61 GAE/mL para a casta Encruzado valores muito superiores aos encontrados para as quatro castas em estudo.

No que diz respeito ao teor de taninos totais, as diferenças significativas que se encontraram são iguais às verificadas para o teor de compostos fenólicos totais. Os valores mais elevados também se verificam nas mesmas castas do parâmetro anterior, ou seja, na película o valor mais elevado corresponde ao Espadeiro-Mole (7,48 mg GAE/g), na polpa destaca-se o Lameiro (0,62 mg GAE/g) e no mosto o Verdelho-Tinto (0,53 mg GAE/mL). Gomes da Silva (2012) apresenta valores de taninos de 0,004 mg GAE/mL e 0,011 mg GAE/g para amostra de mosto e películas da casta Touriga Nacional, respetivamente. Estes valores são muito inferiores aos encontrados nas castas em estudo neste ensaio.

Para o teor de flavonoides totais na película, não existem diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as castas Verdelho-Tinto e Lameiro, assim como entre o Alvarelhão e o Espadeiro-Mole. Porém existem diferenças significativas ($p < 0,05$) entre estes dois grupos. O maior valor observou-se na casta Espadeiro-Mole à semelhança do sucedido nos parâmetros anteriores (7,91 mg QE/g). Na polpa não se verificam diferenças significativas entre as castas, mas é possível destacar a casta Verdelho-Tinto com um valor de 0,41 mg QE/g. No mosto, não existem diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as castas Alvarelhão, Verdelho-Tinto e Espadeiro-Mole, contudo existem diferenças significativas entre estas castas e a casta Lameiro que apresenta teores de flavonoides significativamente menores do que as restantes castas tintas estudadas.

Para o teor de antocianinas totais, na película existem diferenças significativas ($p < 0,05$) entre todas as castas, destacando-se novamente a casta Espadeiro-Mole (11,52 mg cia-3-glu/g). Na polpa não se observam diferenças significativas entre castas. No mosto, verificam-se diferenças significativas entre todas as castas, com destaque para o Verdelho-Tinto com maior teor (0,25 mg cia-3-glu/g). Río Segade et al. (2009) apresenta valores para a casta

“Brancellao” entre 0,45 e 0,6 mg de antocianinas totais por gramas de amostra para a película encontrando-se os valores obtido no presente estudo bastante acima do referenciado. Esta diferença pode estar associada à metodologia utilizada para a quantificação deste parâmetro uma vez que o autor utilizou o método HPLC para sua a determinação. Gomes da Silva (2012) apresenta valores de antocianinas totais de 5,06 mg/g para as películas e 1,70 g/mL para mostos. Mais uma vez salienta-se a diferença da metodologia utilizada para a quantificação deste parâmetro.

Relativamente ao teor de YAN, na película não existem diferenças significativas ($p>0,05$) entre o Alvarelhão, Espadeiro-Mole e Lameiro. A casta Verdelho-Tinto apresenta um teor de YAN significativamente maior do que as restantes castas. Na polpa, destaca-se a casta Espadeiro-Mole com teor de YAN significativamente maior do que os observados nas restantes castas tintas e na casta Lameiro. A casta Lameiro apresenta teor de YAN significativamente maiores do que os observados nas castas Alvarelhão e Verdelho. No mosto todas as castas diferem significativamente entre si destacando-se as castas Alvarelhão e Lameiro com os teores de YAN mais elevados. De acordo com Hannam et al. (2013) para a produção de vinhos o teor de YAN favorável está entre 200 e 480 mg de N/L. O mesmo autor afirma que valores abaixo de 140 – 150 mg de N/L estão relacionados com fermentações lentas ou mesmo à estagnação da fermentação. Holzapfel et al (2014) apresenta valores ótimos entre 250 – 350 mg N/L. Os valores obtidos são mais elevados do que os referenciados anteriormente. De acordo com Holzapfel et al. (2014) valores elevados de YAN estão associados a fermentações mais rápidas e valores mais elevados de ácido acético e de acidez volátil.

3.10.Caraterísticas gerais dos vinhos

Para avaliar e comparar o efeito do tipo de vinificação, as castas Alvarelhão e Verdelho foram sujeitas aos. A casta Espadeiro-Mole foi vinificada apenas por maceração e a casta Lameiro vinificado pelo método de bica aberta.

No quadro 5 são apresentados os valores médios dos parâmetros de controlo, teor alcoólico, acidez total, acidez volátil e pH dos vinhos obtidos através de cada casta por diferentes processos de vinificação.

Quadro 5 - Teor alcoólico, acidez total, acidez volátil e pH dos vinhos obtidos através de cada casta por diferentes processos de vinificação (média e desvio padrão)

Vinificação	Casta	Teor alcoólico (%)	Acidez total (g ácido tartárico/L)	Acidez volátil (g ácido acético/L)	pH
Maceração	Alvarelhão	13,3 ± 0,00 ^c	4,69 ± 0,02 ^a	0,24 ± 0,01 ^a	3,33 ± 0,01 ^c
	Verdelho	8,6 ± 0,00 ^a	34,96 ± 0,12 ^c	18,67 ± 0,19 ^c	3,17 ± 0,00 ^a
	Espadeiro-Mole	9,9 ± 0,15 ^b	8,50 ± 0,02 ^b	0,99 ± 0,00 ^b	3,28 ± 0,01 ^b
Bica Aberta	Alvarelhão	11,13 ± 0,67 ^a	6,18 ± 0,06 ^b	0,90 ± 0,01 ^c	3,21 ± 0,04 ^a
	Verdelho	11,43 ± 0,67 ^b	6,84 ± 0,07 ^c	0,73 ± 0,06 ^b	3,20 ± 0,00 ^a
	Lameiro	13,63 ± 0,67 ^c	5,38 ± 0,02 ^a	0,19 ± 0,02 ^a	3,15 ± 0,00 ^a

*Médias com letras diferentes na mesma coluna, para amostra, indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$)

Da análise do quadro 5, constata-se que, no processo de maceração, o teor alcoólico difere significativamente ($p < 0,05$) entre as castas. A casta Alvarelhão destaca-se com o maior valor de 13,3%. Na vinificação por bica aberta também existem diferenças significativas entre as castas destacando-se desta vez a casta branca com valor mais elevado de 13,63% e a casta Alvarelhão com teor alcoólico significativamente mais baixo (11,13%)

De acordo com a Portaria nº 668/2010, que regulamenta a produção e o comércio da DO Vinho Verde, todas as castas se encontram entre o intervalo estabelecidos para este tipo de vinhos, compreendido entre 8,5% e 14%. Mota (2014b) no seu estudo sobre as castas autóctones, apresentou valores de teor alcoólico de 10,5% e 12% (V/V) para as castas Verdelho-Tinto e Espadeiro-Mole, respetivamente. No presente ensaio a casta Verdelho-Tinto apresentou valores superiores no processo de bica aberta (11,43%) e inferior no processo de maceração (8,6%), quando comparados com os valores referenciados por Mota (2014b). A casta Espadeiro-Mole apresentou um valor inferior (9,9%) ao referenciado por Mota (2014b) mas dentro do intervalo estabelecido pela Portaria nº 668/2010.

Na acidez total verificaram-se diferenças significativas entre todas as castas tanto nos vinhos obtidos através de maceração, como nos vinhos obtidos por bica aberta. De todos os vinhos, o que se destaca com o valor mais elevado é o obtido através da maceração das uvas da casta Verdelho-Tinto alcançando os 34,96 g ácido tartárico/L. De salientar que para este parâmetro os vinhos verdes devem apresentar valores entre 5 e 14 g de ácido tartárico/L, pelo que o valor obtido não está em conformidade com o pretendido. Tal fator pode estar relacionado com a grande expressão vegetativa e vigor, ou com aumentos de disponibilidade de água e azoto segundo (Magalhães, 2008). Como esta casta não é das mais vigorosas, este

inconformidade no que respeita ao valor da acidez total pode estar relacionado com o aumento da disponibilidade hídrica devido à precipitação de 35 mm que ocorreu no dia 13 de Setembro, 2 dias antes da vindima.

Para a acidez volátil, tal como aconteceu no parâmetro anterior, constata-se diferenças significativas entre todas as castas, nos dois processos de vinificação. Novamente, o vinho obtido através das uvas do Verdelho-Tinto por maceração sobressai também neste parâmetro com um valor de 18,67 g de ácido acético/ mL, pelo mesma razão citada parâmetro anterior. Todas as restantes castas apresentam valores abaixo de 1g de ácido acético/mL.

Os resultados relativos ao pH apresentaram diferenças significativas entre si para o processo de maceração, contudo para a vinificação por bica aberta não se verificaram diferenças significativas entre as castas.

Quadro 6 - Teor de compostos de fenólicos totais, taninos, flavonoides e antocianinas dos vinhos obtidos através de cada casta por diferentes processos de vinificação (média e desvio padrão)

Vinificação	Casta	Fenólicos Totais (mg GAE/ mL)	Tanino (mg GAE/ mL)	Flavonoides (mg QE/ mL)	Antocianinas (mg cia-3-glu/L)
Maceração	Alvarelhão	0,55 ± 0,01 ^b	0,49 ± 0,01 ^b	0,27 ± 0,02 ^b	9,59 ± 0,17 ^a
	Verdelho	1,76 ± 0,16 ^c	1,65 ± 0,01 ^c	0,92 ± 0,44 ^c	183,29 ± 11,25 ^b
	Espadeiro-Mole	0,26 ± 0,00 ^a	0,23 ± 0,00 ^a	0,74 ± 0,02 ^a	2 ± 0,20 ^a
Bica Aberta	Alvarelhão	2,73 ± 0,17 ^c	2,67 ± 0,11 ^c	1,60 ± 0,42 ^a	245,81 ± 3,69 ^b
	Verdelho	0,25 ± 0,00 ^a	0,20 ± 0,01 ^a	0,70 ± 0,14 ^b	0,77 ± 0,16 ^a
	Lameiro	0,40 ± 0,00 ^b	0,36 ± 0,01 ^b	0,92 ± 0,00 ^b	

*Médias com letras diferentes na mesma coluna, para amostra, indicam diferenças significativas ($p \leq 0,05$)

Como é possível observar no quadro 6 relativamente ao teor de compostos de fenólicos totais, no processo de maceração existem diferenças significativas entre todas as castas. O maior valor corresponde ao Verdelho, 1,76 mg GAE/mL. Na vinificação por bica aberta também se verificaram diferenças significativas entre as castas, destacando-se o Alvarelhão com 2,73 mg GAE/mL. A concentração de compostos fenólicos depende do grau de maturação das uvas assim como da aptidão de genética que cada casta possui para sintetizar estes compostos bioativos, porém pode também ser bastante influenciada pelos fatores ambientais que se fazem sentir durante a campanha agrícola (exposição solar, temperatura, tipo de solos, stress hídrico). Nos vinhos analisados a concentração de compostos fenólicos, varia entre 0,25 mg/mL e 2,73 mg/mL. Para os vinhos rosados, Li et al. (2009) encontrou

valores entre 0,746 – 1,086mg/mL, Paixão et al. (2007), e Bravo et al., (2007) apresentaram valores de 0,665 e 0,414mg/mL, respetivamente. No caso do presente ensaio, apenas foram produzidos dois vinhos rosados, um com a casta Alvarelhão e outro com a casta Verdelho-Tinto que apresentam um teor de compostos de fenólicos de 2,73 mg GAE/mL e 0,25 mg GAE/mL, respetivamente, que correspondem ao menor e maior valor deste parâmetro de entre as amostras realizadas. Para os vinhos brancos os mesmos autores apontam valores entre 0,189 e 0,495 mg GAE/ mL. Contudo os valores obtidos apresentam-se acima deste valor de referência Costa et al. (2014) determinou uma concentração de fenólicos para a casta Alvarelhão de 1,820 mg GAE/ mL, valor inferior ao obtido neste estudo. Estas diferenças poderão residir em aspetos relacionados com o processo de vinificação, mas também com resposta fisiológica da planta ao local onde está instalada e com as práticas culturais da casta em estudo.

No que respeita ao teor de taninos totais, na vinificação por maceração existem diferenças significativas ($p < 0,05$) entre todas as castas e à semelhança do que se observou no teor de composto de fenólicos totais destaca-se a casta Verdelho-Tinto (1,65 mg GAE/mL). Na bica aberta existem diferenças significativas entre as castas com destaque para o Alvarelhão com o maior valor (2,67 mg GAE/mL). Harbertson et al. (2008) apresenta valores de 0,35 – 0,67 mg GAE/mL para vinhos produzidos a partir de castas tintas e brancas diferentes instaladas em diferentes regiões, nomeadamente França, Estado Unidos e Austrália. Os valores obtidos estão em concordância com o intervalo referenciado com exceção dos vinhos da casta Verdelho-Tinto por maceração e Alvarelhão por bica aberta.

O teor de flavonoides apresenta, no processo de maceração, diferenças significativas entre castas à semelhança dos parâmetros anteriores. A casta Verdelho-Tinto destaca-se novamente pelo valor mais elevado, 0,92 mg QE/mL. No processo de bica aberta não existem diferenças significativas entre as castas Verdelho-Tinto e Lameiro. Contudo estas duas últimas castas são significativamente diferentes da casta Alvarelhão, que apresenta o valor mais elevado, 1,60 mg QE/mL.

No teor de antocianinas, na vinificação por maceração as castas Alvarelhão e Espadeiro-Mole não apresentam diferenças significativas entre si, porém a casta Verdelho-Tinto é significativamente diferente e apresenta um valor muito elevado quando comparado com as outras duas, 183,29 mg cia-3-glu/mL. Este elevado teor em antocianinas na casta Verdelho-Tinto está em concordância com os valores obtidos nas antocianinas do bago, nomeadamente

polpa e mosto uma vez que também nestas amostras se destacou a casta Verdelho-Tinto. Na vinificação por bica aberta as castas Verdelhos-Tinto e Alvarelhões apresentam diferenças significativas entre si. Li *et al.* (2009) obteve valores entre 50 – 237 mg/L para os vinhos tintos e apresenta resultados para os vinhos rosé igualmente próximos aos obtidos no presente estudo, ainda que sejam castas diferentes, 4,33 - 6,84 mg/L. As antocianinas estão maioritariamente localizadas nas películas dos bagos, e a sua concentração afeta diretamente a cor do vinho (Costa et al., 2014; Jordao et al., 1998), pelo que seria de esperar que no processo de vinificação por maceração a extração de antocianinas fosse maior uma vez que o mosto está em contacto com as películas durante mais tempo. Contudo, como se pode observar no quadro 5 o valor mais elevado foi encontrado na vinificação por bica aberta na casta Alvarelhão. Tal acontecimento pode estar associado ao facto de o teor de antocianinas ser influenciado por diversos fatores tais como o tipo de casta (Kallithraka et al., 2005), tipo de solo (Yokotsuka et al., 1999), condições ambientais (Jackson & Lombard, 1993; Mateus et al., 2002), regime hídrico (Jordão et al., 1998b) e grau de maturação das uvas (Jordao et al., 1998a). Para além disso, como verificado por Romero-Cascales et al. (2005) algumas castas podem apresentar um teor de antocianinas elevado mas de difícil extração.

Quadro 7 - Parâmetros de intensidade da cor e tonalidade dos vinhos obtidos (média e desvio padrão)

Vinificação	Castas	Intensidade	Tonalidade
Maceração	Alvarelhão	0,35 ± 0,00 ^a	0,73 ± 0,00 ^c
	Verdelho	3,55 ± 0,00 ^c	0,45 ± 0,00 ^a
	Espadeiro-Mole	1,62 ± 0,00 ^b	0,49 ± 0,00 ^b
Bica Aberta	Alvarelhão	0,30 ± 0,00 ^a	1,55 ± 0,00 ^b
	Verdelho	0,39 ± 0,00 ^b	1,44 ± 0,01 ^a
	Lameiro	1,13 ± 0,00 ^c	1,59 ± 0,00 ^c

*Médias com letras diferentes na mesma coluna, para amostra, indicam diferenças significativas ($p < 0,05$)

Relativamente aos parâmetros de cor, no quadro 7 observa-se que as castas que apresentaram maior intensidade de cor foram o Verdelho-Tinto na vinificação por maceração e o Lameiro na vinificação por bica aberta, com valores de 3,55 e 1,13 respetivamente. Para este parâmetro, tanto para a vinificação por maceração como para a vinificação por bica aberta, verificaram-se diferenças significativas entre todas as castas. Para a tonalidade também se verificam diferenças significativas entre todas as castas nos dois processos de vinificação

Pérez-Magariño & González-San José (2006) para vinhos obtidos com as castas Tinto Fino e Cabernet Sauvignon obtém valores de intensidade entre 1,42 e 2,75 e valores de tonalidade compreendidos entre 0,358 e 0,446. Os valores encontrados para a intensidade nas vinificações realizadas através da maceração da casta Verdelho e Espadeiro-Mole estão em concordância com os referenciados anteriormente, estando as restantes abaixo desse intervalo. Para a tonalidade também as vinificações realizadas através da maceração da casta Verdelho e Espadeiro-Mole estão em concordância com os valores de referência do autor supracitado. As restantes castas apresentam valores muito superiores. Gomes da Silva (2012) apresenta valores para a casta encruzado de 0,51 e 2,05 para a intensidade e tonalidade respetivamente, e de 19,7 e 0,65 para a intensidade e tonalidade, respetivamente, para vinho obtido através da casta Touriga Nacional.

4. CONCLUSÃO

Na análise dos resultados referentes à campanha de 2023 foi possível observar diferenças entre as castas que integraram o ensaio, porém, seria importante acompanhar durante vários anos para que desta forma fosse possível chegarmos a uma interpretação mais fiável e que nos permitisse retirar conclusões mais consolidadas.

Constatou-se que, relativamente à vegetação, o Espadeiro-Mole se destaca com maior área foliar total, mas por outro lado o Alvarelhão foi o que apresentou maior superfície foliar exposta.

O potencial hídrico de ramo apresentou uma evolução normal, ou seja, a diminuição das disponibilidades hídricas do solo ao longo do ciclo vegetativo. Atendendo que as castas na data primeira medição apresentam valores próximos de potencial de ramo é de salientar a diminuição mais lenta observada na casta Lameiro, o que associado à sua elevada taxa fotossintética, elevada condutância estomática e taxa de transpiração pode ser um indicador da sua adaptabilidade a condições de regimes hídricos mais escassos. Facto este pode ainda ser suportado pelo facto de após atingir o valor mais elevado de potencial hídrico, ser a casta que mais facilmente recuperou. A casta Alvarelhão foi a que apresentou maior sensibilidade ao stress hídrico derivado à sua baixa taxa fotossintética e baixa condutância estomática. A casta Verdelho-Tinto foi a que apresentou performance mais baixa relativamente ao potencial hídrico de ramo.

A casta Espadeiro-Mole mostrou ser a casta com menos equilíbrio entre vegetação/produção, porém foi a que apresentou maior vigor traduzido por um maior peso médio das varas. A casta Alvarelhão foi a que apresentou maior rendimento de entre todas as castas.

Relativamente à componente enológica, nos parâmetros relativos ao bago destaque para o Espadeiro-Mole por apresentar os melhores valores para teor de compostos de fenólicos totais, taninos, flavonoides e antocianinas na película e para o Lameiro na polpa. A casta com valor de YAN mais significativo foi o Verdelho.

Para o vinho a casta que revelou mais acidez foi o Verdelho-Tinto o que não se traduziu num aspeto a favor no produto final, talvez relacionado com o facto de as uvas apresentarem bastante podridão na data da colheita. Na análise das restantes compostos (fenólicos, taninos, flavonoides e antocianinas) os valores obtidos variaram bastante e nalguns casos não

corresponderam ao esperado, contudo podemos salientar os vinhos Verdelho-Tinto de maceração e Alvarelhão de bica aberta como os que mostraram valores mais significativos.

Um aspeto que se revelou um fator determinante na qualidade do produto final para além dos fatores analisados foi o estado sanitário em que se encontravam as uvas, pelo que seria interessante desenvolver trabalhos na ótica de associar os fatores apresentados no presente estudo com diferentes tipos de poda assim como diferentes sistemas de condução.

Será interessante dar continuidade ao estudo das castas apresentadas para tornar mais sólidos os resultados obtidos durante o ano de 2023, uma vez que apesar de não muito utilizadas hoje em dia para novos encepamentos, estas castas minoritárias têm características que podem vir a potenciar a viticultura atual e futura assim como ser a solução para problemas de cariz climático que se avizinham.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Antolín, M. C., Izurdiaga, D., Urmeneta, L., Pascual, I., Irigoyen, J. J. & Goicoechea, N. (2020). Dissimilar Responses of Ancient Grapevines Recovered in Navarra (Spain) to Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis in Terms of Berry Quality. *Agronomy* 2020, Vol. 10, Page 473, 10(4), 473. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY10040473>
- Aou-Ouad, H. El, Montero, R., Baraza, E. & Bota, J. (2022). Recovering Ancient Grapevine Cultivars in the Balearic Islands: Sanitary Status Evaluation and Virus Elimination. *Plants*, 11(13), 1–13. <https://doi.org/10.3390/plants11131754>
- Azevedo, M. (2002). *Influência do sistema de condução e da carga na produtividade da videira (Vitis vinifera L.), casta “Syrha”*. [Relatório do trabalho de Fim de Curso em Engenharia Agrônoma]. Instituto Superior de Agronomia - UTL.
- Bonan, G. B. (1995). Land-Atmosphere interactions for climate system Models: coupling biophysical, biogeochemical, and ecosystem dynamical processes. *Remote Sensing of Environment*, 51(1), 57–73. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(94\)00065-U](https://doi.org/10.1016/0034-4257(94)00065-U)
- Brasaveanu, O. (2018). *Caracterização do perfil fenólico e atividade biológica de sumos de uvas portuguesas*. <http://blog.artdescaves.com.br/hubfs/blog/pinot-noir.png?t=1528369889787>
- Bravo, L., Goya, L. & Lecumberri, E. (2007). LC/MS characterization of phenolic constituents of mate (*Ilex paraguariensis*, St. Hil.) and its antioxidant activity compared to commonly consumed beverages. *Food Research International*, 40(3), 393–405. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2006.10.016>
- Chaves, M. M. (1986). *Fotossíntese e repartição dos produtos de assimilação em Vitis vinifera L.* [Tese de Doutorado]. Universidade Técnica de Lisboa.
- Choné, X., Van Leeuwen, C., Dubourdieu, D. & Gaudillère, J. P. (2001). Stem water potential is a sensitive indicator of grapevine water status. *Annals of Botany*, 87(4), 477–483. <https://doi.org/10.1006/ANBO.2000.1361>
- Cibrián, F., Jimeno, K., Sagüés, A., Rodríguez, M., Abad, J. & Carmen, M. (2019). Tempranillos navarros . Rescate de la variabilidad existente en el Tempranillo antiguo en el área de cultivo de Navarra. *Reuniones Del Grupo de Trabajo de Experimentación En Viticultura y Enología. 33 Reunión: Estación de Viticultura y Enología de Galicia. Conxellería Del Medio Rural. Ourense, 24, 25 y 26 de Abril de 2018.*, 1, 31–41. <http://hdl.handle.net/10261/235018>
- Cifre, J., Bota, J., Escalona, J. M., Medrano, H. & Flexas, J. (2005). Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera L.*): An open gate to improve water-use efficiency. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 106(2-3 SPEC. ISS.), 159–170. <https://doi.org/10.1016/J.AGEE.2004.10.005>
- CIPVV. (n.d.). *Castas*. Retrieved October 30, 2022, from <https://www.cipvv.pt/pt/castas/verdelho-tinto/>

- Čomić, L. R., Radojević, I. D., Vasić, S. M., Mladenović, K. G. & Grujović, M. (2020). Traditionally made red wines produced from an autochthonous grapevine variety as a source of biologically active compounds and their antioxidant potential. *Journal of Food and Nutrition Research*, 59(4), 301–310.
- Costa, E., Cosme, F., Jordão, A. M. & Mendes-Faia, A. (2014). Anthocyanin profile and antioxidant activity from 24 grape varieties cultivated in two Portuguese wine regions. *OENO One*, 48(1), 51–62. <https://doi.org/10.20870/OENO-ONE.2014.48.1.1661>
- Costa, R. dos S. G. (2012). *Alternativas de Condução para a Região os Vinhos Verdes e suas implicações no Rendimento e Qualidade*. Faculdade de Ciências - Universidade do Porto, Instituto Superior de Agronomia - Universidade Técnica de Lisboa.
- CVRVV. (2023). *Região Demarcada*. <https://www.vinhoverde.pt/pt/regiao-demarcada>
- Deloire, A. & Rogiers, S. (2014). *Monitoring vine water status. Part 2: A detailed example using the pressure chamber*. In: *Grapevine management guide 2014-15*. 16–19.
- Deloire, Alain, Pellegrino, A. & Rogiers, S. (2020). Breves palavras sobre o potencial hídrico da folha da videira. *IVES Technical Reviews*.
- Dokoozlian, N. K. & Kliewer, W. M. (1995). The Light Environment Within Grapevine Canopies. II. Influence of Leaf Area Density on Fruit Zone Light Environment and Some Canopy Assessment Parameters. *American Journal of Enology and Viticulture*, 46(2), 219–226. <https://doi.org/10.5344/AJEV.1995.46.2.219>
- Eiras-Dias, J. E., Cunha, J., Brazão, J., Climaco, P. & Andrade, R. (2016). *Promover e valorizar as castas minoritárias : O exemplo da casta Malvasia de Colares*. Vida Rural.
- Ferreira, V., Pinto-Carnide, O., Mota, T., Martín, J. P., Ortiz, J. M. & Castro, I. (2015). Identification of minority grapevine cultivars from Vinhos Verdes Portuguese DOC Region. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 54(Special Issue), 53–58.
- Ferreira E., R., Sellés V., G., Ruiz S., R. & Sellés M., I. (2003). EFECTO DEL ESTRÉS HÍDRICO APLICADO EN DISTINTOS PERIODOS DE DESARROLLO DE LA VID cv. CHARDONNAY EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL VINO. *Agricultura Técnica*, 63(3), 277–286. <https://doi.org/10.4067/S0365-28072003000300007>
- Filipe, P., Magalhães, M., Professora, O. :, Cristina, D., Moniz, M., Oliveira, S., Manuel, M., Marques, A., Botelho, P., Júri, M., Presidente, :, Joaquim, D., Rangel Da Cunha Costa, M., Rogério, D., Neves De Castro, A. & Associada Com, P. (2019). *Mecanização da poda e da vindima. Efeitos no rendimento e qualidade na casta “Loureiro.”*
- Flexas, J., Galmés, J., Gallé, A., Gulías, J., Pou, A., Ribas-Carbo, M., Tomàs, M. & Medrano, H. (2010a). Improving water use efficiency in grapevines: potential physiological targets for biotechnological improvement. *Australian Journal of Grape*

and *Wine Research*, 16(SUPPL. 1), 106–121. <https://doi.org/10.1111/J.1755-0238.2009.00057.X>

Flexas, J., Galmés, J., Gallé, A., Gulías, J., Pou, A., Ribas-Carbo, M., Tomàs, M. & Medrano, H. (2010b). Improving water use efficiency in grapevines: potential physiological targets for biotechnological improvement. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16(SUPPL. 1), 106–121. <https://doi.org/10.1111/J.1755-0238.2009.00057.X>

Gambetta, G. A., Herrera, J. C., Dayer, S., Feng, Q., Hochberg, U. & Castellarin, S. D. (2020). The physiology of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 71(16), 4658–4676. <https://doi.org/10.1093/JXB/ERAA245>

Gisbert, C., Soler, J. X., Fos, M., Intrigliolo, D. S., Yuste, A., Picó, B., Torrent, D. & Peiró, R. (2022). Characterization of Local Mediterranean Grapevine Varieties for Their Resilience to Semi-Arid Conditions under a Rain-Fed Regime. *Agronomy*, 12(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy12092234>

Giusti, M. M. & Wrolstad, R. E. (2001). Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, 00(1). <https://doi.org/10.1002/0471142913.FAF0102S00>

Gomes da Silva, A. S. (2012). *Avaliação dos compostos fenólicos e voláteis ao longo da vinificação*. 122.

Gouveia, S. & Castilho, P. C. (2011). Antioxidant potential of *Artemisia argentea* L'Hér alcoholic extract and its relation with the phenolic composition. *Food Research International*, 44(6), 1620–1631. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2011.04.040>

Gutiérrez-Gamboa, G., Liu, S. Y. & Pszczółkowski, P. (2020). Resurgence of minority and autochthonous grapevine varieties in South America: a review of their oenological potential. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(2), 465–482. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10003>

Hannam, K. D., Neilsen, G. H., Forge, T. & Neilsen, D. (2013). The concentration of yeast assimilable nitrogen in Merlot grape juice is increased by N fertilization and reduced irrigation. <https://doi.org/10.1139/CJPS2012-092>, 93(1), 37–45. <https://doi.org/10.1139/CJPS2012-092>

Harbertson, J. F., Hodgins, R. E., Thurston, L. N., Schaffer, L. J., Reid, M. S., Landon, J. L., Ross, C. F. & Adams, D. O. (2008). Variability of Tannin Concentration in Red Wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 59(2), 210–214. <https://doi.org/10.5344/AJEV.2008.59.2.210>

Holzapfel, B., Blackman, J. & Muller, M. (2014). Nitrogen nutrition and grape and wine production. *Vineyard Management*.

Ibaraki, Y. (2016). Optical and physiological properties of a plant canopy. *LED Lighting*

for Urban Agriculture, 125–135. https://doi.org/10.1007/978-981-10-1848-0_9/COVER

Infovini. (2023). *Vinhos Verdes*. <http://www.infovini.com/pagina.php?codNode=3889>

IVV. (2021). *Vinhos e Aguardentes de Portugal. Anuário*.
[https://www.ivv.gov.pt/np4/%7B\\$clientServletPath%7D/?newsId=1736&fileName=Anu_rio_IVV_2020_2021_v1.pdf](https://www.ivv.gov.pt/np4/%7B$clientServletPath%7D/?newsId=1736&fileName=Anu_rio_IVV_2020_2021_v1.pdf)

IVV. (2023). *Regiões: Minho*. <https://www.ivv.gov.pt/np4/289/>

Jackson, D. I. & Lombard, P. B. (1993). Environmental and Management Practices Affecting Grape Composition and Wine Quality - A Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 44(4), 409–430.
<https://doi.org/10.5344/AJEV.1993.44.4.409>

Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E. & Vivanco, J. M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian Ocimum accessions. *Food Chemistry*, 83(4), 547–550. [https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00151-1](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00151-1)

Jiménez-Cantizano, A., Muñoz-Martín, A., Amores-Arrocha, A., Sancho-Galán, P. & Palacios, V. (2020). Identification of red grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) preserved in ancient vineyards in axarquía (andalusia, Spain). *Plants*, 9(11), 1–10.
<https://doi.org/10.3390/plants9111572>

Jiménez, C., Peiró, R., Yuste, A., García, J., Martínez-Gil, F. & Gisbert, C. (2019). Looking for old grapevine varieties. *VITIS - Journal of Grapevine Research*, 58(2), 59–60. <https://doi.org/10.5073/VITIS.2019.58.59-60>

Jogaiah, S., Striegler, K. R., Bergmeier, E. & Harris, J. (2013). Influence of Canopy Management Practices on Canopy Characteristics, Yield, and Fruit Composition of “Norton” Grapes (*Vitis aestivalis* Michx). *International Journal of Fruit Science*, 13(4), 441–458. <https://doi.org/10.1080/15538362.2013.789267>

Jordao, A. M., Da Silva, J. M. R. & Laureano, O. (1998). Evolution of anthocyanins during grape maturation of two varieties (*Vitis vinifera* L.), Castelao Frances and Touriga Francesa. *Vitis*, 37(2), 93–94.

Jordão, A. M., Ricardo-da-Silva, J. M. & Laureano, O. (1998). INFLUÊNCIA DA REGA NA COMPOSIÇÃO FENÓLICA DAS UVAS TINTAS DA CASTA TOURIGA FRANCESA (*Vitis vinifera* L.) INFLUENCE OF IRRIGATION ON PHENOLIC COMPOSITION OF TOURIGA FRANCESA (*Vitis vinifera* L.) INFLUENCIA DEL RIEGO EN LA COMPOSICIÓN FENÓLICA DE LAS UVAS TINTAS DE LA VARIEDAD TOURIGA FRANCESA (*Vitis vinifera* L.). *CYTA - Journal of Food*, 2(2), 60–73. <https://doi.org/10.1080/11358129809487584>

Kallithraka, S., Mohdaly, A. A. A., Makris, D. P. & Kefalas, P. (2005). Determination of major anthocyanin pigments in Hellenic native grape varieties (*Vitis vinifera* sp.): association with antiradical activity. *Journal of Food Composition and Analysis*,

- 18(5), 375–386. <https://doi.org/10.1016/J.JFCA.2004.02.010>
- Kriedmann, P. E. (1968). Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature and leaf age. *Vitis*, 7, 213–220.
- Li, H., Wang, X., Li, Y., Li, P. & Wang, H. (2009). Polyphenolic compounds and antioxidant properties of selected China wines. *Food Chemistry*, 112(2), 454–460. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.111>
- Lopes, C. & Pinto, P. A. (2005). Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. *Vitis - Journal of Grapevine Research*, 44(2), 55–61.
- Loureiro, M. D., Moreno-Sanz, P. & Suárez, B. (2017). Agronomical characterization of minority grapevine cultivars from Asturias (Spain). *Ciencia e Tecnica Vitivinicola*, 32(2), 102–114. <https://doi.org/10.1051/ctv/20173202102>
- Luís, Â., Domingues, F. & Duarte, A. P. (2011). Bioactive compounds, RP-HPLC analysis of phenolics, and antioxidant activity of some Portuguese shrub species extracts. *Natural Product Communications*, 6(12), 1863–1872. <https://doi.org/10.1177/1934578x1100601219>
- Magalhães, N. (2008). *Tratado de Viticultura - A Videira, A Vinha e o “Terroir”*.
- Mateus, N., Machado, J. M. & De Freitas, V. (2002). Development changes of anthocyanins in *Vitis vinifera* grapes grown in the Douro Valley and concentration in respective wines. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82(14), 1689–1695. <https://doi.org/10.1002/jsfa.1237>
- McCutchan, H. & Shackel, K. A. (1992). Stem water potential as a sensitive indicator of water stress in prune trees. *Journal of American Society of Horticulture and Science*, 117, 607–611.
- Medrano, H., Escalona, J. M., Bota, J., Gulías, J. & Flexas, J. (2002). Regulation of Photosynthesis of C3 Plants in Response to Progressive Drought: Stomatal Conductance as a Reference Parameter. *Annals of Botany*, 89(7), 895–905. <https://doi.org/10.1093/AOB/MCF079>
- Medrano, H., Tortosa, I., Montes, E., Pou, A., Balda, P., Bota, J. & Escalona, J. M. (2018). Genetic improvement of grapevine (*Vitis vinifera* L.) water use efficiency. In *Water Scarcity and Sustainable Agriculture in Semiarid Environment: Tools, Strategies, and Challenges for Woody Crops*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813164-0.00016-8>
- Mota, T., Garrido, J., Cerdeira, A., Fernandes, D., Andrade, I., Francisco, E., Rodrigues, R., Mota, A., Oliveira, J. & Castro, I. (2013). Cultural and enological performance of minority varieties (*Vitis Vinifera* L.) of the Vinhos Verdes DOC region. *Proceedings of the 18th International Symposium of the GiESCO*, 2013(July), 992–1000.
- Mota, Teresa. (2014a). *Preservação de castas autóctones no noroeste português. Variedades Brancas (Parte I / II)*. 74–77.

- Mota, Teresa. (2014b). *Preservação de castas autóctones no noroeste português. Variedades Tintas (Parte II / II)*. 54–57.
- Moutinho-Pereira, J. M., Correia, C. M., Gonçalves, B. M., Bacelar, E. A. & Torres-Pereira, J. M. (2004). Leaf gas exchange and water relations of grapevines grown in three different conditions. *Photosynthetica*, 42(1), 81–86.
<https://doi.org/10.1023/B:PHOT.0000040573.09614.1D>
- Moutinho-Pereira, J., Magalhães, N., Gonçalves, B., Bacelar, E., Brito, M. & Correia, C. (2007). Gas exchange and water relations of three *Vitis vinifera* L. cultivars growing under Mediterranean climate. *Photosynthetica*, 45(2), 202–207.
<https://doi.org/10.1007/s11099-007-0033-1>
- Naor, A. (1998). Relations between leaf and stem water potentials and stomatal conductance in three field-grown woody species. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 73(4), 431–436.
<https://doi.org/10.1080/14620316.1998.11510995>
- Paixão, N., Perestrelo, R., Marques, J. C. & Câmara, J. S. (2007). Relationship between antioxidant capacity and total phenolic content of red, rosé and white wines. *Food Chemistry*, 105(1), 204–214. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.017>
- Patil, P., Biradar, P., U. Bhagawathi, A. & S. Hejjegar, I. (2018). A Review on Leaf Area Index of Horticulture Crops and Its Importance. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 7(04), 505–513.
<https://doi.org/10.20546/IJCMAS.2018.704.059>
- Peiró, R., Jiménez, C., Perpiñà, G., Soler, J. X. & Gisbert, C. (2020). Evaluation of the genetic diversity and root architecture under osmotic stress of common grapevine rootstocks and clones. *Scientia Horticulturae*, 266, 109283.
<https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2020.109283>
- Pérez-Magariño, S. & González-San José, M. L. (2006). Polyphenols and colour variability of red wines made from grapes harvested at different ripeness grade. *Food Chemistry*, 96(2), 197–208. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2005.02.021>
- Pinheiro, C. D. da S. (2019). *Alternativas de sistemas de condução na casta Loureiro (Vitis vinifera L.) com vista a uma viticultura sustentável na Região dos Vinhos Verdes*. 51.
<http://hdl.handle.net/10198/20558>
- Pinto, M. (2015). *Viticultura de Precisão: Avaliação da variabilidade espacial da produtividade e qualidade na casta Touriga Nacional no Alentejo*. 1–97.
- Portugueses, C. V. (2014). *Região Demarcada dos Vinhos Verdes - Localização*. <https://www.clubevinhosportugueses.pt/vinhos/regioes/vinho-verde/regiao-demarcada-dos-vinhos-verdes-localizacao-2/>
- Pourmorad, F., Hosseinimehr, S. J. & Shahabimajd, N. (2006). Antioxidant activity, phenol and flavonoid contents of some selected Iranian medicinal plants. *African*

- Journal of Biotechnology*, 5(11), 1142–1145. <http://www.academicjournals.org/AJB>
- Queiroz, J. (2002). *Condução E Relações De Castas Nobres Do Douro*. <http://hdl.handle.net/10216/9836>
- Río Segade, S., Orriols, I., Gerbi, V. & Rolle, L. (2009). Phenolic characterization of thirteen red grape cultivars from galicia by anthocyanin profile and flavanol composition. *Journal International Des Sciences de La Vigne et Du Vin*, 43(4), 189–198. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2009.43.4.791>
- Romero-Cascales, I., Ortega-Regules, A., López-Roca, J. M., Fernández-Fernández, J. I. & Gómez-Plaza, E. (2005). Differences in anthocyanin extractability from grapes to wines according to variety. *American Journal of Enology and Viticulture*, 56(3), 212–219. <https://doi.org/10.5344/ajev.2005.56.3.212>
- Rubio, J. A., Arranz, C., Ortiz, J. M., Martín, J. P. & Yuste, J. (2011). Minor traditional grapevine cultivars exclusively located in wine zones in the west of Castilla y León (Spain). *Acta Horticulturae*, 918, 639–646. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.918.80>
- Santesteban, L. G., Miranda, C., Marín, D., Sesma, B., Intrigliolo, D. S., Mirás-Avalos, J. M., Escalona, J. M., Montoro, A., de Herralde, F., Baeza, P., Romero, P., Yuste, J., Uriarte, D., Martínez-Gascuña, J., Cancela, J. J., Pinillos, V., Loidi, M., Urrestarazu, J. & Royo, J. B. (2019). Discrimination ability of leaf and stem water potential at different times of the day through a meta-analysis in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Agricultural Water Management*, 221(April), 202–210. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2019.04.020>
- Santos, J. A., Fraga, H., Malheiro, A. C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L. T., Correia, C., Moriondo, M., Leolini, L., Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S., Kartschall, T., Menz, C., Molitor, D., Junk, J., Beyer, M. & Schultz, H. R. (2020). A review of the potential climate change impacts and adaptation options for European viticulture. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(9), 1–28. <https://doi.org/10.3390/app10093092>
- Scholander, P. F., Hammel, H. T., Bradstreet, E. D. & Hemmingsen, E. A. (1965). Sap pressure in vascular plants. *Science*, 148(3668), 339–346. <https://doi.org/10.1126/science.148.3668.339>
- Sibille, I., Ojeda, H., Prieto, J. A., Maldonado, S., Lacapere, J. N. & Carbonneau, A. (2007). *Relation between the values of three pressure chamber modalities (midday leaf, midday stem and predawn water potential) of 4 grapevine cultivars in drought situation of the southern of France. Applications for the irrigation control*. https://www.researchgate.net/publication/306205453_Relation_between_the_values_of_three_pressure_chamber_modalities_midday_leaf_midday_stem_and_predawn_water_potential_of_4_grapevine_cultivars_in_drought_situation_of_the_southern_of_France_Application
- Smart, R. & Robinson, M. (1991). Sunlight into wine: a handbook for winegrape canopy management. *Sunlight into Wine: A Handbook for Winegrape Canopy Management.*,

88. https://books.google.com/books/about/Sunlight_Into_Wine.html?hl=pt-PT&id=OaiPQgAACAAJ
- Smart, R.E., Dick, J. K., Gravett, I. M. & Fisher, B. M. (1990). Canopy Management to Improve Grape Yield and Wine Quality - Principles and Practices. *South African Journal of Enology & Viticulture*, 11(1), 3–17. <https://doi.org/10.21548/11-1-2232>
- Smart, Richard E. (1985). Principles of Grapevine Canopy Microclimate Manipulation with Implications for Yield and Quality. A Review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36(3), 230–239. <https://doi.org/10.5344/AJEV.1985.36.3.230>
- Sousa, S. (2017). *Estudo de Variantes do Sistema de Condução LYS na Região dos Vinhos Verdes*.
- Stoev, K. (1967). Enrichissement en sucres et accroissement du volume des baies: mécanisme; facteurs; rôle du feuillage pour le rendement et la qualité du raisin; productivité du feuillage. *OIV*.
- TAKAHASHI, K. (1985). Optimum Leaf Area Index in ‘Delaware’ Grape Vines. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 54(3), 293–300. <https://doi.org/10.2503/JJSHS.54.293>
- Urrestarazu, J., Miranda, C., Santesteban, L. G. & Royo, J. B. (2015). Recovery and identification of grapevine varieties cultivated in old vineyards from Navarre (Northeastern Spain). *Scientia Horticulturae*, 191, 65–73. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2015.04.029>
- Veiga, C. A. A. da. (2014). *Quantificação de azoto facilmente assimilável de uvas brancas e tintas da Tapada da Ajuda em dois anos consecutivos (2013 e 2014). Validação e comparação da titulação formol e FT-MIR*. <https://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/8225>
- Vilanova, M., Campo, E., Escudero, A., Graña, M., Masa, A. & Cacho, J. (2012). Volatile composition and sensory properties of Vitis vinifera red cultivars from North West Spain: Correlation between sensory and instrumental analysis. *Analytica Chimica Acta*, 720, 104–111. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2012.01.026>
- Vitti, D. M. S. S., Abdalla, A. L., Bueno, I. C. S., Filho, J. C. S., Costa, C., Bueno, M. S., Nozella, E. F., Longo, C., Vieira, E. Q., Filho, S. L. S. C., Godoy, P. B. & Mueller-Harvey, I. (2005). Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. *Animal Feed Science and Technology*, 116(3–4), 301–317. <https://doi.org/10.1016/J.ANIFEEDSCI.2004.06.004>
- Volschenk, C. G. & Hunter, J. J. (2017). Effect of Seasonal Canopy Management on the Performance of Chenin blanc/99 Richter Grapevines. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 22(1). <https://doi.org/10.21548/22-1-2165>
- Wannes, W. A., Mhamdi, B., Sriti, J., Ben Jemia, M., Ouchikh, O., Hamdaoui, G., Kchouk, M. E. & Marzouk, B. (2010). Antioxidant activities of the essential oils and methanol

extracts from myrtle (*Myrtus communis* var. *italica* L.) leaf, stem and flower. *Food and Chemical Toxicology*, 48(5), 1362–1370.
<https://doi.org/10.1016/J.FCT.2010.03.002>

Williams, L. E. & Araujo, F. J. (2002). Correlations among Predawn Leaf, Midday Leaf, and Midday Stem Water Potential and their Correlations with other Measures of Soil and Plant Water Status in *Vitis vinifera*. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 127(3), 448–454. <https://doi.org/10.21273/JASHS.127.3.448>

Winkler, A. J. (1958). The Relation of Leaf Area and Climate to Vine Performance and Grape Quality. *American Journal of Enology and Viticulture*, 9(1), 10–23.
<https://doi.org/10.5344/AJEV.1958.9.1.10>

Yokotsuka, K., Nagao, A., Nakazawa, K. & Sato, M. (1999). Changes in anthocyanins in berry skins of Merlot and Cabernet Sauvignon grapes grown in two soils modified with limestone or oyster shell versus a native soil over two years. *American Journal of Enology and Viticulture*, 50(1), 1–12. <https://doi.org/10.5344/ajev.1999.50.1.1>

Yuste, A., Martínez-Gil, F., García-Martínez, S., López Lluch, D., Peiró, R., Jiménez, C., Ruiz, J. J. & Gisbert, C. (2019). Recovering ancient grapevine cultivars in the Spanish provinces of Alicante and Valencia. *Acta Horticulturae*, 1248, 43–46.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2019.1248.6>