

Mecanização da poda e da vindima. Efeitos no rendimento e qualidade na casta “Loureiro”

Pedro Filipe Martins Magalhães

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Agronómica

Orientadores: Professora Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira
Mestre Manuel Adão Marques Pacheco Botelho Moreira

Júri:

Presidente: Doutor Joaquim Miguel Rangel da Cunha Costa, Professor auxiliar do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

Vogais: Doutor Rogério Albino Neves de Castro, Professor catedrático aposentado do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa;
Doutora Cristina Maria Moniz Simões Oliveira, Professora associada com agregação do Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

AGRADECIMENTOS

Depois de concluído este trabalho gostaria de agradecer a todos aqueles que contribuíram de forma decisiva para a realização do mesmo, no entanto gostaria de expressar um sincero agradecimento e de modo especial:

Ao Professor Doutor Rogério de Castro por toda ajuda e acompanhamento prestados ao longo de todo o trabalho, assim como todos os ensinamentos que me transmitiu.

À Professora Doutora Cristina Oliveira pela sua orientação, por toda a sua disponibilidade e pelo esclarecimento de dúvidas que surgiram durante o trabalho.

Ao Mestre Manuel Botelho pela sua disponibilidade permanente, orientação e pela ajuda na obtenção e interpretação dos resultados obtidos.

À minha família apresento um especial agradecimento, em particular aos meus pais, irmãos e namorada, por todo o apoio incondicional que me deram, bem como compreensão e afeto, que me levaram a alcançar os meus objetivos.

Aos meus amigos e companheiros de casa André Dias, André Silva e Frederico Pinto que me acompanharam durante toda a etapa académica, um agradecimento também muito especial por toda a ajuda e amizade que demonstraram ao longo destes cinco anos.

Resumo

Visto que a poda e a vindima são as operações mais morosas e com mais encargos numa vinha, e tendo em conta que a mão-de-obra especializada é cada vez mais escassa, torna-se indispensável a mecanização destas operações, de forma a garantir a realização das mesmas em tempo oportuno, bem como a diminuição dos seus encargos financeiros.

Por estas razões, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar os efeitos da poda mecânica em sebe e da poda manual, para compreender os efeitos fisiológicos e agronômicos destes tipos de poda na casta Loureiro. Foram comparadas duas modalidades: poda mecânica em sebe, com a vegetação apoiada por arames fixos (MCA); poda mista com condução da vegetação em Lys (LYS).

Foram avaliados diversos parâmetros durante o repouso e a atividade vegetativa das videiras, não se observando diferenças para a carga à poda, abrolhamento, área foliar, superfície foliar exposta, potencial hídrico, produtividades e qualidade do mosto.

O índice de fertilidade potencial foi significativamente superior no LYS, devido à existência de olhos mais férteis provenientes das varas do braço inferior.

Na taxa de assimilação de CO₂ verificou-se que a modalidade MCA obteve uma taxa mais elevada na primeira medição (11 horas), no entanto ao meio dia solar estes valores eram invertidos, observando-se taxas mais elevadas no LYS.

Quanto às produtividades, não se observaram diferenças significativas, no entanto verificaram-se produtividades elevadas, com o LYS a atingir as 29 toneladas/hectare e a CAR a atingir as 28 toneladas/hectare, sem perda de qualidade das uvas, dando indicação do bom funcionamento da poda mecânica (CAR-M) na região dos vinhos verdes.

Em termos de poupança de tempo, verificou-se uma redução de 40% do tempo de poda da modalidade de poda mecânica (MCA) em relação ao sistema de poda manual LYS.

Palavras-chave: Loureiro; poda mecânica; orientação da vegetação; produtividade; qualidade.

Abstract

Since pruning and harvest are the most time and money consuming tasks in the vineyard management and having in account that hand labour is becoming increasingly scarce, it is indispensable the mechanization of these operations, in order to guarantee their accomplishment in time as well as with low costs.

For these reasons, the main objective of this work was to compare mechanical pruning with manual pruning in a vineyard, in order to understand their physiologic and agronomic effects on Loureiro variety in the Demarcated Vinhos Verdes Region. Mechanical box pruning, with vegetation supported by fixed wires (CAR) and mixed hand pruning with vegetation training in Lys (LYS).

Several parameters were evaluated during the dormancy and the vegetative activity periods of the vines. No differences were observed in bud load, bud break, leaf area, exposed leaf surface, water potential, yield and quality of the must.

The potential fertility index was significantly different, with LYS showing the highest value due to the existence of more fertile buds on the canes.

It was found that in CAR treatment CO₂ assimilation rate was higher in the beginning of the day than in LYS, however at solar half-day these values were inverted, higher rates were observed in the plants of the LYS.

When comparing mechanical pruning treatment (CAR) with the hand pruning (LYS), we verified that there were no differences between them for practically all the parameters with productivity far above those practiced in the region, (28 and 29 ton/ha, respectively), without loss of quality of the must, indicating that mechanical pruning can work properly in this region.

Keywords: Loureiro; mechanization of pruning; vegetation orientation; productivity; quality.

Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
2.1. Ciclo biológico da videira.....	2
2.1.1. Ciclo reprodutivo	3
2.2. Sistemas de Condução	4
2.2.1. Formas de condução	4
2.2.1.1. VSP – Monoplano Vertical Ascendente	4
2.2.1.2. LYS.....	6
2.2.1.3. C.A.R. – Cortina Ascendente e Retombante.....	7
2.2.2. Poda	8
2.2.2.1. Autorregulação da videira.....	9
2.2.2.2. Gravimorfismo e acrotonia	9
2.2.2.3. Poda mecânica.....	10
2.2.2.3.1. Poda em sebe	11
2.2.3. Vindima mecânica.....	13
3. MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1. Caracterização do Ensaio.....	15
3.1.1. Localização	15
3.1.2. Caracterização da vinha	15
3.1.3. Condições edafoclimáticas	16
3.1.4. Caracterização do material vegetal	17
3.1.4.1. A casta Loureiro	17
3.1.4.2. Porta-enxerto 1103 Paulsen	18
3.1.5. Tratamentos experimentais	19
3.1.5.1. FMA – Formação Mecânica Alta	19
3.1.5.2. MCA – Mecânica Com Arames	20
3.1.5.3. LYS.....	22
3.1.5.4. MSA – Mecânica Sem Arames	23
3.1.6. Delineamento experimental	25
3.2. Registos efetuados.....	26
3.2.1. Carga à poda.....	26
3.2.2. Abrolhamento	26
3.2.3. Fertilidade	26

3.2.4.	Estados fenológicos	26
3.2.5.	Área foliar.....	27
3.2.5.1.	Superfície foliar exposta	27
3.2.5.2.	Área foliar total	28
3.2.6.	Escaldão.....	30
3.2.7.	Potencial Hídrico Foliar	30
3.2.8.	Trocas gasosas	31
3.2.9.	Microclima luminoso	32
3.2.10.	Controlo da maturação	34
3.2.11.	Vindima	34
3.2.12.	Vinificação	35
3.2.13.	Vigor e expressão vegetativa	36
3.2.14.	Índice de Ravaz	37
3.2.15.	Tempo de poda.....	37
3.2.16.	Análise estatística dos dados	38
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1.	Carga à poda	39
4.2.	Abrolhamento.....	40
4.3.	Fertilidade.....	41
4.4.	Estados fenológicos.....	43
4.5.	Área foliar	43
4.5.1.	Superfície foliar exposta	43
4.5.2.	Área foliar total	44
4.6.	Point-Quadrat	Erro! Marcador não definido.
4.7.	Potencial Hídrico.....	51
4.8.	Trocas gasosas	52
4.9.	Escaldão.....	54
4.10.	Evolução da maturação	56
4.11.	Vindima	58
4.12.	Vinificação	60
4.13.	Vigor e expressão vegetativa.....	63
4.14.	Índice de Ravaz	65
4.15.	Tempo de poda	66
5.	CONCLUSÕES	67
6.	BIBLIOGRAFIA	70

Índice de figuras

Figura 1 – Ciclo anual da videira no hemisfério norte	3
Figura 2 – Ciclo reprodutivo da videira	4
Figura 3 – Esquema do monopiano vertical ascendente	6
Figura 4 – Esquema do sistema LYS.....	7
Figura 5 – Esquema do sistema C.A.R.....	8
Figura 6 – Sistema de poda mecânica acoplada ao trator.....	11
Figura 7 – Diferentes formas de poda em sebe.....	12
Figura 8 – Vindimadora mecânica rebocada por um trator.....	14
Figura 9 – Vista aérea da localização do ensaio	15
Figura 10 – Gráfico das temperaturas máximas e do déficit hídrico.....	17
Figura 11 – Sistema de poda proposto para a modalidade FMA.....	19
Figura 12 – Esquema do sistema de poda da modalidade FMA	19
Figura 13 – Situação esquemática da despona na modalidade FMA.....	20
Figura 14 – Esquema do sistema de poda da modalidade MCA.....	21
Figura 15 – Situação esquemática da despona na modalidade MCA	21
Figura 16 – Esquema do sistema de poda da modalidade LYS	22
Figura 17 – Situação esquemática da despona na modalidade LYS	23
Figura 18 – Esquema do sistema de poda da modalidade MSA	23
Figura 19 – Situação esquemática da despona na modalidade MSA	24
Figura 20 – Situação esquemática MSA depois de todos os sarmentos retombarem	24
Figura 21 – Esquema geral do ensaio	25
Figura 22 – Vista transversal da modalidade FMA	27
Figura 23 – Vista transversal da modalidade MCA.....	27
Figura 24 – Vista transversal da modalidade LYS	28
Figura 25 – Vista transversal da modalidade MAS	28
Figura 26 – Medição das nervuras laterais das folhas.....	29
Figura 27 – Modelo Lopes e Pinto (2005) Vs Easy leaf app.....	30
Figura 28 – Medição do potencial hídrico foliar	31

Figura 29 – Medição da taxa fotossintética através do I.R.G.A.	32
Figura 30 – Método de registo do número de camadas de folhas e cachos (Point-Quadrat).....	32
Figura 31 – Inserção da vara metálica no sistema Lys.....	33
Figura 32 – Refratómetro	34
Figura 33 – Titulação	34
Figura 34 – Potenciómetro.....	34
Figura 35 – Pesagem das uvas no campo.....	35
Figura 36 – Descarga das uvas do reboque "sem fim" até à bomba de massas	36
Figura 37 – Prensagem das massas	36
Figura 38 – Trásfega do mosto após sedimentação estática	36
Figura 39 – Tiragem das amostras da tina para os jerrican.....	36
Figura 40 – Carga média deixada à poda por hectare.....	40
Figura 41 – Percentagem de abrolhamento.....	41
Figura 42 – Desponta precoce da modalidade MSA, com corte de cachos visível. ..	42
Figura 43 – Índice de fertilidade potencial e prático.....	42
Figura 44 – Evolução dos estados fenológicos segundo Baggiolini	43
Figura 45 – Superfície Foliar Exposta	44
Figura 46 – Área foliar total.....	46
Figura 47 – Área Foliar por Sarmento a 16 de maio de 2018.....	46
Figura 48 – Área Foliar principal, secundária e total por sarmento a 26 de junho de 2018	47
Figura 49 – Área Foliar principal, secundária e total por sarmento a 21 de agosto de 2018	48
Figura 50 – Percentagem de buracos.....	49
Figura 51 – Número de camadas de folhas	49
Figura 52 – Percentagem de folhas interiores e exteriores	50
Figura 53 – Percentagem de cachos interiores e exteriores.....	50
Figura 54 – Potencial hídrico foliar ao longo do dia 21 de agosto de 2018	51
Figura 55 – Razão entre a área foliar total e superfície foliar exposta.....	52
Figura 56 – Condutância estomática para o dia 21 de agosto de 2018.....	53
Figura 57 – Taxa de assimilação de CO ₂ para o dia 21 de agosto de 2018.....	53
Figura 58 – Taxa de transpiração para o dia 21 de agosto de 2018	54

Figura 59 – Percentagem de cachos afetados e perdidos pelo escaldão	55
Figura 60 – Sistema MCA antes da despona à esquerda e depois da despona à direita, com cachos visivelmente expostos.....	56
Figura 61 – Evolução do álcool provável durante a maturação	56
Figura 62 – Evolução da acidez e do pH durante a maturação	57
Figura 63 – Número médio de cachos por videira	58
Figura 64 – Peso médio por cacho	59
Figura 65 – Produtividade em toneladas por hectare	60
Figura 66 – Análise sumária ao mosto.....	61
Figura 67 – Evolução da fermentação	62
Figura 68 – Análise sumária ao vinho.....	62
Figura 69 – Expressão vegetativa.....	64
Figura 70 – Número de varas por cepa	64
Figura 71 – Vigor.....	65
Figura 72 – Índice de Ravaz	66

Índice de Quadros

Quadro 1 – Tempos de poda para o Lys e para a poda em sebe	57
---	----

Lista de abreviaturas

FMA – Formação de uma modalidade a uma altura elevada do solo para posterior mecanização da poda (Formação Mecânica Alta)

MCA – Sistema de poda mecânica com apoio dos arames (Mecânica Com Apoios)

LYS – Modalidade conduzida em LYS

MSA – Sistema de poda mecânica sem apoio dos arames (Mecânica Sem Apoios)

VSP – Vertical Shoot Positioning

IF – Índice de Fertilidade

AFT – Área Foliar Total

SFE – Superfície Foliar Exposta

A_n – Taxa de assimilação líquida de CO₂

E – Taxa de transpiração

gs – Condutância estomática para o H₂O

I.R.G.A. – Infra-Red Gas Analyzer

1. INTRODUÇÃO

Atualmente observa-se uma grande carência de mão-de-obra especializada na vinha. Este problema é agravado com a necessidade de redução de custos das operações, de forma a garantir a viabilidade económica do setor, obrigando assim a uma evolução que passa pela mecanização das operações mais morosas e com mais encargos financeiros. Por esta razão, a presente dissertação de mestrado teve o objetivo de avaliar os efeitos da mecanização integral da vinha de forma a reduzir os principais custos de produção, como é o caso da poda e da vindima, e tornar mais rápidos todos estes processos de forma a garantir a realização destas operações no intervalo de tempo mais adequado.

O ensaio será realizado na Quinta de Lourosa, localizada em Lousada, na Região Demarcada dos Vinhos Verdes.

Nesta região a mecanização da poda e da vindima têm ainda uma expressão muito reduzida, muitas vezes devido às formas de condução utilizadas (ex.: Ramada/Pérgula, Cruzeta/GDC), aos relevos acentuados onde as vinhas se encontram instaladas, devido à pequena dimensão das parcelas e também à resistência de muitos viticultores a esta mudança de paradigma. Contudo esta mudança já aconteceu e está a acontecer sobretudo em explorações de maiores dimensões onde é importante garantir a viabilidade económica desta atividade através da redução dos custos de produção sem nunca perder de vista a quantidade e qualidade das uvas produzidas.

A casta Loureiro é autóctone da região e é reconhecida pelo seu potencial qualitativo e quantitativo. Visto que é uma das principais castas da sub-região do Sousa, onde o ensaio será realizado, tornou-se importante avaliar o impacto da poda e da vindima mecânica na mesma.

Assim o primeiro objetivo deste trabalho foi o estudo dos efeitos ecofisiológicos na casta Loureiro, quando esta é submetida a poda mecânica, especialmente no que se refere aos efeitos no rendimento e na qualidade das uvas.

Outro foco foi avaliar os efeitos da vindima mecânica nesta casta e em diferentes formas de condução de forma a perceber se estes dois influenciam a qualidade das uvas produzidas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ciclo biológico da videira

Segundo Magalhães (2008) o ciclo biológico da videira pode dividir-se em duas grandes fases: a fase de atividade vegetativa, onde ocorrem, continuamente, mudanças fisiológicas na planta e a fase do repouso vegetativo, onde a sua atividade fisiológica é bastante reduzida. O período da atividade vegetativa está compreendido entre o abrolhamento dos gomos e a queda da folha, no entanto o primeiro sinal de atividade vegetativa pode ser dado pela observação do “choro”, ainda antes do abrolhamento (figura 1).

Em climas tipicamente mediterrâneos, como é o caso do nosso país, a videira segue um ciclo vegetativo anual próprio, com diferentes fases de desenvolvimento designados de estados fenológicos, que podem ser seguidos através de várias escalas sequenciais do desenvolvimento vegetativo, como é o caso da escala de Baggiolini ou da escala BBCH. O conhecimento destas escalas é de extrema importância para os viticultores, pois a sensibilidade da videira a doenças e pragas é determinada pelo seu estado de desenvolvimento (Garrido J. *et. al.*, 2004).

Relativamente à fase de repouso vegetativo é definida entre a queda da folha e abrolhamento dos gomos (figura 1) (Magalhães, 2008).

Segundo Williams e Matthews (1990) a videira apresenta uma forma livre em ambiente natural, onde o mecanismo da autorregulação prevalece, havendo um equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e a produção. No entanto quando este ambiente natural passa a ser manipulado pelo viticultor há alterações que ocorrem durante a atividade e o repouso vegetativo da videira, influenciando diretamente a produção (Reynier, 2012).

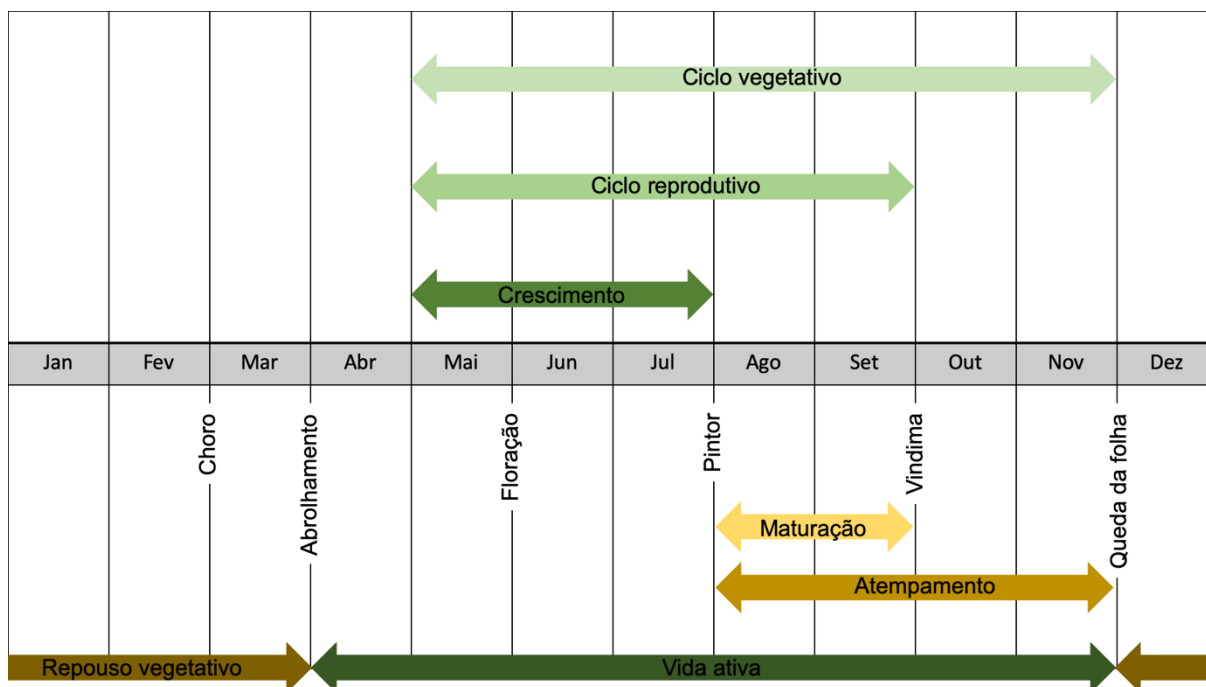


Figura 1 – Ciclo anual da videira no hemisfério norte (adaptado de Magalhães, 2008)

2.1.1. Ciclo reprodutivo

O ciclo reprodutivo da videira ocorre durante dois ciclos vegetativos (figura 2). Têm início na diferenciação dos primórdios das inflorescências ainda dentro dos gomos hibernantes e só terminarão o seu ciclo no ano seguinte quando esses gomos dão origem aos cachos e a grainha adquire capacidade de germinação ao mesmo tempo da maturação fisiológica do bago (Magalhães, 2008).

No ano 1 ocorre a diferenciação de 3 a 4 primórdios foliares e a formação de uma protuberância de tecidos meristemáticos. Esta protuberância é indiferenciada e pode originar primórdios de inflorescências ou primórdios de gavinhas (Galet, 1998).

Os fatores ambientais exercem um papel fundamental na diferenciação dos primórdios, pois exposições curtas das protuberâncias a elevadas temperaturas e a uma elevada intensidade luminosa no ano 1 favorecem a diferenciação floral, pois levam a uma modificação química interna das protuberâncias, principalmente no que diz respeito ao balanço hormonal (Vasconcelos, *et al.*, 2019).

No ano 2 acontece o desenvolvimento da inflorescência que passa por três processos: formação do embrião floral, diferenciação da inflorescência e formação das flores. O embrião floral é formado no início da primavera, podendo desenvolver-se em inflorescência ou gavinha. Normalmente as flores são formadas nas inflorescências aquando da abertura dos gomos. De seguida as inflorescências aparecem entre as primeiras folhas onde surgirão mais tarde botões florais separados (Galet, 1998).

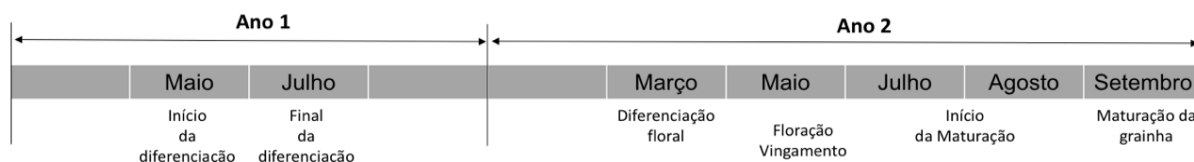


Figura 2 – Ciclo reprodutivo da videira (adaptado de Magalhães, 2008)

2.2. Sistemas de Condução

O sistema de condução permite adaptar as respostas fisiológicas da casta ao meio, tendo em conta os seguintes parâmetros (Carbonneau, 1989):

- Densidade e compasso de plantação;
- Orientação das linhas;
- Poda de formação e frutificação;
- Condução da vegetação;
- Intervenções em verde.

Todos estes fatores devem otimizar o funcionamento da videira de forma a garantir a perenidade da videira, a boa maturação das uvas e o atempamento dos sarmentos (Carbonneau, *et al.*, 1981).

2.2.1. Formas de condução

2.2.1.1. VSP – Monoplano Vertical Ascendente

O monoplano vertical ascendente promove o crescimento ascendente das varas e com o auxílio dos arames duplos (fixos ou móveis) é possível manter a parede de vegetação na

vertical. Neste sistema a poda pode ser curta (ex: Cordão Royat) ou longa (ex: Guyot) e unilateral ou bilateral.

O monopiano ascendente é a forma de condução mais usada nas vinhas, visto que é facilmente mecanizável. Alguns estudos apontam para a boa adaptação à vindima mecânica, à pré-poda e à orientação mecânica do coberto (Dokoozlian, 1999).

Esta forma de condução possui a zona de frutificação bem separada da zona vegetativa, facilitando assim a mecanização das operações (Smart & Robinson, 1991).

De realçar que o bom funcionamento deste sistema exige a orientação da vegetação em momento oportuno, implicando uma elevada necessidade de mão de obra em parcelas onde esta etapa seja feita manualmente (Castro, *et al.*, 2015).

Tendo em conta o rápido crescimento da vegetação no período de crescimento vegetativo da videira, na região dos vinhos verdes, o momento oportuno para a orientação da vegetação torna-se curto. Aliando-se este curto período de tempo à dificuldade de obtenção de mão de obra na região, torna esta operação muitas vezes desajustada, pondo em causa o bom funcionamento do sistema.

Sendo a região dos vinhos verdes uma região de viticultura historicamente etrusca, de elevada expressão vegetativa, onde predominavam, no século passado, formas de condução como o enforcado e as ramadas, a elevada expressão vegetativa das videiras, torna o monopiano vertical ascendente um sistema pouco adaptado à região, pois não respeita as origens e a tradição dos sistemas da região que integravam o conhecimento do domínio do vigor, da captação de energia, da sanidade e maturação das uvas (Guedes-Lopes, *et al.*, 1995).

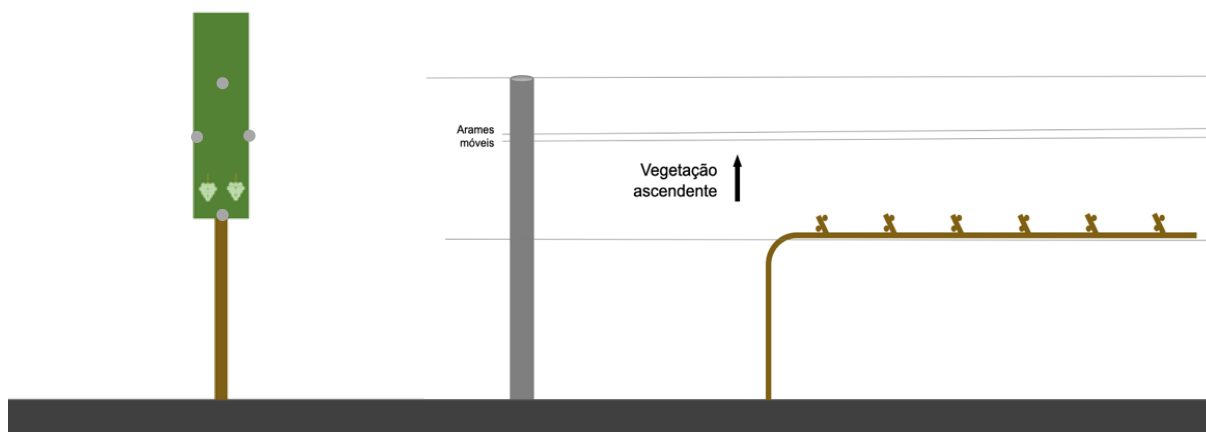


Figura 3 – Esquema transversal em verde (esquerda) e frontal em repouso (direita) do monoplaneo vertical ascendente

2.2.1.2. LYS

O LYS foi apresentado por Castro, *et al.*, (1995) e surgiu no início dos anos 80 na Quinta de Lourosa. É uma forma de condução, derivada da do C.A.R. (Cordão Ascendente e Retombante) que foi desenvolvida na Região dos Vinhos Verdes (Castro R., 1984).

É um sistema tridimensional constituído por três paredes de vegetação, o que permite obter uma maior superfície foliar exposta quando comparada com o monoplaneo vertical ascendente. Uma das paredes de vegetação é ascendente e localiza-se no cordão superior e as restantes são retombantes e são provenientes das extremidades das espáduas localizadas no cordão inferior (Castro, *et al.*, 1995).

No entanto, segundo Castro (comunicação pessoal, 2017), de forma a facilitar e otimizar os trabalhos realizados com máquinas como é o exemplo da vindima e poda mecânica as espáduas devem ser banidas, e a poda deve ser mista (Guyot) deixando assim de existir as estruturas permanentes nas paredes retombantes, tornando assim estas estruturas mais flexíveis e resistentes, possibilitando a realização da vindima mecânica.

Segundo Mota (2005) o sistema LYS proporciona uma boa fecundação e um microclima favorável aos cachos devido à divisão dos planos de vegetação, o que indica aumentos de rendimento. No que diz respeito à qualidade das uvas, esta autora também indica que existem vantagens devido à menor incidência de podridão nos cachos e também pela existência de uma maior área foliar exposta o que otimiza a relação folha/fruto e favorece a maturação das uvas devido à boa incidência de luz nos cachos.

Com o sistema LYS, através da divisão das sebes foi possível aumentar a superfície foliar exposta (ascendente + retombante), tornando-se uma vantagem em relação ao monoplano vertical ascendente, pois permite aumentar o potencial fotossintético da planta e consequentemente aumentar as produtividades sem implicar perdas de qualidade (Guedes-Lopes, et al., 1995).

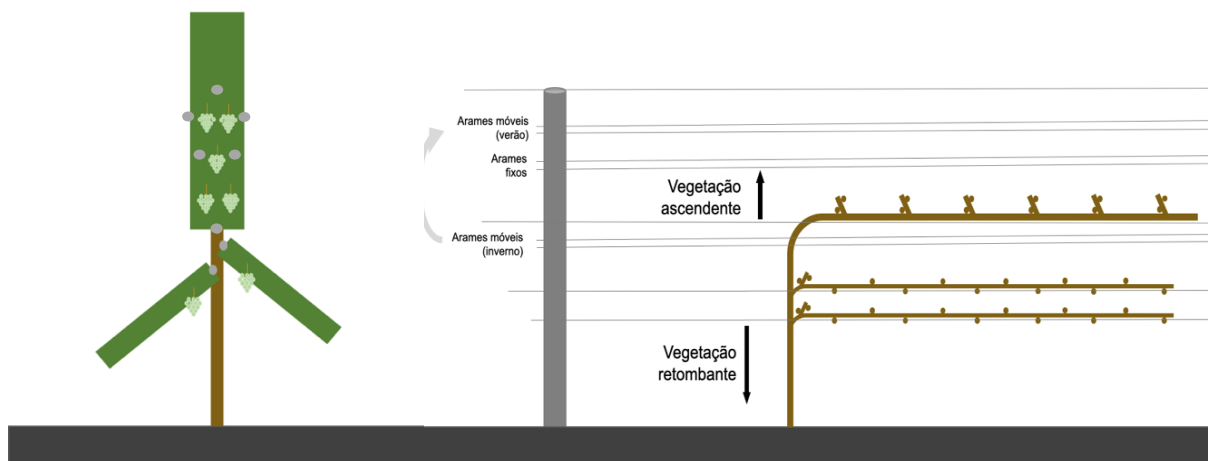


Figura 4 – Esquema transversal em verde (esquerda) e frontal em repouso (direita) do sistema LYS

2.2.1.3. C.A.R. – Cortina Ascendente e Retombante

O sistema CAR foi a primeira fase de concepção do sistema LYS, onde ainda não existia a separação bem definida da vegetação, como mostra a figura 5 (Castro, *et al.*, 1994).

Segundo Guedes-Lopes, *et al.*, (1995) o sistema foi estudado num campo experimental em Felgueiras, onde uma das características principais do sistema era a ausência das intervenções em verde. Apesar do estudo apresentar produtividades inferiores às descritas no sistema C.A.R. - Lys, apresentava uma produção de quase 15 toneladas por hectare, sem perdas de qualidade.

Noutro estudo, onde foi avaliado a influência da carga deixada à poda no sistema C.A.R. observaram-se produtividades acima das 25 toneladas hectare, quando a carga deixada à poda atingiu números na ordem dos 100 000 olhos por hectare (Garrido, *et al.*, 1995).

Apesar desta forma de condução ser aparentemente bem-adaptada à região, por respeitar as origens dos sistemas da região, integrando o conhecimento do domínio e controlo do vigor, este sistema nunca chegou a ser largamente usado nos Vinhos Verdes.

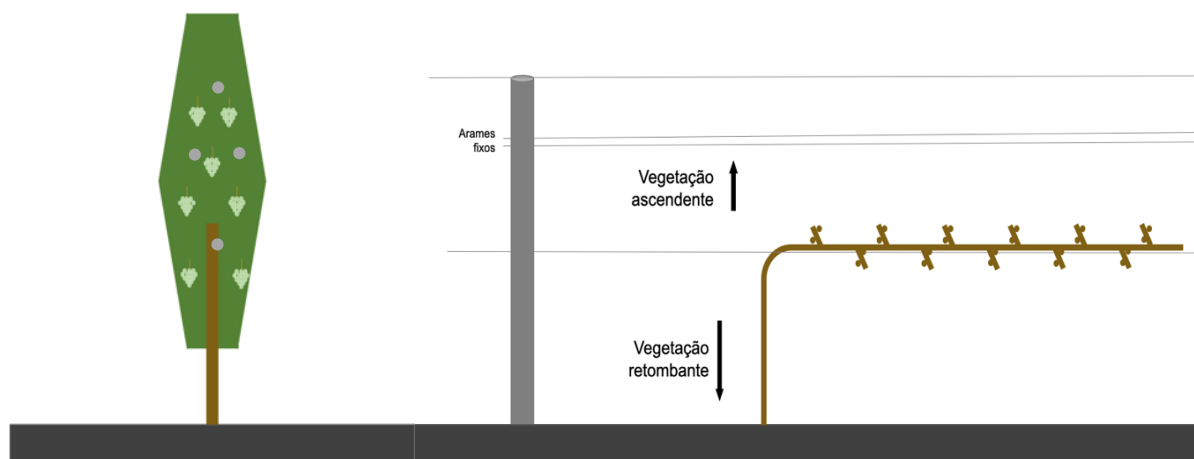


Figura 5 – Esquema transversal em verde (esquerda) e frontal em repouso (direita) do sistema C.A.R.

2.2.2. Poda

A poda provoca alterações morfológicas e fisiológicas na videira através do condicionamento do crescimento dos órgãos vegetativos, da produção, do microclima do coberto, da maturação e da perenidade da planta (Champagnol, 1984).

Segundo Winkler, *et al.*, (1974) a poda tem com base os seguintes princípios:

- Efeito depressivo na videira sobre a sua capacidade produtiva;
- A produção do ano condiciona as produções dos anos seguintes;
- O potencial vegetativo da videira depende do número de sarmentos;
- O vigor dos sarmentos depende do seu número e da carga à poda;
- A fertilidade dos gomos depende do vigor dos sarmentos;
- O crescimento vegetativo e a maturação das uvas são condicionadas pelos anos anteriores e também pelas condições ambientais;
- Capacidade de autorregulação da videira.

De acordo com Castro, *et al.*, (2015) com a poda de Inverno pretende-se:

- Estabelecer e conservar a videira numa forma e dimensão que facilitem e permitam mecanizar a maior parte, senão a totalidade, das operações realizadas anualmente numa vinha (poda, gestão da vegetação, tratamentos fitossanitários, vindima, etc.);
- Manter o vigor da planta dentro de limites que permitam o equilíbrio entre desenvolvimento vegetativo e reprodutivo;
- Controlar a produção de uvas adequando-a ao potencial do terroir e da vinha em questão e aos objetivos qualitativos pretendidos;
- Distribuir espacialmente folhas e frutos, de forma a adequar a sua exposição à luz solar e ao terroir em questão e assegurar um microclima favorável do coberto vegetal;
- Assegurar a regeneração das unidades de poda nos anos seguintes.

2.2.2.1. Autorregulação da videira

A capacidade de autorregulação é uma resposta da videira à poda. Em videiras submetidas a podas mecânicas, esta capacidade é evidente devido à elevada carga deixada à poda. Neste caso a videira regula-se através da redução da percentagem de abrolhamento dos gomos (Poni, 2004; Studer, 1980), redução do vingamento (Jackson, 1984; Possingham, 1994) e diminuição do peso médio dos cachos (Freeman & Cullis, 1981) de forma a conseguir assegurar a sua perenidade.

2.2.2.2. Gravimorfismo e acrotonia

O gravimorfismo é um fenómeno fisiológico que atua em diversas espécies lenhosas e diz respeito ao grande desenvolvimento dos pâmpanos orientados na vertical ascendente, quando comparados com os pâmpanos orientados na horizontal ou vertical descendente (Castro, *et al.*, 2015).

A acrotonia é outro fenómeno fisiológico da videira que consiste no maior desenvolvimento dos novos lançamentos nas zonas mais afastadas da base (Castro, *et al.*, 2015).

Estes hábitos de vegetação devem ser sempre respeitados na poda, visto que todo o desenvolvimento da planta se centra nestes dois princípios básicos da videira, o que implica que quando não respeitados trarão dificuldades no controlo do vigor, na captação de energia, na sanidade e na maturação das uvas (Guedes-Lopes, et al., 1995).

2.2.2.3. Poda mecânica

A poda é uma operação que consome entre 30% a 40% de toda a mão-de-obra necessária numa vinha (Martinez-de-Toda & Sancha, 1999; Intrieri, 1995). Por esta razão e conjugando com a falta de mão-de-obra especializada para a realização desta tarefa é importante simplificar-se esta operação através de uma maior sistematização da condução da vinha e adequá-la à mecanização (Castro, et al., 2015).

Um dos métodos utilizados para tentar reduzir o tempo de mão-de-obra necessário para a poda é a mecanização parcial, que consiste numa primeira passagem da pré-podadora e de seguida a utilização de tesouras assistidas pneumáticas ou elétricas (Castro, et al., 2015).

Contudo, neste momento já se utilizam estratégias de mecanização integral da poda através dos sistemas de poda em sebe, poda mínima e poda rasa de precisão sem correção manual (Castro, et al., 2015).

Este sistema pode reduzir cerca de 25 h/ha do tempo de poda de inverno o que leva a uma poupança entre 54% e os 70% da mão de obra necessária para esta operação, com aumentos significativos da produção e sem redução da qualidade das uvas (Gatti, et al., 2011).

Alguns autores indicam que este aumento de produção sem perda de qualidade é possível pois as videiras podadas mecanicamente são mais eficientes, visto que investem menos energia na formação de varas, canalizando essa energia para os frutos e formação de reservas (Lakso, 1999).

Poni, et al., (2016) defendem que a poda manual de inverno restringe muito o rendimento e a capacidade da videira, devido à supressão de grande parte dos gomos da videira. Admitem assim que a poda mecânica leve resulte num aumento da capacidade da videira devido ao aumento de carga, implicando um aumento do rendimento. Se este aumento

de rendimento for proporcional ao aumento da capacidade da videira, não há razões para pensar que a poda mecânica diminui a qualidade da uva.

Segundo Castro, *et al.*, (2015). o rendimento produtivo das videiras pode ser até mais do dobro quando estas são podadas mecanicamente e com diferenças mínimas na qualidade do vinho (teor alcoólico e componentes de cor). No entanto estes mesmos autores relatam uma diminuição significativa no vigor das videiras quando estas são sujeitas à poda mecânica.



Figura 6 – Sistema de poda mecânica acoplada ao trator

2.2.2.3.1. Poda em sebe

A poda em sebe é realizada através de um equipamento que possui um disco de corte horizontal e dois discos de corte verticais que cortam os lançamentos a uma distância pré-definida do cordão, permitindo reduzir a carga deixada à poda pela pré-podadora (Castro, *et al.*, 2015).

Contudo este sistema de poda conduz a um aumento significativo da carga deixada à poda em comparação com a poda manual o que origina uma redução da taxa de abrolhamento.

Apesar desta redução, o número de olhos abrolhados é substancialmente maior do que nos sistemas de poda manual, levando as videiras submetidas à poda em sebe a um aumento da área foliar 4 a 5 vezes mais do que na poda manual, 4 a 5 semanas após o abrolhamento. No entanto, as áreas foliares da poda manual em relação à poda em sebe vão se aproximando ao longo do tempo devido aos lançamentos das videiras podadas manualmente

desenvolverem folhas maiores e com maior capacidade de formação de netas (Downton & Grant, 1992).

Vários autores indicam que existe um aumento de rendimento neste tipo de poda devido ao aumento do número de cachos (Clingeffer, *et al.*, 2005; Castro, *et al.*, 2010; Cruz, *et al.*, 2011; Botelho, *et al.*, 2013).

Segundo Poni, *et al.* (2004) uma casta considera-se bem-adaptada à poda em sebe quando a quantidade e a qualidade das uvas não são significativamente afetadas. Esta adaptação é possível quando o equilíbrio entre o aumento da produção, que é provocado pelo aumento da carga, é superado pela eficiência do coberto vegetal.

Em 1981, Freeman & Cullis (1981) propuseram e compararam três formas diferentes para a poda em sebe, como mostra a figura 7: sebe quadrada, triangular e retangular em offset. A poda em sebe retangular é feita modificando a posição da máquina do ano 1 para o ano 2, repetindo sempre esta sequência. A sebe triangular foi aquela que obteve maior produção, na casta Cabernet Sauvignon, quando comparada com a poda manual e também com os outros sistemas de poda em sebe. Além disso os autores afirmam que o número de sarmentos e de cachos da poda em sebe é superior à poda manual.

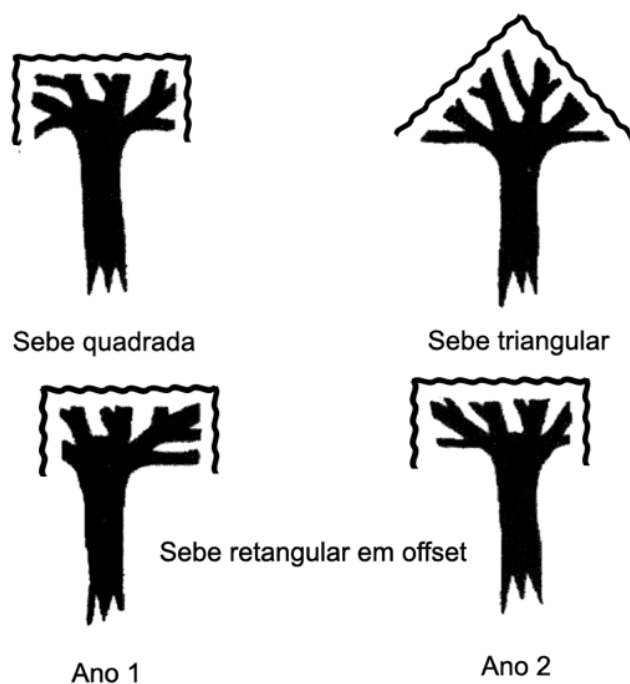


Figura 7 – Diferentes formas de poda em sebe (adaptado de Freeman & Cullis, 1981)

Reynolds & Wardle (1993) também compararam a poda manual à poda mecânica durante 5 anos e verificaram também o aumento da produtividade para a poda mecânica simulada, devido ao aumento do número de cachos, no entanto, observaram também um menor teor em açúcares (°Brix) para esta modalidade. Além disso, estes autores observaram também uma redução das produtividades nos últimos anos do estudo, sugerindo assim a necessidade de uma renovação do braço da videira após 5 anos de poda mecânica, de forma a promover a formação de novos olhos frutíferos.

Em Portugal, um dos primeiros estudos de poda em sebe foi apresentado por Lopes, *et al.*, (1995) na casta Cabernet Sauvignon, onde observaram um aumento significativo na produtividade, sem alterações significativas na qualidade do mosto à vindima, comparativamente com a poda manual. Relativamente à atividade fisiológica da videira relataram um potencial hídrico de base ligeiramente mais favorável nas videiras podadas manualmente, nos meses de maior calor devido à menor área foliar total.

Importa referir que o tipo de poda em sebe adotada no ensaio experimental desta dissertação foi a poda em sebe quadrada.

2.2.3. Vindima mecânica

A colheita mecânica pode ter vantagens e inconvenientes na qualidade das uvas e consequentemente no vinho.

Uma das vantagens é a velocidade da colheita, permitindo assim a colheita no momento mais apropriado assim como a possibilidade da colheita na altura da noite, onde as temperaturas são mais baixas, diminuindo assim os processos de oxidação enzimática e de fermentação precoce, permitindo uma boa conservação das uvas até ao momento de entrada na adega (Javier, *et al.*, 2011).

Outra das vantagens é a redução dos custos da mão de obra, pois a vindima manual necessita cerca de 160 horas/ha enquanto que a vindima mecânica exige apenas 7 horas/ha com a vindimadora rebocada e 2 horas/ha com uma automotriz (Tudisca, *et al.*, 2013).

No entanto, a vindima mecânica necessita da adequação das vinhas como é o caso das cabeceiras com dimensões suficientes (6 a 8 m) para que a vindimadora possa dar as voltas, e os topos têm de ser sólidos com sebes homogêneas de forma a aguentar as cargas impressas pelos batedores (Castro, *et al.*, 2006), sendo este um dos pontos fracos da Região dos Vinhos Verdes. Segundo Castro (comunicação pessoal, 2017) as videiras também não devem apresentar estruturas rígidas voltadas para a entrelinha, pois estas causam uma resistência nos batedores podendo danificar a máquina, a videira e conseqüentemente reduzir a qualidade da vindima.



Figura 8 – Vindimadora mecânica rebocada por um trator

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Caracterização do Ensaio

3.1.1. Localização

O ensaio está instalado numa das vinhas da Quinta de Lourosa, como mostra a figura 9, localizada na freguesia de Sousela, concelho de Lousada. A quinta de Lourosa localiza-se a cerca de 41°17' Latitude Norte e 8°18' Longitude Oeste a uma altitude de 233 metros acima do nível médio da água do mar. Esta localização está inserida na Região Demarcada dos Vinhos Verdes na sub-região do Sousa.



Figura 9 – Vista aérea da localização do ensaio (Fonte: Google Earth)

3.1.2. Caracterização da vinha

A Vinha onde se localiza o ensaio estava conduzida inicialmente em Lys, com uma densidade de 2222 plantas por hectare, com uma entrelinha de 3 metros e a distância de planta a planta de 1,5 metros.

A casta implantada é o Loureiro com já foi anteriormente referido, enxertada no porta-enxerto 1103-P.

As linhas têm a orientação Nordeste-Sudoeste e apresentam um declive de aproximadamente 10%.

3.1.3. Condições edafoclimáticas

A região agrícola é conhecida pelos seus solos férteis, no entanto, as áreas com aptidão para a exploração florestal dominam relativamente às áreas com aptidão para a agricultura. Dos 856 353 hectares que correspondem à área total do Entre Douro e Minho, apenas 39,8 % da área possui aptidão para o uso agrícola, destacando-se a classe de aptidão moderada (A2) com 21,2%. As manchas que correspondem a este tipo de uso aparecem, sobretudo, no litoral e centro da região. As terras de uso agrícola com aptidão elevada (A1) correspondem apenas a 4,4% (37 378 ha), enquanto que as de aptidão marginal (A3) cobrem 14,2% (121 461 ha) (Monteiro, et al., 2005).

Relativamente as condições climáticas, foi possível obterem-se os dados climáticos de 2018 da estação metrológica de Lousada, facultados pela Direção Regional de Agricultura e Pescas do Norte (DRAPN). A figura 10 mostra o gráfico do défice hídrico e das temperaturas máximas dos meses mais quentes (junho, julho, agosto e setembro).

O verão de 2018 verificou-se muito quente e com um défice hídrico constante ao longo de todo o período, traduzindo-se num ano atípico, com grandes prejuízos na produção de uvas devido ao escaldão ocorrido em praticamente todo o país. No caso do ensaio desta dissertação, verificou-se a ocorrência de escaldão das uvas a 2 de agosto, devido ao défice hídrico prolongado e ao mesmo tempo devido uma grande subida da temperatura máxima (aumentando 15 °C em três dias), atingindo os 40 °C.

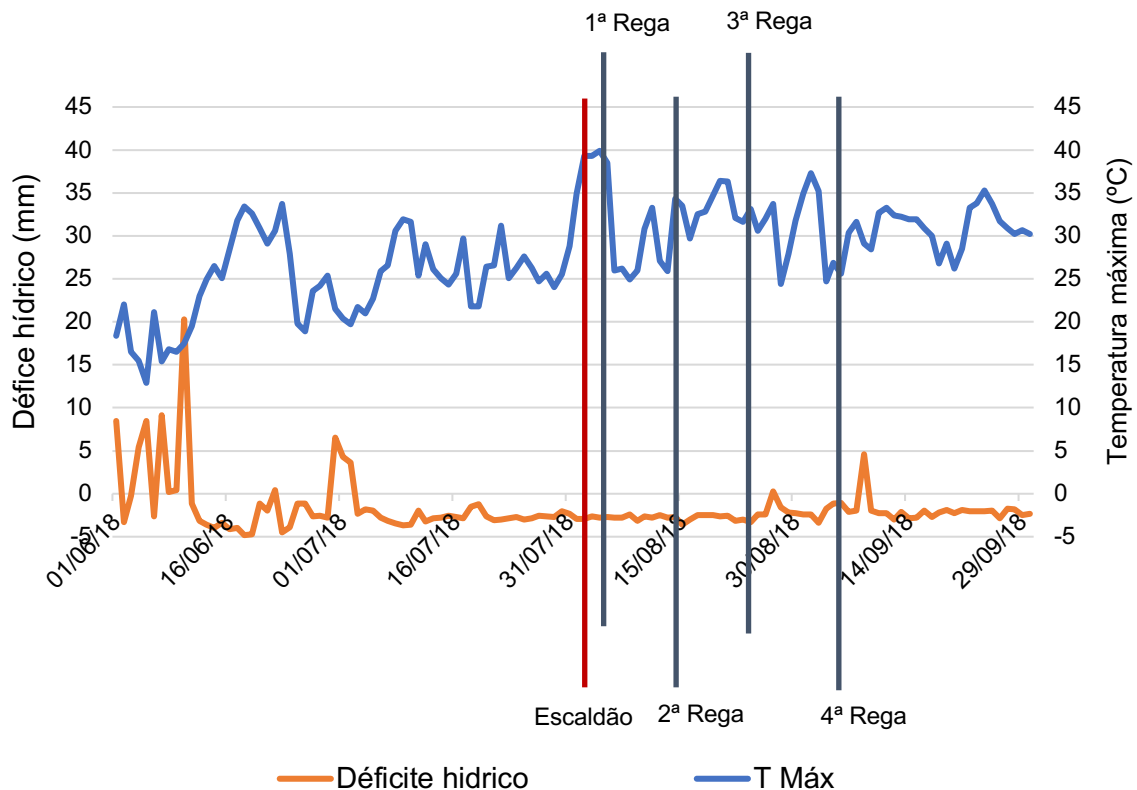


Figura 10 – Gráfico das temperaturas máximas e do déficit hídrico ao longo dos meses de junho, julho, agosto e setembro

3.1.4. Caracterização do material vegetal

3.1.4.1. A casta Loureiro

O Loureiro será uma das castas com maior importância na região dos Vinhos Verdes a nível económico. É uma casta muito fértil e produtiva, sendo que o seu comportamento é condicionado pelo “terroir”, pelo sistema de condução e pelo porta-enxerto utilizado, no entanto, quando a produção é demasiado elevada existem problemas de maturação o que leva a uma elevada acidez e consequentemente a uma fraca expressão do seu aroma varietal (Magalhães, et al., 2011).

No abrolhamento é uma casta precoce e sua maturação é intermédia (Magalhães, et al., 2011).

No que diz respeito a doenças, esta casta é sensível à escoriose, ao oídio e à podridão dos cachos (Magalhães, et al., 2011).

Geneticamente é uma casta muito sensível à desnoca, recomendando-se assim o uso de arames móveis pareados para a vegetação ascendente. Para a vegetação descendente deve-se tentar usar unidades de frutificação com maior carga e conseqüentemente com maior flexibilidade (Castro, *et al.*, 2015).

3.1.4.2. Porta-enxerto 1103 Paulsen

A casta Loureiro está enxertada no porta-enxerto 1103P, que é de origem siciliana, resultante do cruzamento entre Berlandieri v. Rupestris. É um porta-enxerto bem-adaptado a climas quentes e secos, tolerante a solos pobres e ácidos, mas sensível à carência de Boro e Potássio (Magalhães, 2008).

De realçar que se trata também de um porta-enxerto muito vigoroso, que pode induzir enormes produtividades, sendo que quando introduzido em solos férteis e com disponibilidade de água, pode induzir um vigor excessivo à planta, com grande desenvolvimento vegetativo (Castro, R., comunicação oral, 2018).

3.1.5. Tratamentos experimentais

3.1.5.1. FMA – Formação Mecânica Alta

Esta modalidade teve como principal objetivo a formação de um braço a 1,60 metros do solo para que seja possível implementar um sistema de poda mecânica a uma altura mais elevada do solo nos próximos anos do estudo (Figura 11).

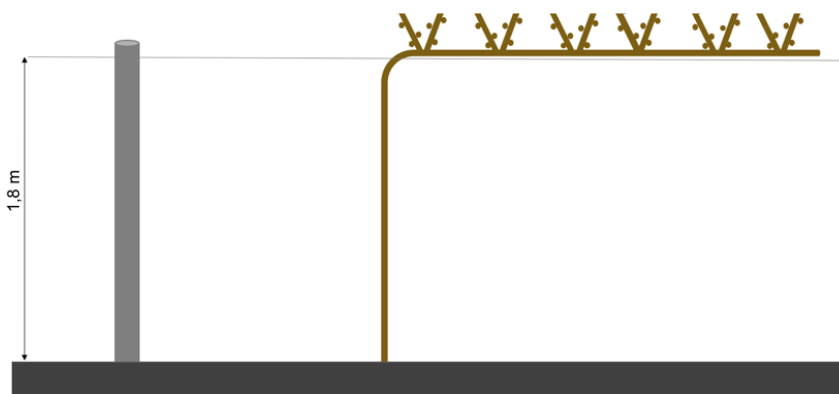


Figura 11 – Sistema de poda proposto para a modalidade FMA nos seguintes anos do ensaio

Apesar de ser uma modalidade em formação, esta teve a mesma atenção das restantes, tendo sido retirados todos os dados e de igual forma a todas as outras modalidades. Visto que a vinha onde se implementou o estudo era uma vinha adulta e para evitar reduções drásticas da carga à poda, optou-se por se formar o braço a 1,60 m do solo, deixando-se também duas varas longas (8 a 12 olhos) de forma a garantir a produção e evitar lançamentos ladrões, como mostra a figura 12.



Figura 12 – Esquema do sistema de poda da modalidade FMA à esquerda e situação real à direita

No que diz respeito às intervenções em verde desta modalidade, optou-se por retomar toda a vegetação proveniente das duas varas inferiores, e apenas despontar quando os pâmpanos estavam a chegar ao solo. Relativamente ao braço mais alto, orientou-se a vegetação na vertical de forma a que esta ficasse entre os arames fixos, sendo que a desponta era realizada através de uma máquina de desponta acoplada ao trator como mostra a figura 13.



Figura 13 – Situação esquemática da desponta à esquerda e imagem real da desponta à direita na modalidade FMA

3.1.5.2. MCA – Mecânica Com Arames

A Modalidade 2 diz respeito ao tratamento da poda mecânica em sebe com um par de arames fixos a cerca de 1,4 metros do solo e um arame fixo que passa no topo dos postes.

O braço desta modalidade situa-se a 1,2 metros de altura como mostra a figura 14. A poda mecânica deste sistema foi simulada manualmente, tendo sido cortados todos os lançamentos à mesma altura e sem qualquer tipo de seleção.



Figura 14 – Esquema do sistema de poda da modalidade MCA à esquerda e situação real à direita

As intervenções manuais em verde nesta modalidade foram praticamente inexistentes, com o controlo da vegetação a ser assegurado quase exclusivamente pela máquina de desponta. Não existiu qualquer orientação da vegetação, sendo que os sarmentos que conseguiram inserir-se entre os arames fixos ficaram na vertical ascendente e os restantes retombaram. Com isto, os sarmentos despontados pela máquina de desponta eram apenas os que tomaram a posição vertical ascendente, os retombantes eram cortados manualmente quando estavam próximos do solo (figura 15).



Figura 15 – Situação esquemática da desponta à esquerda e imagem real da desponta à direita na modalidade MCA

3.1.5.3. LYS

A modalidade 3 diz respeito ao sistema LYS, visto que é o sistema já existente na vinha, no entanto este também sofreu algumas alterações, de forma a possibilitar a vindima mecânica, como referido no ponto 2.1.1.2. Visto que a vindima foi feita mecanicamente foi possível alongar a zona de frutificação com algumas meias varas no braço superior, como mostra a figura 16.

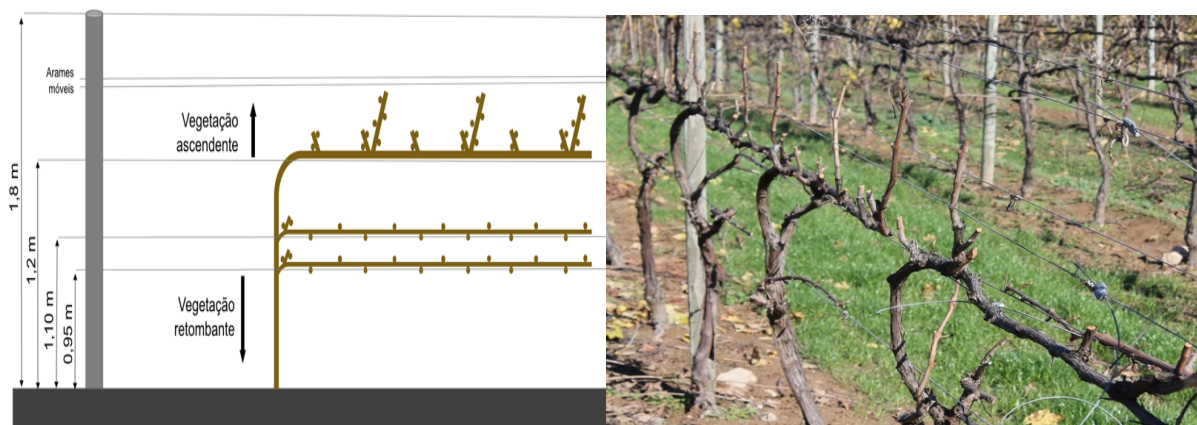


Figura 16 – Esquema do sistema de poda da modalidade LYS à esquerda e situação real à direita

No sistema Lys as intervenções em verde foram feitas de acordo com o que se pretende no sistema. Foi mantido a separação dos planos (ascendente e retombante) através da operação da “penteia”, onde se separam os dois planos, evitando que estes se liguem e ponham em causa o princípio do sistema. O plano ascendente foi orientado através da mudança dos arames móveis. Relativamente às despontas, estas foram feitas através da máquina de despona no plano superior (ascendente) e manualmente no plano inferior (retombante) quando os sarmentos estavam próximos do solo (figura 17).



Figura 17 – Situação esquemática da despona à esquerda e imagem real da despona à direita na modalidade LYS

3.1.5.4. MSA – Mecânica Sem Arames

A modalidade MSA teve exatamente o mesmo princípio da modalidade MCA, no entanto, nesta modalidade foram retirados todos os arames de orientação da vegetação, como é visível no esquema representado na figura 18.



Figura 18 – Esquema do sistema de poda da modalidade MSA à esquerda e situação real à direita

Relativamente às intervenções em verde, foi proposto inicialmente fazer o controlo da vegetação apenas com máquina de despona como mostra a figura 18, no entanto, com o avançar do tempo e com o aumento do peso da sebe, os sarmentos acabaram por retombar todos o que obrigou a tornar esta operação apenas manual com o corte dos sarmentos que chegavam ao solo (figura 20).



Figura 19 – Situação esquemática da despona à esquerda e imagem real da despona à direita na modalidade MSA

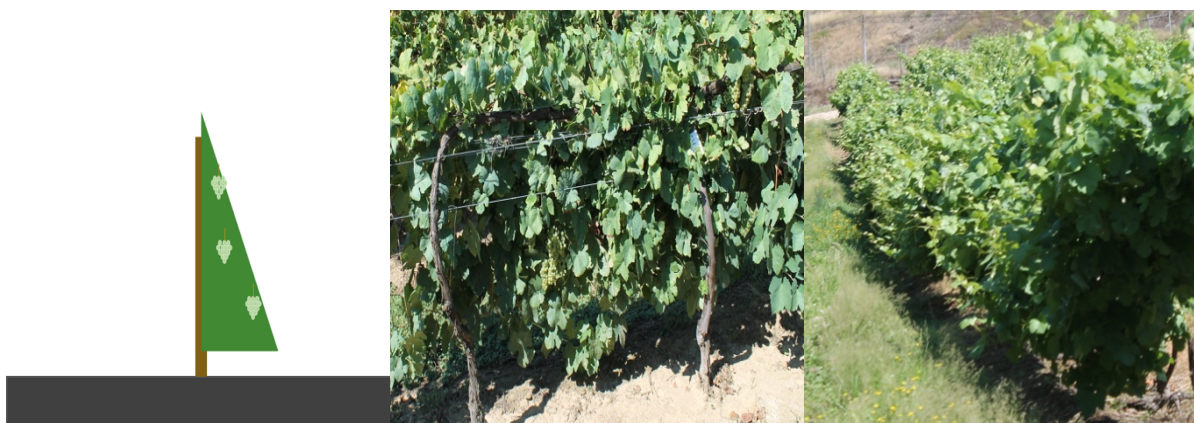


Figura 20 – Situação esquemática (direita) e imagens da sebe formada pela modalidade MSA depois de todos os sarmentos retombarem

3.1.6. Delineamento experimental

Este trabalho teve o objetivo de estudar o comportamento fisiológico da casta Loureiro quando submetida a poda mecânica em sebe.

O estudo apresenta 4 tratamentos de poda distintos com 3 repetições cada um. Desta forma a parcela em estudo inclui 12 linhas com aproximadamente 80 videiras cada uma. Cada linha do estudo diz respeito a uma só modalidade, que foram distribuídas aleatoriamente por três blocos como mostra a figura 21.

	Bloco 1				Bloco 2				Bloco 3			
Linha	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
Modalidade	LYS	FMA	MCA	MSA	LYS	MSA	MCA	FMA	MCA	MSA	FMA	LYS

Figura 21 – Esquema geral do ensaio

Inicialmente foram eleitas de forma aleatória doze videiras por linha, excluindo-se todas aquelas que apresentavam debilidades a olho nu, e todas que aparentavam vantagem competitiva relativamente a videiras normais por terem espaços vazios ou videiras mortas na sua vizinhança.

Visto que não havia qualquer registo em relação às videiras eleitas, optou-se por se pesar a lenha de poda de cada videira eleita e de seguida excluíram-se as três videiras que apresentavam um maior peso e as três videiras que apresentavam menor peso, elegendo-se assim seis videiras por cada linha do estudo.

Todos os registos efetuados após a poda de 2017-2018 foram realizados nas seis videiras descritas anteriormente.

3.2. Registos efetuados

3.2.1. Carga à poda

A carga à poda foi determinada através da contagem dos olhos deixados à poda em todas as videiras selecionadas para o ensaio.

Através deste registo foi possível determinar a carga média de cada videira e a carga média por unidade de área (ha).

3.2.2. Abrolhamento

A percentagem de abrolhamento foi calculada através da contagem dos olhos abrolhados, excluindo-se abrolhamentos provenientes de gomos hibernantes e da coroa, em todas as videiras selecionadas para o ensaio.

Este cálculo define-se pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ abrolhamento} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de olhos abrolhados}}{\text{Carga à poda}} \times 100$$

3.2.3. Fertilidade

O índice de fertilidade foi obtido através da contagem do número de cachos por videira. Através deste número é possível calcular dois índices de fertilidade importantes:

$$\text{Índice de fertilidade potencial} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de cachos}}{\text{N}^{\circ} \text{ de olhos abrolhados}}$$

$$\text{Índice de fertilidade prático} = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de cachos}}{\text{Carga à poda}}$$

3.2.4. Estados fenológicos

A evolução dos estados fenológicos foi registada de acordo com a escala de Baggiolini, iniciando-se este registo no dia 10 de maio de 2018 e acompanhando a sua evolução todas

as semanas de desenvolvimento vegetativo. Esta observação foi realizada em todas as videiras eleitas para o ensaio.

O registo era efetuado de acordo com a observação em todos os olhos da videira e de seguida verificou-se qual o estado fenológico predominante, ou seja, o que tinha mais observações.

3.2.5. Área foliar

3.2.5.1. Superfície foliar exposta

A área foliar exposta foi calculada através da medição da altura e espessura da sebe ascendente e da altura da sebe retumbante.

As figuras 22, 23, 24 e 25 apresentadas abaixo indicam, de uma forma esquemática, a forma de cálculo proposta para cada uma das modalidades existentes no ensaio.

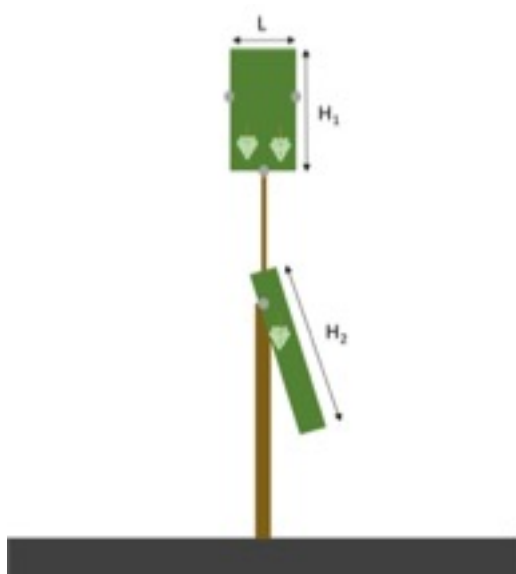


Figura 22 – Vista transversal da modalidade FMA

$$SFE_{FMA} = 2 H_1 + 2 H_2 + L$$

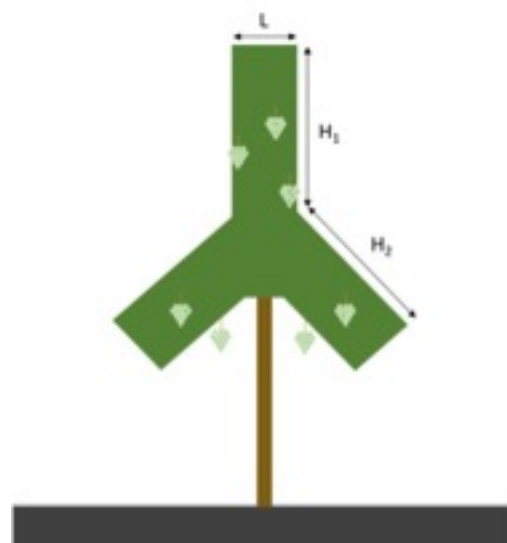


Figura 23 – Vista transversal da modalidade MCA

$$SFE_{MCA} = 2 H_1 + 2 H_2 + L$$

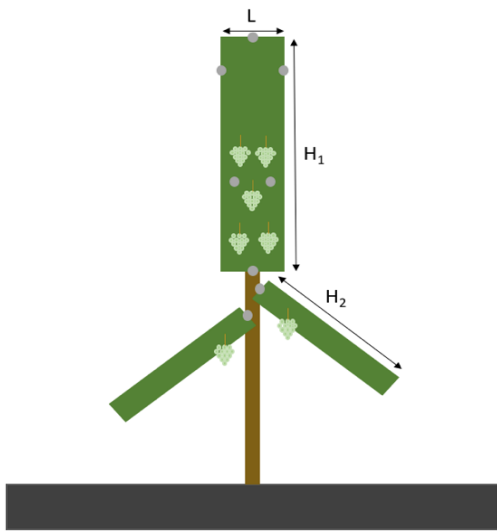


Figura 24 – Vista transversal da modalidade LYS

$$SFE_{LYS} = 2 H_1 + 2 H_2 + L$$

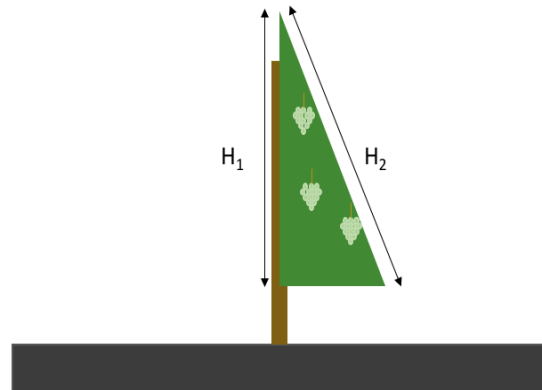


Figura 25 – Vista transversal da modalidade MAS

$$SFE_{MSA} = H_1 + H_2$$

Todas as dimensões da copa foram obtidas em triplicado em cada uma das cepas eleitas para o ensaio, de forma a garantir valores mais representativos da área foliar exposta.

3.2.5.2. Área foliar total

Para a determinação da área foliar total foi usado um modelo matemático proposto por Lopes & Pinto (2005) que consiste em eleger um sarmento por cepa, contar o seu número de folhas principais e medir as nervuras laterais (figura 26) da folha maior e da folha menor cuja nervura principal seja maior do que 3 cm. O mesmo deve ser feito para as netas do sarmento eleito.

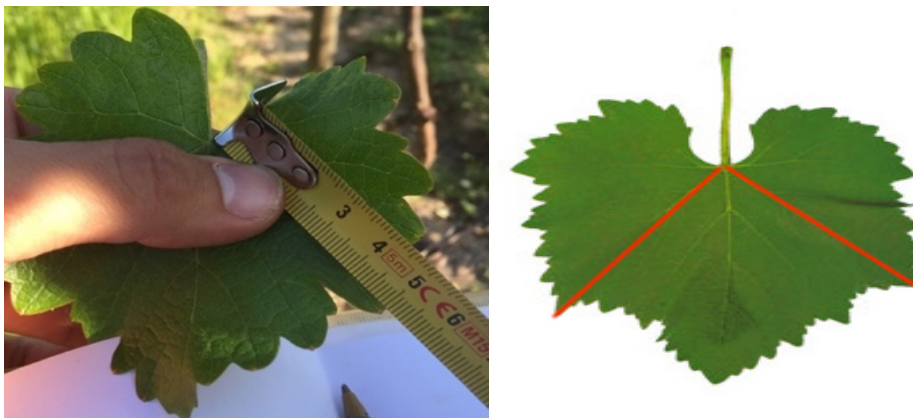


Figura 26 – Medição das nervuras laterais das folhas

Visto que duas das modalidades onde foi aplicado o modelo foram sujeitas a poda mecânica, e por isso originaram sarmentos muito variáveis em termos de dimensões, foram eleitos cinco sarmentos por cepa de forma a obter uma amostra mais representativa da videira.

Tendo em conta que o modelo matemático testado por Lopes & Pinto (2005) não foi testado para a casta Loureiro, foi usado uma aplicação de telemóvel chamada “EasyLeafArea” que determina a área foliar através de uma fotografia de uma folha correlacionado o número de pixels vermelhos correspondentes a uma área conhecida, funcionando como uma escala e o número de pixels verdes correspondentes à folha (Easlon & Bloom, 2014). Visto que esta aplicação não se mostrou prática para o uso em campo devido a necessidade de colocação de um fundo branco com a escala vermelha por trás da folha, dificultando assim a operacionalidade da operação, assim como as diferentes incidências de luz que incluíam um erro adicional no cálculo da área foliar, por isso foi apenas usada para aferir a correlação existente entre o modelo testado por Lopes e Pinto (2005) e esta aplicação. Como mostra o gráfico apresentado abaixo (Figura 27) o coeficiente de determinação é de 93%, mostrando assim que os dois modelos estão em sintonia e a análise estatística aos dados apresentados não apresentou diferenças significativas entre os modelos.

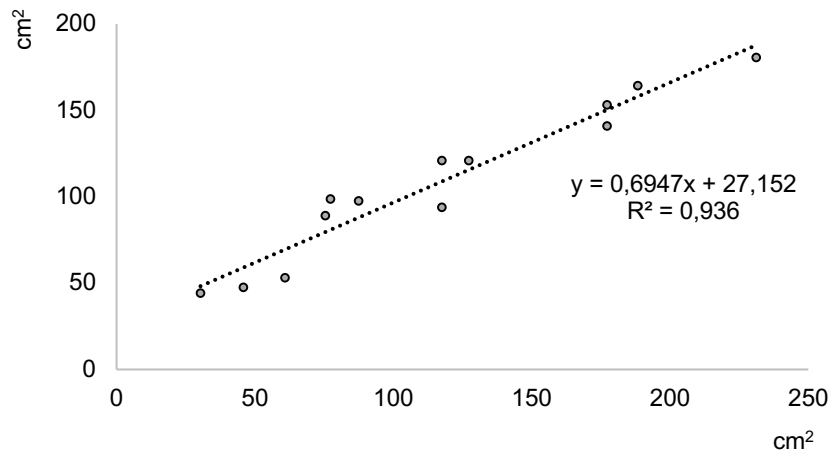


Figura 27 – Modelo Lopes e Pinto (2005) Vs Easy leaf app

3.2.6. Escaldão

O verão de 2018 extremamente quente e seco o que levou a acontecimentos extremos em todo o país, com grandes perdas de produção provocadas essencialmente pelo escaldão que ocorreu sobretudo no dia 2 de agosto com temperaturas a atingirem os 39 °C.

Após este acontecimento, foram observadas todas as videiras eleitas e contabilizou-se o número de cachos afetados e perdidos. Com este número e com o número total de cachos contabilizado à vindima foi possível determinar a percentagem de cachos afetados e a percentagem de cachos perdidos.

3.2.7. Potencial Hídrico Foliar

O potencial hídrico foi obtido através de uma câmara de pressão do tipo Scholander (1965) como mostra a figura 28.



Figura 28 – Medição do potencial hídrico foliar

Foram efetuados vários registos ao longo do dia 20 de agosto de 2018:

- 5:00 horas (Potencial de Base (ψ_{fb}) – antes do nascer do sol)
- 11:00 horas
- 14:00 horas (potencial mínimo (ψ_{fm}) – meio dia solar)
- 18:30 horas

Todos os registos foram obtidos a partir de folhas sãs, adultas e provenientes de sarmentos normais, sendo que os registos diurnos foram obtidos em folhas bem expostas à luz solar.

3.2.8. Trocas gasosas

A taxa fotossintética foi determinada através da medição das trocas gasosas determinadas pelo IRGA (“Infra-Red Gas Analyzer”) (modelo: ADC-LCA4, com fluxo de ar) como se observa na figura 29.

Através deste aparelho foi possível determinar a taxa de assimilação líquida de CO_2 , a condutância estomática para o H_2O e a taxa de transpiração da planta ao início do dia, ao meio dia solar e ao final da tarde.



Figura 29 – Medição da taxa fotossintética através do I.R.G.A.

3.2.9. Microclima luminoso

O método do Point-Quadrat foi realizado na fase do pintor em todas as videiras eleitas.

Este método foi desenvolvido por Smart (1985) de forma a poder avaliar o microclima existente na zona dos cachos. Este método consiste na inserção transversal ao coberto de uma vara metálica, na zona dos cachos. Após a inserção da vara é contabilizado o número de folhas (“F”) e de cachos (“C”) que esta toca ou então de buracos (“B”) no caso de não tocar em nada (figura 30).

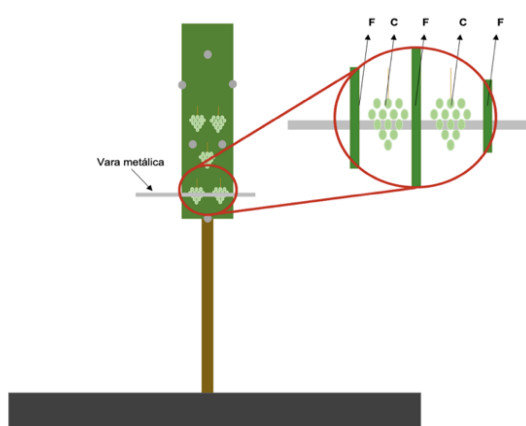


Figura 30 – Método de registo do número de camadas de folhas e cachos (Point-Quadrat)

Os registos foram feitos nas videiras seleccionadas, descritas anteriormente, sendo que em cada videira a vara foi inserida 10 vezes de 10 em 10 centímetros. Nas modalidades que apresentavam vegetação ascendente e retombante, as inserções foram feitas nos dois planos da mesma forma (figura 31).



Figura 31 – Inserção da vara metálica no sistema Lys: braço superior à esquerda e braço inferior à direita

A partir dos dados obtidos, foi possível calcular vários indicadores, como mostram as fórmulas abaixo:

- % de Buracos = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de buracos}}{\text{n}^\circ \text{ total de inserções}} \times 100$

- N^o de Camadas de Folhas (NCF) = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de folhas tocadas pela vara}}{\text{n}^\circ \text{ total de inserções}}$

- % de Folhas Interiores = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de folhas interiores}}{\text{n}^\circ \text{ contactos com folhas}} \times 100$

- % de Folhas Exteriores = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de folhas exteriores}}{\text{n}^\circ \text{ contactos com folhas}} \times 100$

- % de Cachos Interiores = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de cachos interiores}}{\text{n}^\circ \text{ contactos com cachos}} \times 100$

- % de Cachos Exteriores = $\frac{\text{n}^\circ \text{ total de cachos exteriores}}{\text{n}^\circ \text{ contactos com cachos}} \times 100$

3.2.10. Controlo da maturação

O controlo da maturação foi realizado a partir do dia 3 de setembro de 2018 com a recolha de 100 bagos escolhidos ao acaso ao longo de cada linha do ensaio. No final eram obtidas 12 amostras (correspondentes a cada linha do ensaio). De seguida os bagos recolhidos foram esmagados, de forma a analisar o mosto resultante.

O teor em sólidos solúveis foi determinado com recurso a um refratómetro (figura 32), sendo que os bagos foram analisados de semana a semana até ao dia da vindima (3 análises).

A acidez total e o pH foi determinada apenas em duas ocasiões devido a dificuldade de análise das amostras no local do ensaio, tendo estes parâmetros sido analisados no laboratório do Instituto Superior de Agronomia.

A acidez total foi obtida através da titulação de cada amostra hidróxido de sódio na presença do indicador de pH azul de bromotimol (figura 33).

O pH das amostras foi determinado com recurso a um potenciómetro (figura 34).



Figura 32 – Refratómetro

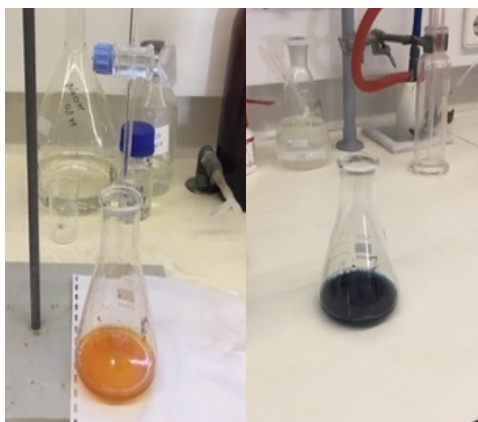


Figura 33 – Titulação

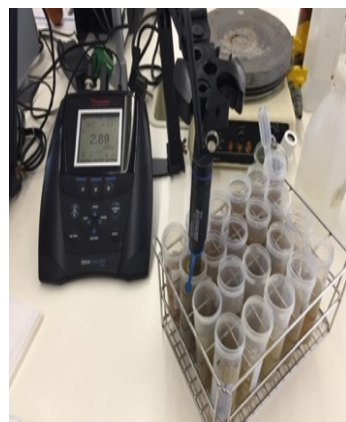


Figura 34 – Potenciómetro

3.2.11. Vindima

A vindima foi realizada manualmente em todas as videiras eleitas para o estudo, no dia anterior à vindima mecânica.

Em todas as videiras eleitas foram pesados e contados o número de cachos (figura 35).

Através do conhecimento da produção de cada videira eleita foi possível calcular a produção média esperada por unidade de área (ha).



Figura 35 – Pesagem das uvas no campo

3.2.12. Vinificação

A vinificação foi realizada em recipientes do tipo jerrican de 20 litros, como é visível nas figuras 38 e 39.

Cada modalidade foi recolhida em separado pela máquina de vindima. No final da colheita de cada modalidade, as uvas eram transportadas para a adega através de um reboque com o sistema “sem fim”, como mostra a figura 36. De seguida as uvas eram transportadas até à prensa através de uma bomba de massas.

A prensagem foi realizada em separado para cada uma das modalidades, sendo assim possível retirar amostras do mosto. As amostras eram retiradas através da tina da prensa no início da prensagem, a meio do ciclo e no final da prensagem (figura 37).

Após a retirada das quatro amostras de mosto, estas foram deixadas em repouso durante 24 horas, para sedimentação estática. Terminado esse período, as amostras foram trasfegadas e inoculadas (figura 38). Aquando das trafegas, foram retiradas amostras de 75 cl de cada modalidade, para posterior análise dos mostos. O processo de fermentação foi realizado sem controlo de temperatura e foi acompanhado diariamente, através da observação das densidades e das temperaturas.



Figura 36 – Descarga das uvas do reboque "sem fim" até à bomba de massas



Figura 37 – Prensagem das massas



Figura 38 – Trásfega do mosto após sedimentação estática



Figura 39 – Tiragem das amostras da tina para os jerrican

3.2.13. Vigor e expressão vegetativa

O vigor é associado à dinâmica de crescimento vegetativo de um sarmento e por isso é um dos indicadores do equilíbrio vegetativo/produtivo de uma videira. Este parâmetro foi determinado à poda, com a contagem do número de varas e com o peso da lenha de poda como indica a seguinte fórmula:

$$\text{Vigor} = \frac{\text{Peso da lenha de poda}}{\text{Número de varas}}$$

A expressão vegetativa também é um dos parâmetros de avaliação do equilíbrio vegetativo de uma videira, visto que está diretamente relacionada com o vigor, sendo que este parâmetro diz respeito apenas ao peso da lenha de poda por videira.

3.2.14. Índice de Ravaz

O índice de Ravaz foi desenvolvido pelo especialista francês em ampelografia Louis Ravaz, tendo com principal objetivo o cálculo do equilíbrio vegetação/ frutificação. Este cálculo é realizado através da produção de uma videira e do seu peso da lenha de poda como indica a fórmula seguinte:

$$\text{Índice de Ravaz} = \frac{\text{Produção}}{\text{Peso da lenha de poda}}$$

Visto que os valores de produção e de peso da lenha de poda são ambos em quilos, isto traduz-se num indicador adimensional.

Segundo Smart & Robinson, 1991, este índice tem elevada influencia na videira. Quando os valores se encontram entre 5 e 10 a videira está em equilíbrio, sendo que valores superiores a 10 indicam um excesso de produção e inferiores a 5 indicam vigor excessivo da planta.

O cálculo deste indicador é muito importante para este estudo visto que poderemos compreender melhor os efeitos da poda mecânica no vigor da planta e a sua viabilidade na região dos vinhos verdes.

3.2.15. Tempo de poda

De forma a perceber as diferenças reais em termos de mão de obra e de tempo da poda manual para a poda mecânica, foi contabilizado o tempo de poda de 50 videiras na forma de condução LYS e na poda em sebe (MCA), após a passagem da pré-podadora.

Tendo em conta que a pré-poda é necessária tanto na poda manual como na poda mecânica, foi comparado o tempo de poda efetivo após a passagem da pré-podadora para as duas modalidades (LYS e MCA).

3.2.16. Análise estatística dos dados

O tratamento estatístico foi realizado com o programa STATISTIX 9.0, com a submissão dos dados a análises de variância (ANOVA). A nomenclatura atribuída aos valores de significância obtida foi a seguinte: não significativa (n.s.), significativa (*) para $p < 0,05$, muito significativa (**) para $p < 0,01$ e altamente significativa (***) para $p < 0,001$. Quando a análise de variância indicava diferenças significativas entre os tratamentos submetiam-se os dados ao teste de Tukey, de comparação de médias, com letras diferentes a apresentarem diferenças significativas entre si.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Carga à poda

Como resultados da carga à poda (figura 40), obtiveram-se valores significativamente diferentes ($p < 0,01$) para a modalidade FMA, visto que esta modalidade está a ser formada a partir de uma vinha já adulta e que para a sua formação foi necessária uma redução drástica da estrutura permanente das videiras.

Para as duas modalidades de poda mecânica (MCA e MSA) não existem diferenças significativas, visto que os sistemas de poda em sebe implementados foram feitos de igual forma para as duas modalidades.

Apesar do sistema LYS apresentar uma carga à poda inferior aos sistemas de poda mecânica, estas diferenças não são significativas, ao contrário do que é descrito na bibliografia, pois vários autores evidenciam diferenças significativas na carga à poda, entre os sistemas de poda, observando nos sistemas de poda mecânica uma carga substancialmente superior à poda manual (Freeman & Cullis, 1981; Downton & Grant, 1992; Lopes, *et al.*, 1995; Poni, 2004; Castro, *et al.*, 2015).

Contudo, esta inexistência de diferenças entre o LYS e as modalidades de poda mecânica (MCA e MSA) pode ser explicada pela alta carga à poda que o LYS apresenta nesta região, devido à existência de dois planos de vegetação e também devido às meias varas deixadas no braço superior, como foi indicado no ponto 3.2.3. Além disto, deve-se salientar que este foi o ano de instalação do ensaio, ou seja, foi o ano de transição da poda manual para a poda mecânica nas modalidades MCA e MSA, o que poderá ter contribuído para uma atenuação das diferenças entre os sistemas de poda.

Tendo em conta que a modalidade MCA se comporta como a forma de condução CAR, com uma cortina ascendente e outra retombante, verificamos que a carga à poda se encontra dentro da normalidade, estando descrita na bibliografia com 100 000 olhos por hectare (Garrido, *et al.*, 1995).

Desta forma poderemos considerar as cargas à poda elevadas nas modalidades de poda mecânica e no LYS mas aceitáveis para a região dos vinhos verdes, ao contrário da modalidade FMA que apresentou uma carga demasiado baixa para a região, devido à sua reformação.

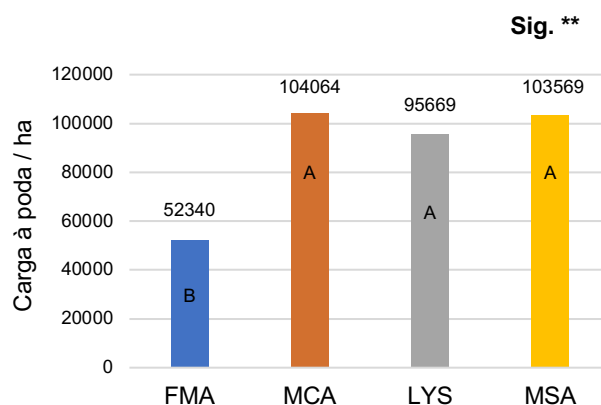


Figura 40 – Carga média deixada à poda por hectare

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.** para $p < 0,01$)

4.2. Abrolhamento

A percentagem de abrolhamento não apresentou diferenças entre modalidades de poda mecânica e de poda manual (figura 41), contrariando alguns resultados descritos na bibliografia que indicam que as modalidades de poda mecânica apresentam níveis de abrolhamento inferiores à poda manual (Freeman & Cullis, 1981; Downton & Grant, 1992; Lopes *et al.*, 1995; Poni, 2004; Castro *et al.*, 2015). A principal razão apresentada por estes autores para a diminuição da percentagem de abrolhamento entre as modalidades de poda é a autorregulação da videira

No entanto estes resultados vão de encontro aos resultados apresentados no ponto anterior, em que não se observaram diferenças significativas entre as modalidades de poda mecânica e manual, esperando-se assim que a percentagem de abrolhamento também não difira muito. O sistema LYS é um sistema bem adaptado à região dos Vinhos Verdes e que apresenta uma boa taxa de abrolhamento, sendo de esperar, portanto, que modalidades com uma carga à poda equivalente tenham comportamentos de abrolhamento semelhantes. Como as características edafoclimáticas da região permitem cargas à poda com esta ordem de grandeza, os fenómenos de autorregulação não se manifestaram, não havendo diminuição do número de olhos abrolhados e tendo as videiras apresentado percentagens de abrolhamento entre os 87% (FMA) e os 93% (MCA).

Egipto (1997) também não encontrou diferenças significativas na percentagem de abrolhamento entre videiras podadas manualmente e mecanicamente, explicando esta ausência de diferenças com a não ocorrência de fenómenos de autorregulação das videiras em virtude da elevada acumulação de reservas das videiras no ano anterior ao estudo.

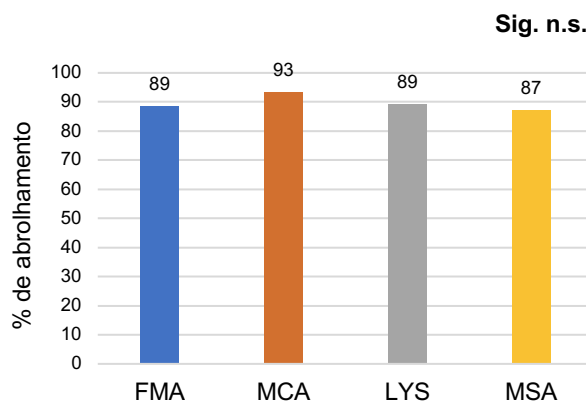


Figura 41 – Percentagem de abrolhamento

(Sig. n.s. para não significativo)

4.3. Fertilidade

A fertilidade foi analisada de acordo com os índices acima referidos, potencial e prático.

No presente ensaio foram observados índices de fertilidade potencial significativamente diferentes entre modalidades (figura 43). A modalidade que apresentou o IF potencial mais elevado foi 1,85 correspondente à modalidade FMA, com diferenças significativas para as modalidades de poda mecânica. Este resultado deve-se ao facto de na modalidade FMA terem sido deixadas à poda apenas varas longas, que apresentam uma fertilidade dos olhos superior quando comparado com unidades curtas de poda, uma vez que os olhos de ordem superior são mais férteis que os da base da vara (Champagnol, 1984). Relativamente às modalidades de poda mecânica (MCA e MSA) não existiram diferenças significativas entre as modalidades.

A modalidade MSA apresentou um IF prático de apenas 1,26 e significativamente diferente das restantes modalidades, que poderá ser explicado pelas despontas severas feitas nesta modalidade nos estados fenológicos G e H (cachos separados e botões florais separados), com a expectativa de tentar manter o plano de vegetação desta modalidade na vertical ascendente, o que terá levado ao corte de cachos e conseqüentemente a uma diminuição do número total de cachos (figura 42).

De uma forma geral, podemos observar que as modalidades que tiveram poda manual (FMA e LYS) obtiveram IF potenciais mais elevados (1,84 e 1,69 respectivamente).

Tendo em conta a inexistência de diferenças entre as modalidades na percentagem de abrolhamento, podemos atribuir estas diferenças do IF potencial à existência de unidades de poda mais longa na poda manual do que na poda mecânica (varas longas no FMA, meias varas no braço superior do LYS e varas longas no braço inferior).

Egipto (1997) também observou IF potencial superiores na poda manual quando comparado com a poda mecânica, no entanto, justificou essa diferença com o efeito desvigorante do elevado número de sarmentos e pela alteração do microclima luminoso, que seria mais desfavorável à diferenciação floral.



Figura 42– Desponta precoce da modalidade MSA, com corte de cachos visível.

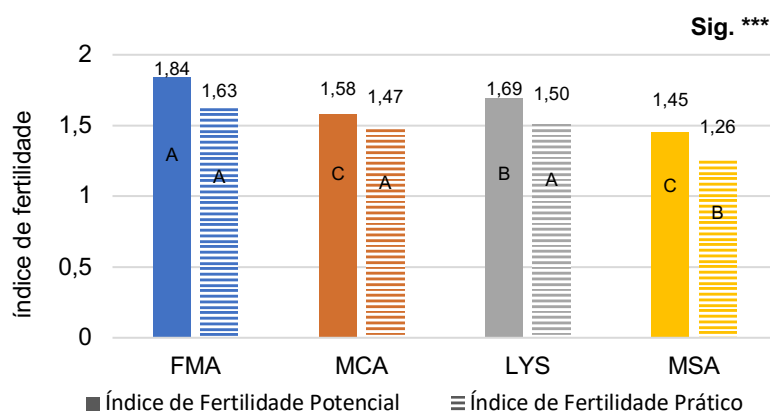


Figura 43 – Índice de fertilidade potencial e prático

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

4.4. Estados fenológicos

Não foram observadas diferenças significativas entre as modalidades (figura 44).

Entre o início de maio e o início de junho verificou-se uma evolução dos estados fenológicos muito lenta, devido à diminuição acentuada das temperaturas nesse período.

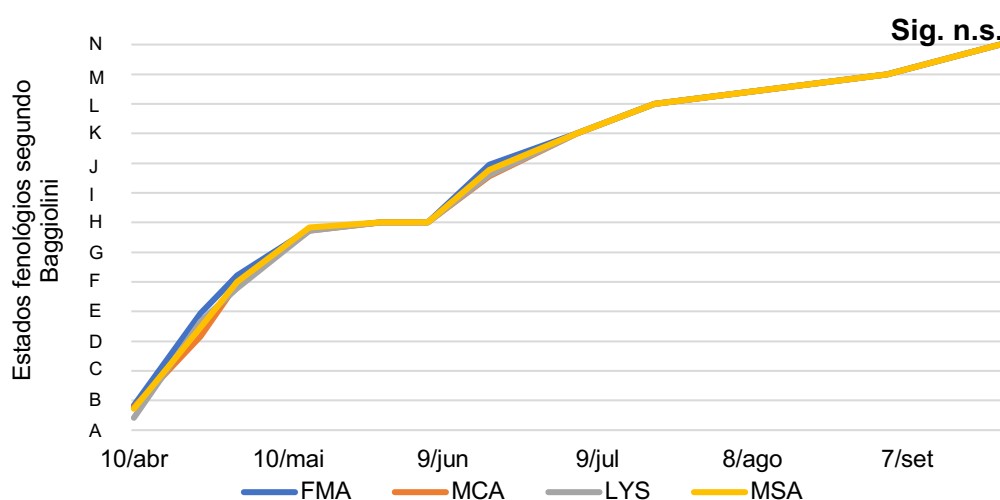


Figura 44 – Evolução dos estados fenológicos segundo Baggiolini

(Sig. n.s. para não significativo)

4.5. Área foliar

4.5.1. 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.

Por observação da figura 45, podemos constatar que a modalidade MSA apresentou diferenças significativas ($p < 0,001$) na superfície foliar exposta quando comparada com as restantes modalidades. Esta diferença é justificada com o acidente ocorrido com esta modalidade, devido ao retombamento de todos os sarmentos que levou a uma diminuição drástica da SFE.

Relativamente as outras modalidades, não se verificaram diferenças significativas entre elas, com o LYS a obter o valor máximo de 15810 m² de SFE por hectare.

Considerando o acidente ocorrido com a modalidade de poda mecânica MSA, e excluindo-a destas conclusões por esse motivo, podemos afirmar que não existem diferenças significativas para a SFE entre sistemas de poda manual e poda mecânica.

Sendo o LYS uma forma de condução com uma elevada SFE devido aos seus três planos de vegetação, estes resultados são interessantes para a modalidade de poda mecânica MCA, dando boas perspectivas para o potencial desta técnica na região.

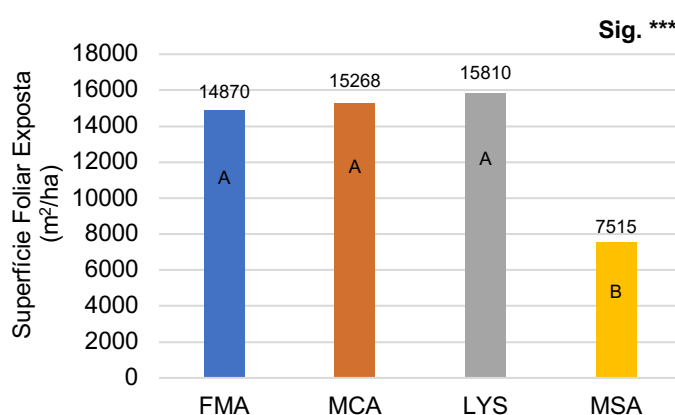


Figura 45 – Superfície Foliar Exposta

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

4.5.2. Área foliar total

A área foliar total foi significativamente diferente entre as modalidades ($p < 0,001$) para todas as datas avaliadas (figura 46). A modalidade FMA foi aquela que apresentou diferenças significativas em todas as datas de medição, quando comparada com as restantes modalidades. Este resultado era esperado devido a baixa carga deixada à poda nesta modalidade em formação, reduzindo assim o número de sarmentos por videira e consequentemente a sua área foliar total.

A 26 de junho o LYS e a MCA não apresentavam diferenças entre si e apresentavam uma área foliar total de 18928 e 19490 m² por hectare, respetivamente, contudo existiram

diferenças significativas quando comparadas com as modalidades FMA e MSA. A esta data as modalidades FMA e MSA não apresentavam diferenças significativas entre si.

Comparando os resultados do dia 16 de maio e os do dia 26 de junho podemos observar que a área foliar total da modalidade MSA não acompanhou o crescimento verificado pelo LYS e pela MCA. As despontas severas e precoces aplicadas à modalidade MSA na tentativa de manter os sarmentos na vertical ascendente terão contribuído para a diferença entre estas modalidades. Assim com o retombamento dos sarmentos também terá contribuído para estas diferenças levando à diminuição da velocidade de crescimento dos sarmentos retombados devido ao fenómeno fisiológico do gravimorfismo.

A 21 de agosto as modalidades LYS e MCA mantinham a semelhança em termos de AFT em relação às outras datas, no entanto a modalidade MSA, apesar de apresentar uma AFT inferior, deixou de ser significativamente diferente a estas modalidades, contrariando os resultados obtidos na data anterior. Este resultado poder-se-á justificar com a diminuição da intensidade da desponta aplicada à modalidade MSA, devido à impossibilidade de mecanização desta operação provocada pelo retombamento dos sarmentos, fazendo-se apenas a desponta manual para evitar que os sarmentos chegassem ao solo.

Assim, quando comparamos a modalidade de poda mecânica MCA e a modalidade de poda manual LYS podemos afirmar que não existem diferenças significativas em termos de AFT entre elas, para qualquer uma das datas avaliadas. Lopes, *et al.* (1995) e Smithyman *et al.* (1997) também não observaram diferenças significativas na AFT entre a poda mecânica e a poda manual.

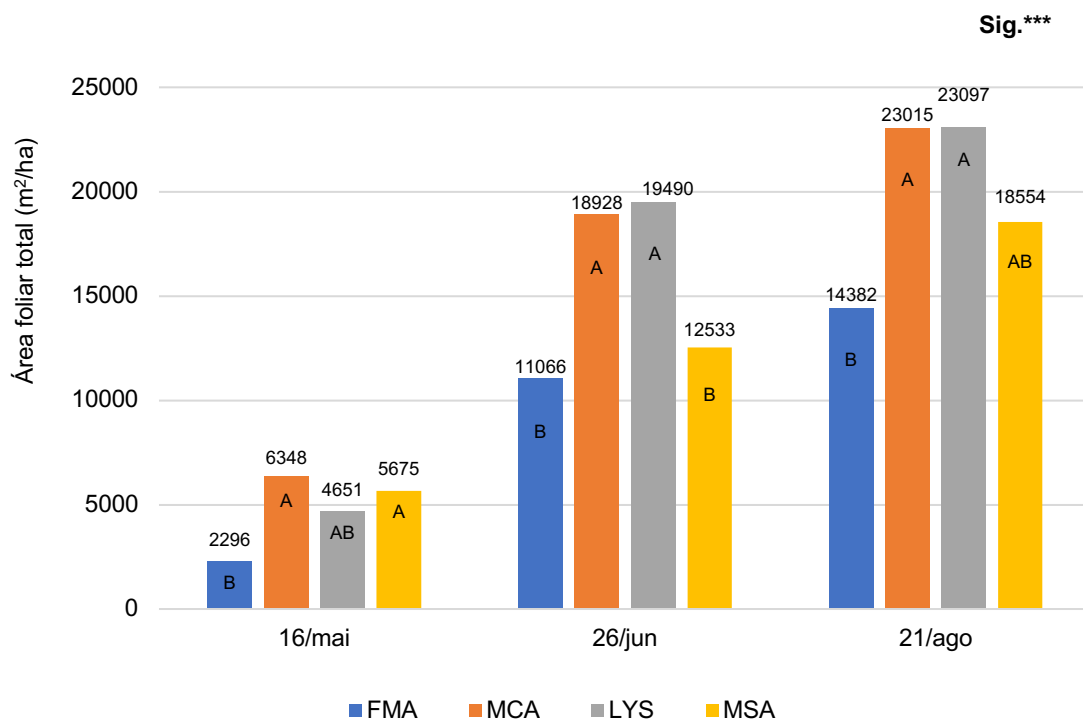


Figura 46 – Área foliar total

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

A 16 de maio, não se verificaram diferenças significativas para a área foliar média por sarmento, para todas as modalidades (figura 47).

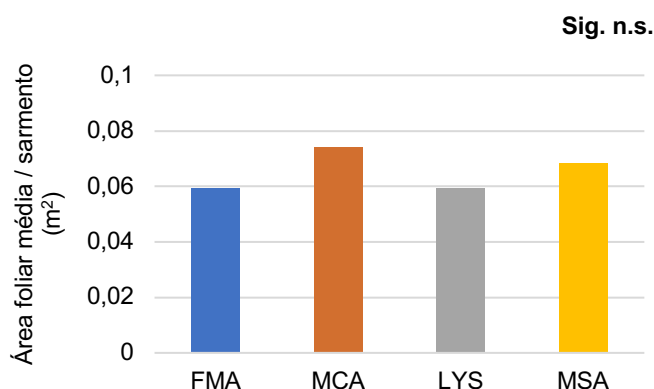


Figura 47 – Área Foliar por Sarmento a 16 de maio de 2018 (Sig. n.s. para não significativo)

A área foliar média por sarmento na modalidade FMA a 26 de junho, não obteve diferenças significativas para o LYS, sendo estas duas modalidades as que apresentaram um valor de área foliar por sarmento mais elevada (0,29 e 0,23 m² respetivamente), no entanto na modalidade FMA verificou-se a área foliar secundária mais elevada e significativamente diferente das restantes modalidades com 0,12 m² por sarmento. Contudo esta modalidade não foi significativamente diferente da modalidade LYS, tanto a nível da área foliar principal como área foliar total por sarmento. Observando a figura 48 podemos concluir que as modalidades de poda mecânica (MCA e MAS) foram aquelas que apresentaram uma área foliar por sarmento mais reduzida e significativamente diferente da modalidade FMA. Relativamente á área foliar principal, a modalidade MSA foi a que apresentou uma área foliar mais reduzida (0,11 m²/sarmento) e significativamente diferente das restantes devido aos acidentes ocorridos com esta modalidade já referidos acima.

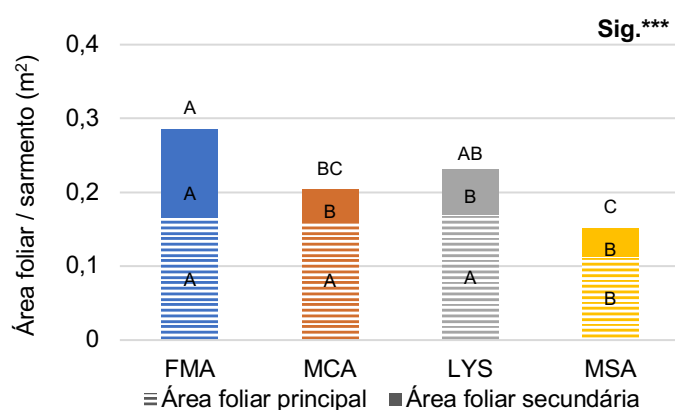


Figura 48 – Área Foliar principal, secundária e total por sarmento a 26 de junho de 2018

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

A 21 de agosto observou-se a mesma tendência de 26 de junho, em termos de área foliar média por sarmento, com a modalidade FMA a apresentar a área foliar mais elevada e significativamente diferente das modalidades de poda mecânica. A esta data, a modalidade MSA apresentou uma recuperação de área foliar por sarmento devido ao crescimento das netas.

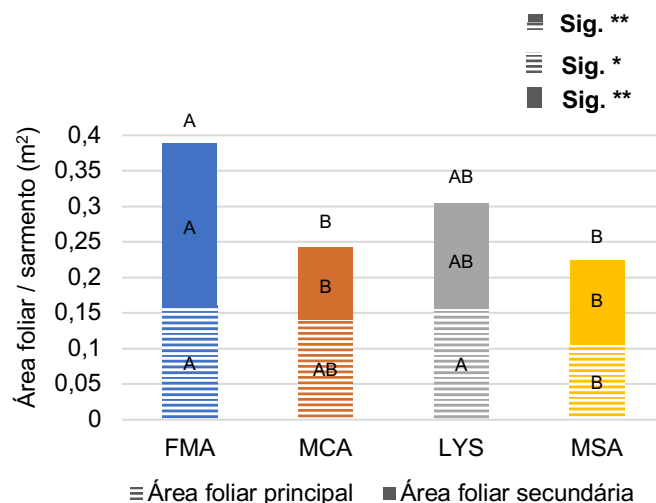


Figura 49 – Área Foliar principal, secundária e total por sarmento a 21 de agosto de 2018

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.** para $p < 0,01$ e Sig.*** para $p < 0,001$)

Em resumo, podemos concluir que a modalidade de poda mecânica MCA não apresentou diferenças significativas para a modalidade de poda manual LYS em termos de área foliar média por sarmento, área foliar secundária e área foliar principal. De salientar também que as modalidades de poda mecânica apresentaram sempre uma menor área de netas por sarmento, como foi também referido por Lopes, *et al.*, (1995).

Apesar de não existirem diferenças significativas entre o LYS e as modalidades de poda mecânica quanto à AF por sarmento há uma tendência para estas modalidades apresentarem uma área foliar por sarmento mais reduzida. Martinez-de-Toda & Sancha (1999) também observaram reduções da AF por sarmento na poda mecânica em sebe.

Winkler (1974) observou que apesar da poda manual apresentar uma área foliar maior por sarmento, a área foliar total por cepa era menor, quando comparada com a poda mecânica, esperando assim um maior potencial produtivo das videiras podadas mecanicamente devido à sua maior AFT. Visto que neste ensaio não se verificou diferença entre o LYS e a MCA na AFT, podemos esperar que o potencial produtivo também não seja diferente entre as duas modalidades.

4.6. Microclima luminoso

O Point-Quadrat foi utilizado para avaliar o microclima da sebe através dos 6 parâmetros abaixo mencionados (figura 50 e 51).

A percentagem de buracos não apresentou diferenças significativas entre as modalidades.

O número de camadas de folhas apresentou diferenças significativas ($p < 0,01$) entre a modalidade MSA e as restantes modalidades. Este resultado pode ser explicado pelo acidente ocorrido com a modalidade, que permitiu apenas a formação de um plano de vegetação (retombante), formando assim uma sebe muito densa e espessa.

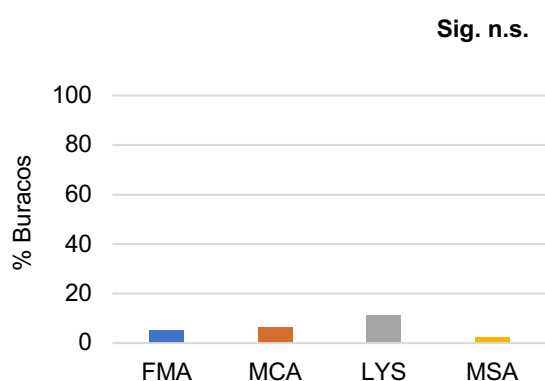


Figura 50 – Percentagem de buracos

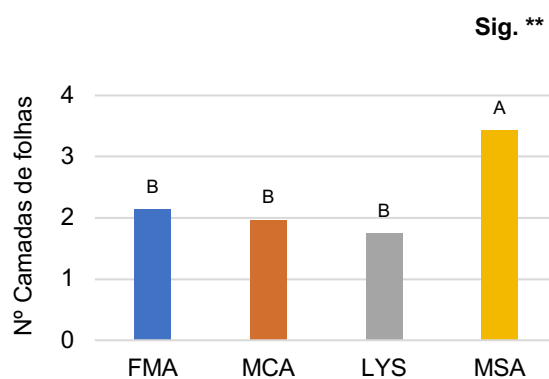


Figura 51 – Número de camadas de folhas

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig. n.s. para não significativo e Sig. ** para $p < 0,01$)

A percentagem de folhas interiores (figura 52) foi significativamente mais elevada ($p < 0,01$) na modalidade MSA como já era esperado pela observação da figura 50 que mostra o número de camadas de folhas significativamente mais elevada nesta modalidade. Opostamente a esta modalidade encontra-se o LYS com a percentagem de folhas interiores mais reduzida, mas sem diferenças significativas para a modalidade MCA.

Quanto à percentagem de cachos interiores (figura 53) foi verificado que a modalidade MSA foi a que apresentou um valor mais elevado com mais de 80% e significativamente diferente ($p < 0,001$) das restantes modalidades. Por outro lado, a menor percentagem de cachos interiores foi verificada no LYS, no entanto, não existem diferenças significativas para a modalidade de poda mecânica MCA.

Quanto à percentagem de cachos interiores (figura 53) foi verificado que a modalidade MSA foi a que apresentou um valor mais elevado com mais de 80% e significativamente diferente ($p < 0,001$) das restantes modalidades. Por outro lado, a menor percentagem de cachos interiores foi verificada no LYS, no entanto, não existem diferenças significativas para a modalidade de poda mecânica MCA.

A maior percentagem de cachos exteriores (figura 53) foi verificada no LYS, com diferenças significativas para a modalidade FMA e MSA. Do lado oposto aparece novamente a modalidade MSA com a menor percentagem de cachos exteriores, diferindo significativamente de todas as modalidades ($p < 0,01$).

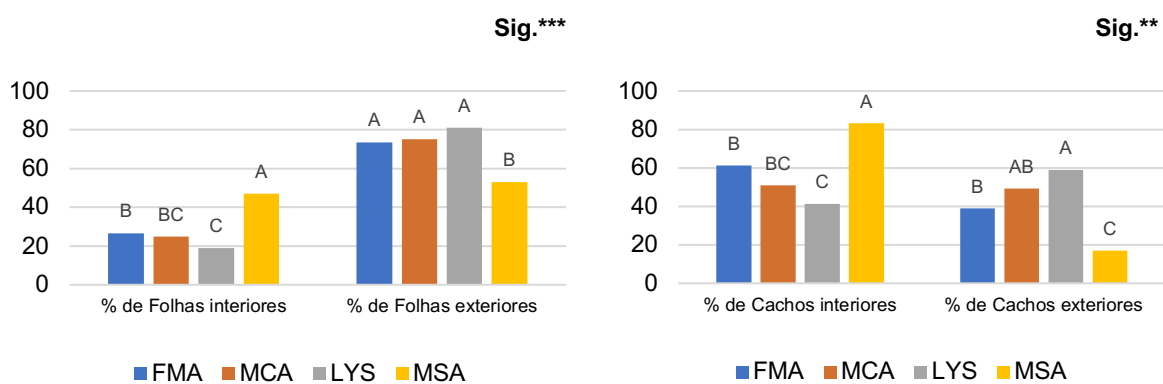


Figura 52 – Percentagem de folhas interiores e exteriores

Figura 53 – Percentagem de cachos interiores e exteriores

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.** para $p < 0,01$ e Sig.*** para $p < 0,001$)

Observando os resultados obtidos com o Point-Quadrat podemos verificar que o LYS apresenta um microclima favorável na zona dos cachos, com um número de camadas de folhas reduzido, percentagem de buracos elevado que possibilita o arejamento da sebe e uma boa exposição dos cachos, diminuindo assim o risco de doenças criptogâmicas, de acordo com o que é descrito por Castro (1995) para este sistema. Em todos os parâmetros avaliados pelo Point-Quadrat, não se verificaram diferenças significativas entre o LYS e o sistema de poda mecânica MCA, sugerindo assim a existência de um microclima favorável para ambos os sistemas.

4.7. Potencial Hídrico

O potencial hídrico foi determinado no dia 21 de agosto, no estado fenológico pintor e foram determinados quatro potenciais ao longo do dia, como é visível na figura 54.

As modalidades de poda mecânica MCA e a modalidade de poda manual LYS apresentaram a mesma tendência ao longo do dia, com valores muito próximos em todas as situações. Na medição das 14 horas a FMA não difere do LYS e da MCA. Na última medição o valor mais alto é o da FMA sendo que o LYS e a MCA apresentam valores semelhantes à MSA.

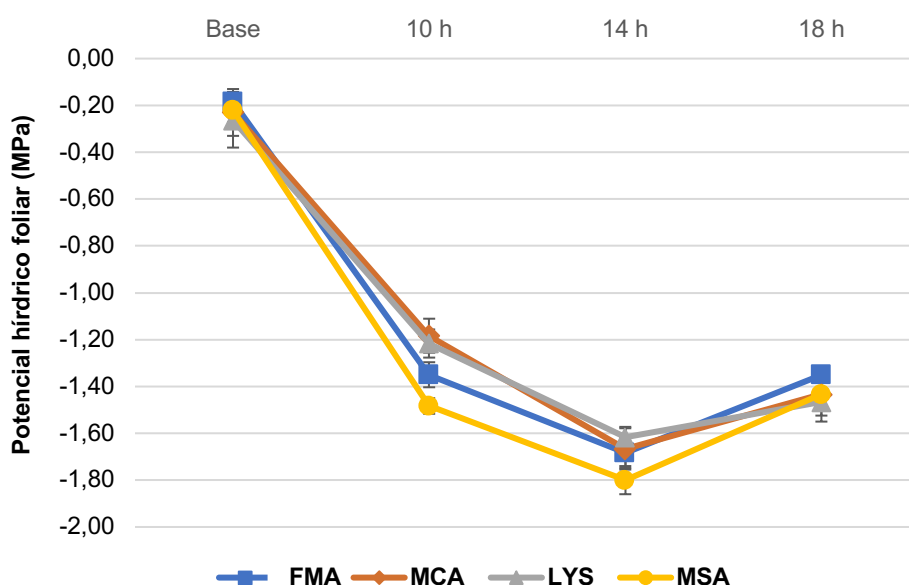


Figura 54 – Potencial hídrico foliar ao longo do dia 21 de agosto de 2018
(média de 6 folhas \pm erro padrão)

A modalidade MSA foi aquela que apresentou valores de potencial hídrico tendencialmente mais baixos ao longo do dia. Este resultado pode ser justificado pela relação entre folhas exteriores e folhas interiores, que se verifica mais desequilibrado nesta modalidade como podemos observar na figura 55 que relaciona a área foliar total com a superfície foliar exposta. Uma vez que havia uma maior proporção de folhas interiores e, portanto, a fotossintetizar a níveis baixos, pode ter havido uma compensação das folhas

expostas, para compensar as restantes, aumentando as trocas gasosas (Candolfi-Vasconcelos & Koblet, 1991), o que levou a uma diminuição do potencial hídrico.

De uma forma geral e analisando as modalidades normais de poda manual e poda mecânica (LYS e MCA respetivamente) não se verificam entre as modalidades, que apresentam a mesma tendência. Este resultado era de esperar visto que o LYS e a MCA não apresentaram diferenças significativas na AFT e na SFT.

Egipto (1997) e Camilo (2009) também não observaram diferenças no potencial hídrico foliar entre as modalidades de poda mecânica e poda manual, para esta data, tanto a nível do potencial de base como do potencial mínimo.

Tendo em conta as condicionantes meteorológicas, optou-se por se fazer quatro regas ao longo do mês de agosto e início de setembro (figura 10) de forma a tentar atenuar os efeitos negativos da falta de água no solo e das temperaturas elevadas.

A rega foi feita por sulcos ao longo de cada linha, com um gasto total de água de 28,5 m³ para todo o ensaio, em cada rega. Em média cada videira foi regada com 20,6 L de água em cada rega. De salientar que todas as regas foram feitas de igual forma para todas as modalidades, de forma a que a rega não se tornasse num fator de interação entre as modalidades.

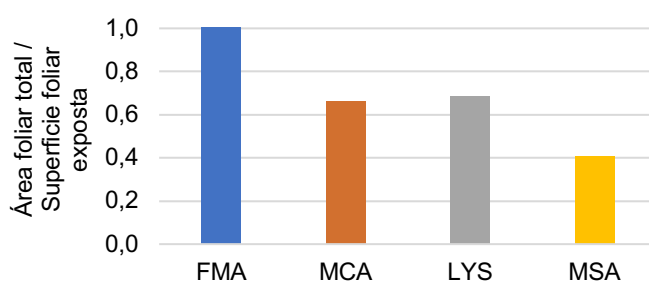


Figura 55 – Razão entre a área foliar total e superfície foliar exposta

4.8. Trocas gasosas

Através do I.R.G.A. foi possível determinar três parâmetros importantes para compreender melhor as diferenças entre as modalidades, tendo-se obtido dados da taxa de

assimilação líquida de CO₂ (A), Condutância estomática (gs) e a taxa de transpiração (E) (figura 56, 57 e 58).

De forma geral, observou-se um melhor desempenho das variáveis em estudo MCA e MSA ao início e ao fim do dia, enquanto que o LYS apresentou a sua maior taxa de assimilação de CO₂ ao meio dia solar (14 horas).

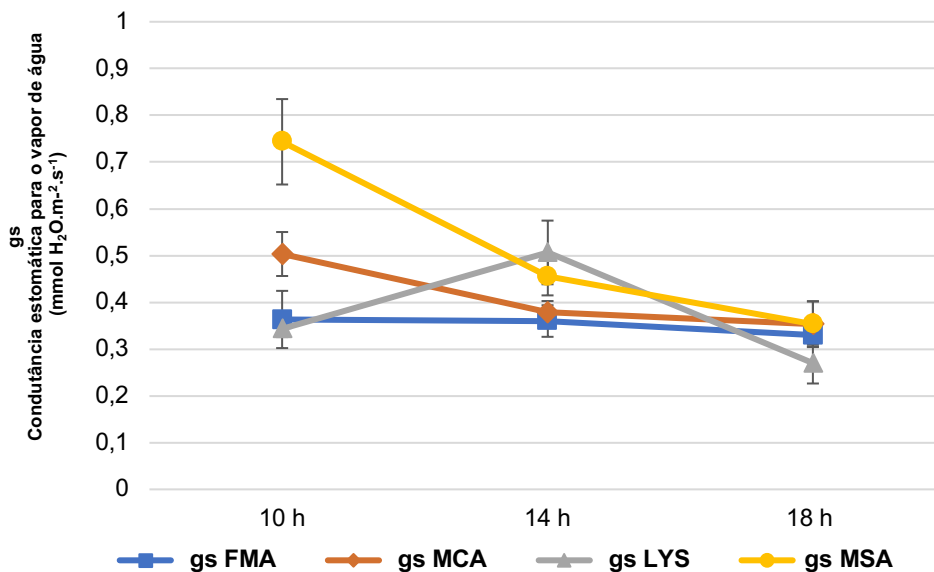


Figura 56 – Condutância estomática para o dia 21 de agosto de 2018
(média de 6 folhas ± erro padrão)

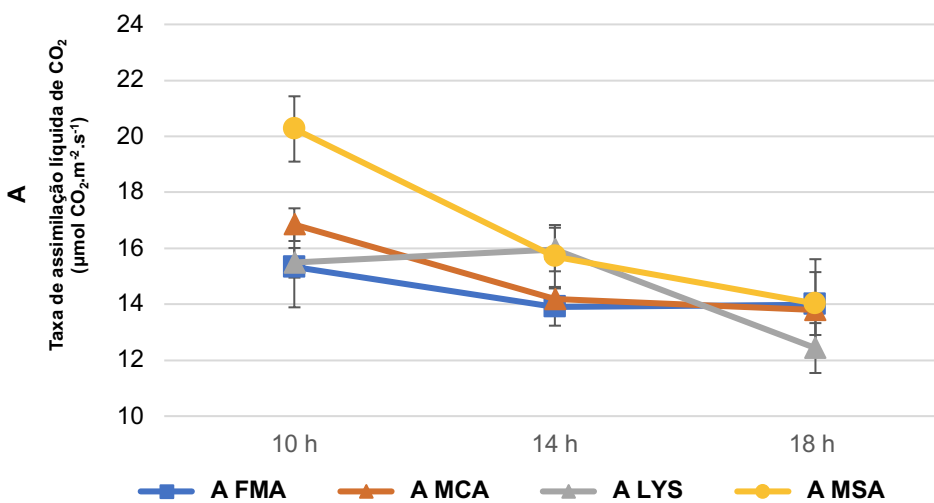


Figura 57 – Taxa de assimilação de CO₂ para o dia 21 de agosto de 2018
(média de 6 folhas ± erro padrão)

A condutância estomática (gs) e a taxa de transpiração (E) seguiram a mesma tendência da taxa de assimilação de CO₂ (A) e do potencial hídrico (figura 56), como a modalidade MSA a apresentar valores mais elevados ao início da manhã (10 horas). Comparativamente ao LYS, as modalidades de poda mecânica (MCA e MSA) apresentaram valores superiores de transpiração (E) ao início e ao final do dia, tal como foi verificado para a taxa de assimilação de CO₂.

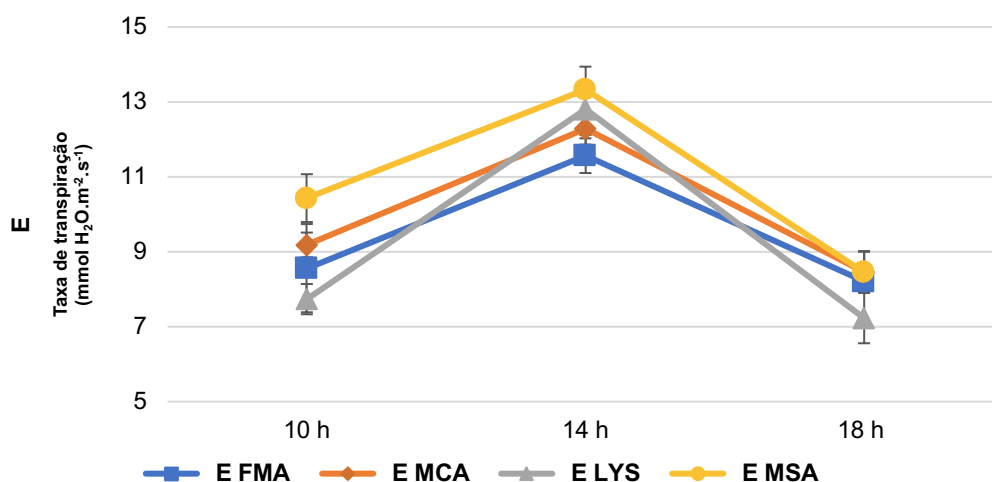


Figura 58 – Taxa de transpiração para o dia 21 de agosto de 2018
(média de 6 folhas ± erro padrão)

Poni et al. (2000) não observaram diferenças na taxa de assimilação de CO₂ entre modalidades de poda mecânica e poda manual. Lopes *et al.*, (1995) também não observaram diferenças nas taxa de assimilação de CO₂ entre modalidades de poda mecânica e poda manual ao meio dia solar para o pintor, observando apenas esta diferença à maturação, com as modalidades de poda manual a terem um melhor desempenho ao meio dia solar.

4.9. Escaldão

Tendo em conta o ano de grandes perdas a nível nacional devido ao escaldão, foi analisada a percentagem de cachos afetados e perdidos devido a este acontecimento.

Foram observadas diferenças significativas ($p < 0,001$) entre as modalidades (figura 59). Analisando inicialmente as modalidades de poda mecânica foram verificadas diferenças significativas entre elas, com a modalidade MCA a sofrer um impacto significativamente mais elevado comparativamente à modalidade MSA. Este acontecimento justifica-se com o facto da modalidade MSA ter retombado e os cachos terem ficado maioritariamente no interior da sebe, acabando por proteger os cachos do calor e radiação excessiva.

As modalidades MCA e FMA foram as que sofreram mais consequências com este fenómeno, com cerca de 20% de cachos danificados. Isto poderá ter acontecido, devido à desponta severa (figura 60) que estas modalidades sofram dias antes à data do escaldão. Esta desponta mostrou-se severa pois a máquina de desponta teve uma avaria que levou ao adiamento das despontas, fazendo com que esta operação tenha sido feita depois do momento oportuno e quando já se observavam chapeladas feitas com o retombamento dos sarmentos no topo da sebe. Com esta desponta tardia, os sarmentos da parte ascendente da sebe foram excessivamente cortados, dando origem a cachos demasiado expostos. Apesar de no LYS a desponta também tenha sido tardia não afetou muito a exposição dos cachos, pois neste sistema a maioria dos cachos encontravam-se na base da sebe, onde a desponta não afetava a exposição.

Quanto à percentagem de cachos perdidos, não existiram diferenças significativas.

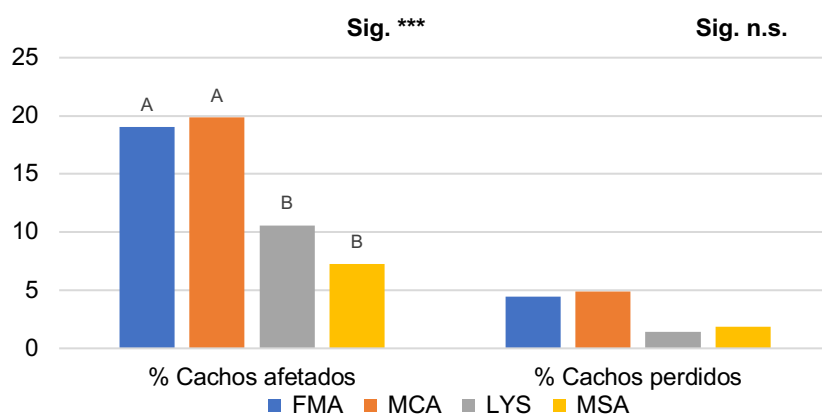


Figura 59– Percentagem de cachos afetados e perdidos pelo escaldão

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$ e Sig. n.s. para não significativo)



Figura 60 – Sistema MCA antes da desponta à esquerda e depois da desponta à direita, com cachos visivelmente expostos

4.10. Evolução da maturação

A evolução da maturação foi seguida através da análise de três parâmetros, o álcool provável, acidez total e pH.

O álcool provável foi analisado em três ocasiões e verificou-se que, apesar de não ter havido diferenças significativas, a modalidade MSA apresentou valores tendencialmente mais baixos nas três datas, no entanto com uma aproximação às restantes modalidades à data da vindima. Esta diferença deveu-se, provavelmente, à fraca exposição dos cachos nesta modalidade que levou a um atraso na maturação em termos de açúcares. Relativamente às restantes modalidades, não se verificaram grandes diferenças, embora o LYS tenha atingido um valor superior a todas as modalidades à data de vindima.

Contudo as diferenças entre as modalidades não foram muito relevantes, como se pode verificar pelas barras de erro que se interseam.

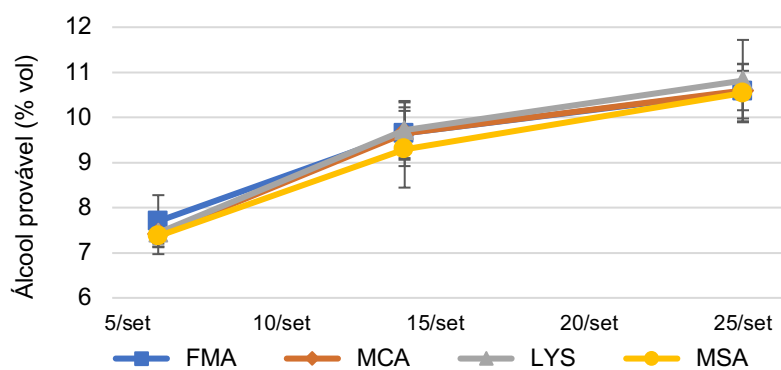


Figura 61 – Evolução do álcool provável durante a maturação (média de 3 amostras \pm erro padrão)

Relativamente à acidez total e pH pode verificar-se que a modalidade MSA é aquela que tem maior nível de ambos as variáveis. Do lado oposto encontra-se o LYS e o MCA com a menor acidez e pH, verificando-se assim que estas duas modalidades de poda manual e mecânica, respetivamente, seguem a mesma tendência, apresentando pontos praticamente sobrepostos à data da vindima.

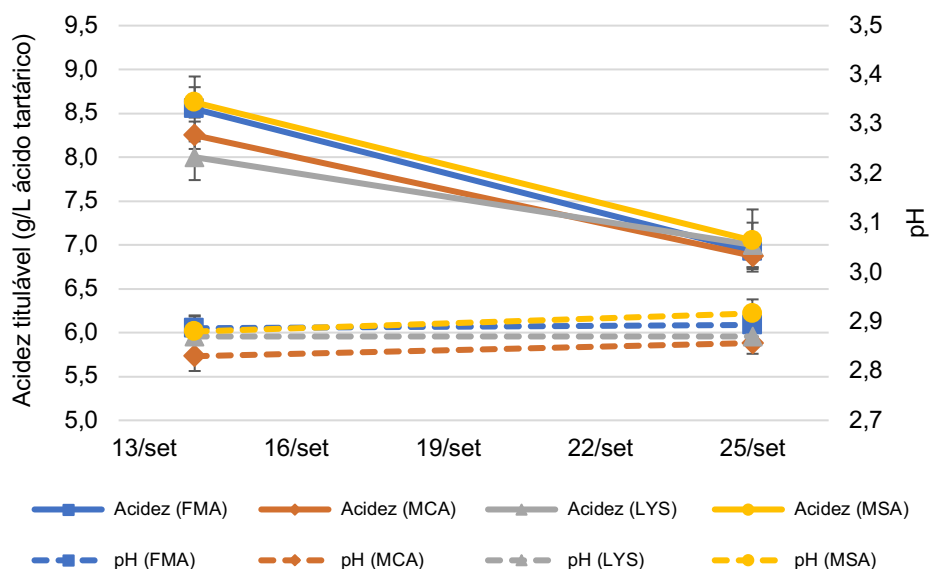


Figura 62 – Evolução da acidez e do pH durante a maturação (média de 3 amostras \pm erro padrão)

Alguns autores indicam a existência de valores significativamente superiores de álcool provável em modalidades de poda manual comparativamente com a poda em sebe (Martinez-de-Toda & Sancha, 1999; Clingeffer *et al.*, 2005). No entanto, Lopes, *et al.*, (1995) também não encontraram diferenças significativas ente a poda manual e a poda em sebe para o ano de instalação do ensaio.

Em resumo e comparando apenas as modalidades de poda manual e de poda mecânica, LYS e MCA respetivamente, não se verificaram diferenças significativas entre as modalidades para o álcool provável, acidez total e pH. Pela observação de todos os resultados já apresentados acima, era esperada esta conclusão, visto que estas modalidades não diferiram significativamente em praticamente todos os parâmetros analisados.

4.11. Vindima

À vindima foi possível observar três importantes indicadores para a conclusão deste trabalho, nomeadamente o número de cachos por videira, o peso médio por cacho e a produção por hectare (figura 63, 64 e 65).

O número de cachos por videira não se mostrou significativamente diferente entre as modalidades de poda mecânica e a modalidade de poda manual LYS (figura 61). Quanto à modalidade FMA observou-se uma diferença significativa no número de cachos para as restantes modalidades, pois esta modalidade sofreu uma redução significativa na carga à poda que originou menos sarmentos e, conseqüentemente, menos cachos.

Diversos autores (Freeman & Cullis, 1981; Lopes, *et al.* 1995; Camilo, 2009; Castro, *et al.* 2010; Botelho, *et al.* 2013) referem que os sistemas de poda mecânica levam ao aumento do número de cachos por videira e a uma redução do peso médio por cacho, contrariamente ao que se verificou neste ensaio. No entanto, este acontecimento pode ser justificado pela carga à poda e pelo abrolhamento que também não apresentaram diferenças entre as modalidades de poda mecânica e o LYS, contrariamente ao que estes autores verificaram nos seus ensaios.

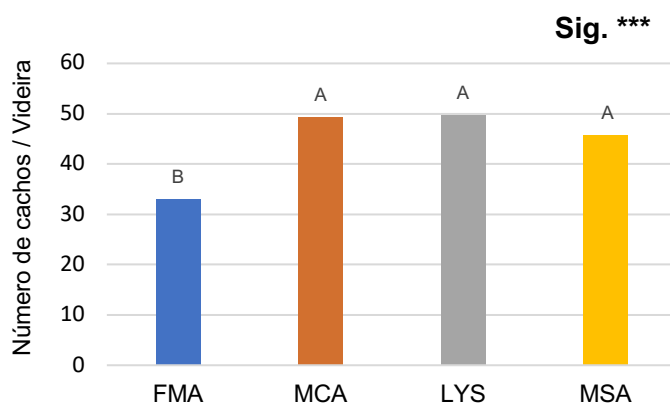


Figura 63 – Número médio de cachos por videira

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

O peso médio por cacho foi significativamente diferente entre modalidades (figura 62). A modalidade FMA foi a que apresentou um peso médio por cacho significativamente superior a todas as restantes modalidades. Quanto às modalidades MCA, MSA e LYS não

apresentaram diferenças significativas entre si, embora as modalidades MCA e LYS tenham atingido um valor médio por cacho mais elevado.

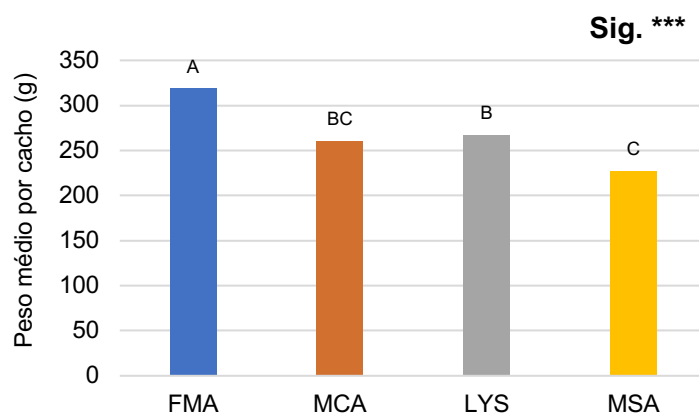


Figura 64 – Peso médio por cacho

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

O LYS obteve uma elevada produtividade por hectare, atingindo as 29 toneladas. O LYS e a modalidade de poda mecânica (MCA) não evidenciaram diferenças significativas entre si, sendo um bom indicador para a implementação da poda mecânica nesta região.

Apesar da modalidade MCA não demonstrar diferenças estatisticamente diferentes com as modalidades FMA e MSA, em termos práticos estas diferenças são substanciais, pois mostram uma diferença com cerca de 5 toneladas, o que traduzido em termos monetários são diferenças importantes para a conta de exploração da vinha.

Tendo em contra as todas as modalidades e as produtividades apresentadas, podemos concluir que todas apresentaram produtividades muito interessantes, evidenciando as capacidades competitivas da região.

Podemos observar também que as modalidades menos produtivas se situam 8 toneladas acima do máximo permitido pela comissão vitivinícola da região.

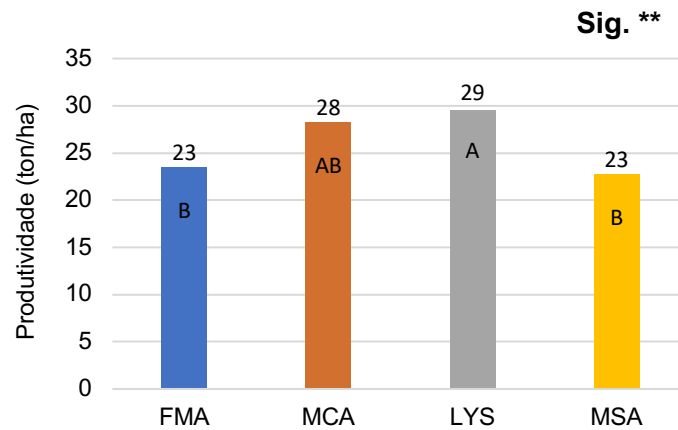


Figura 65 – Produtividade em toneladas por hectare

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig. ** para $p < 0,01$)

A poda em sebe está normalmente associada a aumentos de produção (Freeman & Cullis, 1981; Lopes, *et al.*, 1995; Egipto, 1997; Camilo, 2009; Castro et al., 2015). Analisando as modalidades normais deste estudo LYS e MCA não se verificaram diferenças em todos as variáveis analisadas à vindima, como número de cachos, peso médio de cacho e produtividade e isto poderá ser justificado pelo elevado potencial produtivo da modalidade LYS nesta região. Os resultados também podem não apresentar diferenças visto que todos os parâmetros anteriores não apresentaram diferenças, pois os autores referenciados acima justificam a maior produção devido à existência de um maior número de sarmentos, originários de uma carga à poda mais elevada, que implica um maior número de cachos que, apesar de mais leves, dão origem a uma maior produção. Como estes parâmetros também não se verificaram diferentes entre as modalidades neste trabalho seria de esperar que a produção também não fosse significativamente diferente entre a modalidade de poda manual (LYS) e a modalidade de poda mecânica (MCA).

4.12. Vinificação

O processo de vinificação foi realizado através de uvas recolhidas pela máquina de vindima e posterior recolha do mosto para um jerrican, desta forma, só foi possível obter uma

amostra por modalidade, pois cada modalidade era recolhida de uma só vez pela máquina de vindima. Por este motivo não é possível analisar os seguintes dados estatisticamente.

Na análise ao álcool provável (figura 66) verificou-se que as modalidades de poda mecânica apresentaram valores mais baixos relativamente aos outros sistemas de poda. A modalidade MSA apresentou novamente a acidez mais elevada, devido os problemas ocorridos com esta modalidade, que diminuiu drasticamente o número de folhas e cachos expostos, dificultando assim a maturação das uvas e conseqüentemente a acumulação de açúcares.

Quanto ao pH, este apresentou-se praticamente com o mesmo valor em todas as modalidades (figura 66).

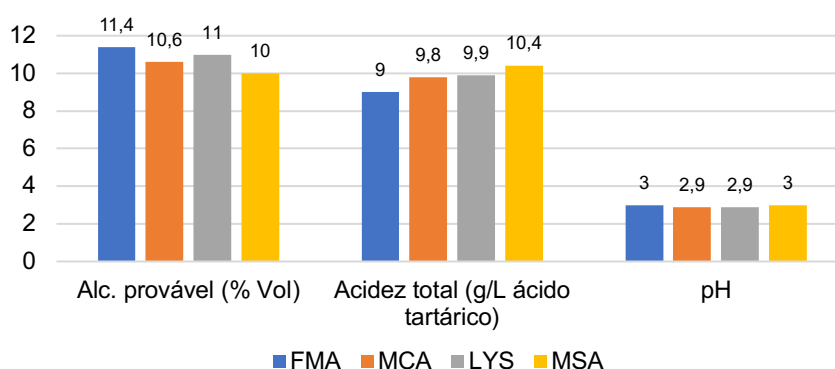


Figura 66 – Análise sumária ao mosto

Na figura 65 pode observar-se o acompanhamento da fermentação realizado diariamente até ao final da mesma. Observou-se uma rápida fermentação do mosto da modalidade MSA, devido à menor concentração de açúcares que levou a um rápido arranque da fermentação e finalização.

Quanto ao LYS e ao MCA não se verificaram diferenças significativas verificando-se valores muito idênticos.

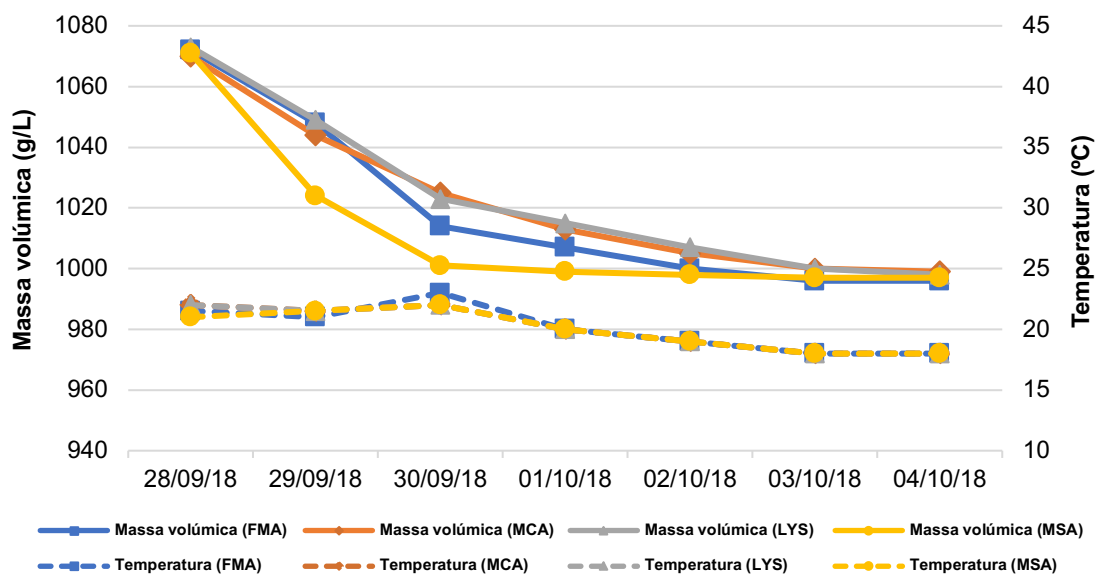


Figura 67 – Evolução da fermentação

Por fim, a análise ao vinho apresentou praticamente os mesmos resultados da análise ao mosto, com a modalidade FMA a atingir o maior teor alcoólico e a MSA o menor (figura 68).

A acidez evidenciou que a poda mecânica produziu vinhos mais ácidos, com a modalidade MSA a apresentar um valor inferior ao observado nas análises ao mosto.

O pH não verificou qualquer diferença entre as modalidades, como já tinha sido avançado na análise ao mosto.

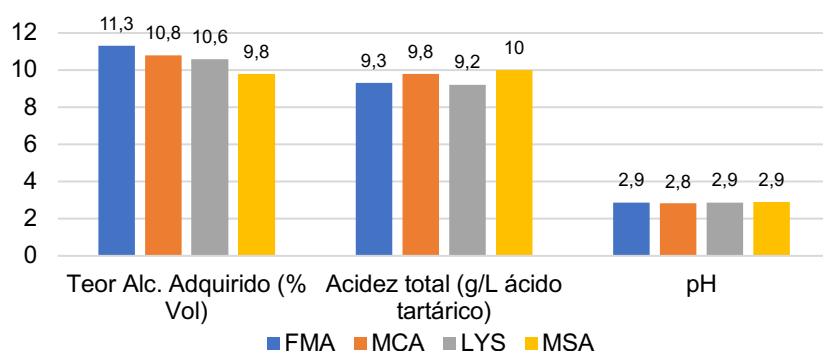


Figura 68 – Análise sumária ao vinho

Lopes, *et al.*, (1995) também não apresentaram diferenças significativas para a análise ao mosto entre a poda manual e a poda mecânica para o ano de instalação do ensaio.

Camilo (2009) observou um teor alcoólico superior na modalidade de poda manual, enquanto que a acidez e o pH não apresentaram diferenças. Apesar do mosto apresentar um álcool provável maior na modalidade de poda manual LYS isso não foi verificado depois da fermentação neste ensaio.

De uma forma geral pode-se afirmar que para o processo de vinificação não se observaram diferenças entre as modalidades normais de poda manual (LYS) e de poda mecânica (MCA).

4.13. Vigor e expressão vegetativa

A expressão vegetativa, avaliada através do peso da lenha de poda (figura 69) mostrou-se significativamente diferente entre as modalidades FMA e MSA, com a MSA a apresentar o menor peso de lenha de poda, possivelmente devido às despontas severas. Quanto à FMA apresentou uma expressão vegetativa significativamente superior à MSA, mas significativamente inferior à modalidade LYS. Este resultado pode ser explicado devido à reduzida carga à poda desta modalidade que tem um efeito depressivo no crescimento vegetativo (Winkler, 1958).

O LYS e a MCA apresentaram os pesos de lenha de poda mais elevados e não apresentaram diferenças significativas entre si, o que indica o bom funcionamento da modalidade MCA na região, mostrando que esta modalidade de poda mecânica não teve interferência na expressão vegetativa das videiras, quando comparado com o LYS.

O vigor verificou-se significativamente diferente entre todas as modalidades (figura 71), com a modalidade FMA a obter o valor mais elevado, devido à redução drástica de carga que se verificou nesta modalidade visto que já se tratava de uma vinha adulta, respondendo com o aumento de vigor, muito provavelmente devido à maior quantidade de netas, como já foi referenciado anteriormente.

Relativamente às modalidades de poda mecânica verificou-se que estas obtiveram um vigor significativamente inferior ao LYS, sugerindo que os sistemas de poda mecânica levam a uma diminuição do vigor.

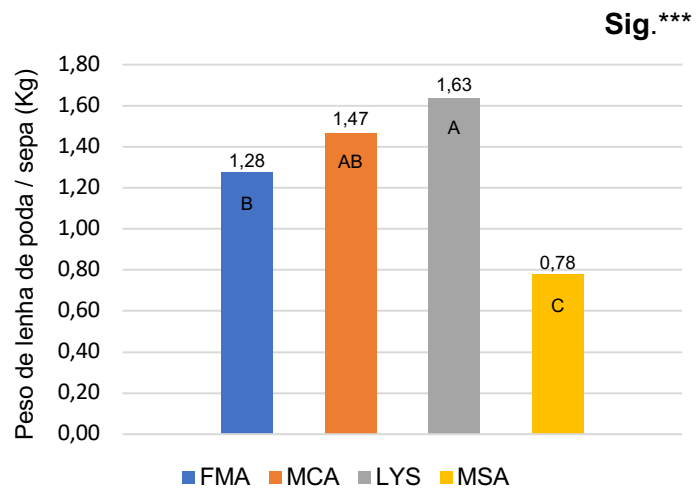


Figura 69 – Expressão vegetativa

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

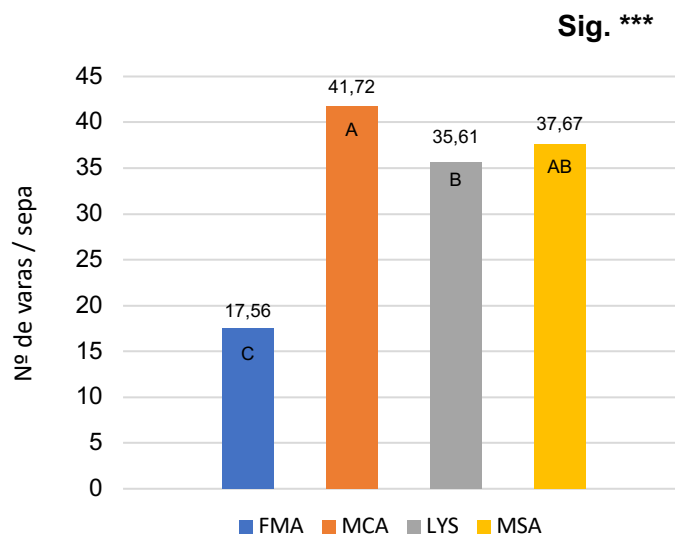


Figura 70 – Número de varas por cepa

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

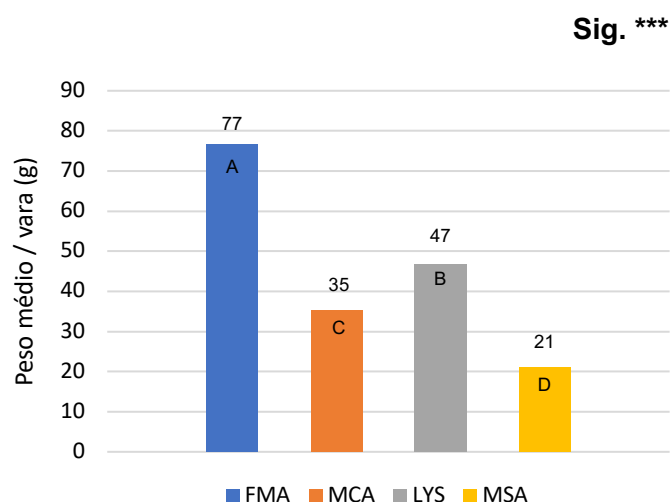


Figura 71 – Vigor

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

As diferenças significativas entre o vigor das videiras podadas em sebe e as de poda manual também foram verificadas por diversos autores, que indicam que as podadas manualmente apresentam um vigor superior, justificando estas diferenças pelo aumento do número de varas das videiras de poda mecânica, como se verifica também neste ensaio (Lopes, *et al.*, 1995; Castro, *et al.*, 2010; Botelho, *et al.*, 2013).

4.14. Índice de Ravaz

Como podemos observar na figura 72, o índice de Ravaz não teve diferenças significativas entre as modalidades FMA, MCA e LYS, com índices de 8,7; 8,8 e 8,4 respetivamente. Estes valores apresentam-se dentro da normalidade para a região, indicando que as videiras estão em equilíbrio e sem problemas de perenidade.

Relativamente à modalidade MSA, esta obteve um índice de Ravaz significativamente superior as restantes modalidades, atingindo um índice de 14,1, sendo um valor elevado que pode colocar em causa o equilíbrio e a perenidade das videiras desta modalidade. Este fenómeno pode ter ocorrido devido à reduzida superfície foliar exposta que terá contribuído para um menor peso da lenha de poda, bem como as despontas que, como já foi referido, foram bastante severas.

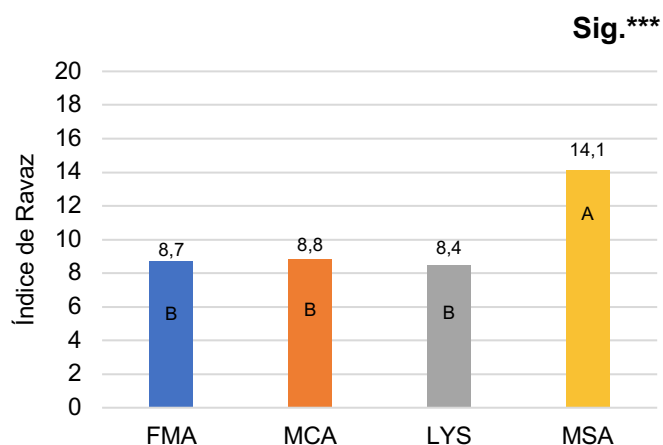


Figura 72 – Índice de Ravaz

Letras diferentes correspondem a valores significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey para $\alpha = 0,05$. (Sig.*** para $p < 0,001$)

4.15. Tempo de poda

O tempo de poda contabilizado no Lys foi de 1 hora e 9 minutos para 50 videiras, o que dá uma média de 51 horas e 6 minutos de poda por hectare.

Relativamente à poda mecânica, foi contabilizado o tempo de passagem da podadora mecânica assim como o acerto de poda manual.

No quadro 1 podemos observar e comparar os tempos de poda na poda manual e na poda mecânica.

Quadro 1 – Tempos de poda para o Lys e para a poda em sebe

	Pré-poda (h/ha)	Poda mecânica (h/ha)	Poda manual (h/ha)	Total (h/ha)
Lys	2	0	51	53
MCA	2	2,5	28	32,5

5. CONCLUSÕES

A modalidade FMA foi tratada como uma modalidade normal na fase de recolha de dados, contudo na fase de análise não podemos fazer comparações com as restantes visto tratar-se de uma modalidade em formação, que apenas começará a ter resultados comparáveis no ano de 2020, caso corra tudo normalmente. Apesar de ser uma modalidade marginal para o trabalho podemos observar que apesar de uma redução significativa da carga à poda, foi possível obter produtividades igualmente interessantes devido às duas varas deixadas que garantiram a produção neste ano de adaptação e evitaram também a formação de inúmeros sarmentos ladrões que apareceriam caso não existissem essas varas. Contudo as expectativas serão as melhores para esta modalidade, visto que se pretende criar um cordão preparado para a poda mecânica a uma altura mais elevada do solo (1,60 m) que será uma boa alternativa para a região, tendo em vista o elevado crescimento vegetativo característico da região.

A modalidade de poda mecânica MSA em casos normais seria uma modalidade de comparação com as restantes, contudo o acidente ocorrido com esta limitou todas as comparações. Apesar da modalidade não se ter comportado como era esperado os resultados sugerem que este sistema de poda mecânica sem apoios não será o mais adaptado à região devido ao elevado crescimento vegetativo que se traduz num elevado peso da sebe, impossibilitando que esta se mantenha na vertical ascendente.

Com a exclusão das modalidades anteriores (FMA e MSA) pelas razões já apresentadas, poderemos avaliar o comportamento da modalidade de poda mecânica com apoios (MCA) com a modalidade LYS.

A carga à poda demonstrou a inexistência de diferenças entre os valores obtidos na poda mecânica (MCA) e poda manual (LYS). Visto que a percentagem de abrolhamento foi elevada em ambas as modalidades e a inexistência de diferenças significativas entre as modalidades sugere a boa adaptação da poda mecânica à região.

Relativamente à boa adaptação da poda mecânica à região verificou-se um comportamento normal da sebe tanto em termos de potenciais hídricos como em taxas fotossintéticas, não havendo diferenças entre o LYS e a MCA.

A produtividade observou-se muito elevada em ambas as modalidades com valores de 28 e 29 toneladas por hectare, sem que tenha havido perdas a nível da qualidade do mosto à vindima.

O escaldão ocorrido no verão do ensaio mostrou existirem diferenças significativas entre a poda mecânica e a poda manual, contudo este resultado poderia ter sido atenuado caso a desbota da sebe tivesse sido realizada no momento oportuno. Com este fenómeno estimaram-se perdas de 5% dos cachos na modalidade MCA, o que poderia ter interferido ou não na produtividade final, por isso deve-se seguir o ensaio durante os próximos anos de forma a esclarecer estas dúvidas.

Quanto ao tempo de poda podemos concluir que o sistema de poda em sebe pode contribuir para uma redução significativa no tempo de poda de uma vinha, podendo reduzir em 40% este tempo, quando comparamos com o sistema Lys e. Observou-se também que a modalidade MCA não teve intervenções em verde manuais enquanto que o LYS teve a necessidade de algumas intervenções manuais. Visto que a poda manual é um dos principais encargos financeiros de uma exploração vitícola, este sistema de poda mecânica pode contribuir para uma redução dos custos de manutenção, numa época em que a mão-de-obra especializada começa a ser escassa em diversas regiões, incluindo a região dos Vinhos Verdes.

Estes resultados são extremamente satisfatórios visto que se esta a comparar a poda mecânica com um dos sistemas de poda manual mais produtivos na região, não apresentando diferenças significativas para este sistema em praticamente todos os parâmetros avaliados, verificando-se apenas uma redução de vigor na modalidade MCA e por isso o ensaio deve ser prolongado para se observar o comportamento deste parâmetro ao longo dos próximos anos. No entanto, e de uma forma geral, podemos afirmar que a modalidade de poda mecânica MCA se tornou numa verdadeira opção de mecanização integral das vinhas da região dos vinhos verdes, sem que para isso se tenha de sacrificar a qualidade das uvas produzidas, contudo deve-se seguir o ensaio durante mais anos de forma a garantir que os resultados se mantêm igualmente satisfatórios ao longo do tempo.

Apesar de este ensaio ter demonstrado bons resultados, não poderemos extrapolar estes resultados para outras castas, visto que todas têm as suas especificidades e comportamentos.

Importa também salientar o bom funcionamento da máquina de vindima na modalidade de poda mecânica, tendo obtido o mesmo rendimento em relação ao LYS e sem que tenha havido perdas de qualidade do mosto até à adega, abrindo assim a possibilidade real de mecanização das duas operações mais demoradas e com mais encargos para as explorações vitícolas.

6. BIBLIOGRAFIA

Botelho, M., Cruz, A., Ribeiro, H., Anacleto, A., Rogado, B., Cabral, E., Castro, R. (2013). Poda mecânica e aplicação de diferentes corretivos orgânicos: efeito sobre a estrutura do coberto vegetal, microclima, rendimento e composição das uvas na casta "Syrah". In actas 9º Simpósio de vitivinicultura do Alentejo, 2, 63-73.

Camilo, J. P. (2009). Poda Mecânica vs Poda Manual na Casta Touriga Nacional na Região do Dão . Lisboa : Instituto Superior de Agronomia .

Candolfi-Vasconcelos, M. C. (1991). Influence of partial defoliation on gas exchanges parameters and chlorophyll content of field-grown grapevines - Mechanisms and limitations of the compensation capacity. *Vitis*, 30, 129-141.

Carbonnau, A., Casteran, P., & Leclair, P. (1981). Principes de choix des systèmes de conduit pour des vignobles tempérés et definitions pratiques utilisables en reglementation. *Connaissance Vigne Vin*, 15(2), 97-124.

Carbonneau, A. (1989). Classification des système de conduite. Système de conduite de la vigne et mécanisation. *OIV*, 1-12.

Carboulet, D., Gaviglio, C., & Genevet, B. (2012). Enjeux techniques et économiques pour optimiser la production: la mécanisation de la taille. *Paysan du Midi, Spécial IFV*.

Castro, R. (1984). Aspectos dos sistemas de condução da vinha na região dos vinhos verdes. Lisboa: Prova complementar de doutoramento, I.S.A.

Castro, R., Cargnello, G., Intriери, C., & Carbonneau, A. (1995). Une nouvelle méthode de conduite proposée pour expérimentation par la GESCO: la forme LYS. *Le Prog. Agric. et Vitic.*, 112(22), 493-497.

Castro, R., Claro, A., Rodrigues, A., Teixeira, A., Machado, J., Piovéne, C., & Cruz, A. (2010). Poda mecânica na vinha-efeitos no rendimento e qualidade. Évora, Portugal: In Actas do 8o Simpósio de Vitivinicultura do Alentejo.

Castro, R., Cruz, A., & Botelho, M. (2015). Manual de Sistemas de Condução da Vinha. Lisboa: BayVitis - Clube de Viticultores.

Castro, R., Cruz, A., & Botelho, M. (2015). Mecanização da poda. *Enologia - Revista da Associação Portuguesa de Enologia*, 3-10.

Castro, R., Garrido, T., & Leme, J. (1994). Un mode de conduite pour la region des "Vinhos Verdes". I congresso internacional de la Viticultura Atlântica", 219-225.

Champagnol, F. (1984). *Éléments de physiologie de la vigne et de la viticulture general*. Montpellier: Ed, Auteur.

Clingeffer, R., Petrie, R., & Ashley, M. (2005). Suitability of minimal pruning and other low-input systems for warm and cool climate grape production. Gheisenheim, Alemanha: In *Actas das 14as jornadas GESCO*.

Cruz, A., Chiara, P., Claro, A., Rodrigues, A., & Castro, R. (2011). Mechanical pruning on a vertical shoot positioning system in Dão Region. *International Symposium GiESCO*, 17, 575-577.

Dokoozlian, N. G. (1999). Wine grape planting and trellising trends in California. Sicilia, Itália: GESCO : XIII Journées.

Downton, S., & Grant, R. (1992). Photosynthetic physiology of spur pruned and minimal pruned grapevines. *Austral. J. Plant Physiol*, 19, 309-316.

Easlon, H. M., & Bloom, A. J. (2014). Easy leaf area: automated digital image analysis for rapid and accurate measurement of leaf area. *Applications in Plant Sciences*.

Egipto, R. (1997). Influência da mecanização da poda no comportamento agronómico e fisiológico da videira (*Vitis vinifera* L.), casta "Cabernet sauvignon". Lisboa: Relatório do Trabalho de Fim de Curso de Engenharia Agronómica. Instituto Superior de Agronomia.

Freeman, B., & Cullis, B. (1981). Effect of hedge shape for mechanical pruning of vinifera vines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 32, 21-25.

Freeman, B., & Cullis, B. (1981). Effect of hedge shape for mechanical pruning of Vinifera vines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 32, 21-25.

Galet, P. (1998). *Precis de Viticulture. Multiplication de la Vigne*. Montpellier.

Garrido J., M. T. (2004). Manual Técnico. . Porto: Comissão de Viticultura da Região dos Vinhos Verdes.

Garrido, J., Mota, T., & Castro, R. (1995). Influência da Carga e do Sistema de Condução na Produtividade, Qualidade e Sanidade das Uvas CV. Pedernã (Sin. Arinto). GESCO, 24 - 30.

Gatti, M. C. (2011). Long-Term Effects of Mechanical Winter Pruning on Growth, Yield, and Grape Composition of Barbera Grapevines. Am J Enol Vitic., 62, 199-206.

Guedes-Lopes, T., Fróis, C., Ramadas, I., Moura, F., Mendes, A., Teixeira, A., & Castro, R. (1995). Potencialidades de Produção do Sistema C.A.R. na região dos vinhos verdes, CV. Pedernã (Sin. Arinto). GESCO, 227 - 233.

Intrieri, C. P. (1995). Integrated evolution of trellis training systems and machines to improve grape and vintage quality of mechanized Italian vineyards. American Journal of Enology and Viticulture, 46, 116-127.

Jackson, D. S. (1984). Vine response to increased node numbers. American Journal of Enology and Viticulture, 35, 161-163.

Lakso, A. (1999). Physiology of Minimal versus Normal Pruning of Concord Grapes. Cornell University, Geneva.

Lopes, C., & Pinto, P. A. (2005). Easy and accurate estimation of grapevine leaf area with simple mathematical models. Vitis, 44 (2), 55-61.

Lopes, C., Loureano, M., Fonseca, B., Aleixo, A., & Castro, R. (1995). Influência da Poda Mecânica na Produtividade da Videira, Casta "Cabernet Sauvignon". GESCO, 354 - 361.

Magalhães, N. (2008). Tratado de Viticultura - A Videira e o "Terroir". Lisboa: Chaves Ferreira Publicações.

Magalhães, N., Castro, R., Barros, A., Mendes, A., Martins, A., Cardoso, A., Pinheiro, M. (2011). Francisco Girão: Um inovador da viticultura do Norte de Portugal, volume II. Fundação Francisco Girão.

Martinez-de-Toda, F., & Sancha, J. (1999). Long term effects of simulated mechanical pruning on Grenache vines under drought conditions. *American Journal of Enology and viticulture*, 50(1), 87-90.

Monteiro, A., Ferreira, C., Madureira, H., Quenol, H., Maciel, A., Pinto, A., Guerner, J. (2005). *ATLAS AGROCLIMATOLÓGICO DO ENTRE DOURO E MINHO*. Porto: FLUP.

Mota, T. (2005). *Potencialidades e condicionalismos da condução LYS, cv. 'Loureiro', região dos Vinhos Verdes*. ISA/UTL - Lisboa: Dissertação de Doutoramento. Eng. Agronómica.

Poni, S. B. (2004). Performance of Croatina under short- cane mechanical hedging: A successful case of adaptation. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55, 379-388.

Poni, S., Tombesi, S., Palliotti, A., Ughini, V., & Gatti, M. (2016). Mechanical winter pruning of grapevine: Physiological bases and applications. *Scientia Horticulturae*, 88 - 98.

Possingham, J. (1994). New concepts in pruning grapevines. *Hortic. Rev*, 16, 235-254.

Reynier, A. (2012). *Manuel de Viticulture*. Lavoisier.

Reynolds, A. G., & Wardle, D. A. (1993). Yield Component Path Analysis of Okanagan Riesling Vines Conventionally Pruned or Subjected" to Simulated Mechanical Pruning. *Am. J. Enol. Vitic.*, 173-179.

Scholander, P., Hammel, H., Hemmingsen, E., & Bradstreet, E. (1965). Hydrostatic pressure and osmotic potentials in leaves of mangroves and some other plants. *National Academy of Sciences of the United States of America Proceedings*, 119-125.

Smart, R. &. (1991). *Sunlight into wine. A handbook for wine grape canopy management*. Winetitles, Adelaide, 88.

Smart, R. E. (1985). Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality: A review. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 230-239.

Smithyman, R. P. (1997). Influence of Canopy Configuration on Vegetative Development, Yield, and Fruit Composition of Seyval blanc Grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 48(4).

Studer, H. D. (1980). Observations on the agronomic effects of hedge pruning on grapevines trained as horizontal cordons California. *Riv. Vitic. Enol*, 33, 459- 456.

Tudisca, S. T. (2013). The cost advantage of sicilian wine farms. *American Journal of Applied Sciences*, 12, 1529-1536.

Vasconcelos, M. G. (2019). The Flowering Process of *Vitis vinifera*: A Review. *Am J Enol Vitic*, 60, 411-434.

Williams, L., & Mathews, M. (1990). *Grapevine*. California: University of California.

Winkler, A. C. (1974). *General Viticulture*. Los Angeles.: Univ. California.

Winkler, J. (1958)). The relation of leaf area and climate to vine performance and grape quality. *Am. J. Enol. Vitic*, 9(1), 10-23.