

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS**

**ANÁLISE DE PH E POTENCIAL REDOX EM FOLHAS DE VIDEIRAS
Vitis vinifera, DA VARIEDADE MERLOT, SUBMETIDAS AO
CONSÓRCIO DE DIFERENTES MIX DE COBERTURA VEGETAL, NA
REGIÃO DA GIRONDA- FRANÇA**

POLIANA RAMALHO ADORNO

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUT – 2023**

**ANÁLISE DE PH E POTENCIAL REDOX EM FOLHAS DE VIDEIRAS
Vitis vinifera, DA VARIEDADE MERLOT, SUBMETIDAS AO
CONSORCIO DE DIFERENTES MIX DE COBERTURA VEGETAL, NA
REGIÃO DA GIRONDA- FRANÇA**

POLIANA RAMALHO ADORNO

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao Colegiado de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Leilane Silveira D'Avila

Co-Orientador: Ciro Ribeiro Filadelfo

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

OUT – 2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO
POLIANA RAMALHO ADORNO

Documento assinado digitalmente
 **LEILANE SILVEIRA D'AVILA**
Data: 03/11/2023 11:17:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dra. Leilane Silveira D'Avila
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientador)

Documento assinado digitalmente
 **NIELSON MACHADO DOS SANTOS**
Data: 03/11/2023 11:12:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Nielson Machado dos Santos
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Documento assinado digitalmente
 **YURI CAIRES RAMOS**
Data: 03/11/2023 09:09:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Yuri Caires Ramos
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA
OUT – 2023

AGRADECIMENTOS

À Deus e aos Santos, por guiar meus caminhos me dando forças para superar as dificuldades e concluir mais uma etapa importante da minha vida.

A minha mãe por sempre estar ao meu lado me apoiando e incentivando no decorrer do meu curso.

Aos meus irmãos, particularmente a Débora e Theni, por todo companheirismo, apoio, incentivo e amor, vocês foram essenciais ao longo desse processo, tornando essa jornada menos árdua. .

Meus agradecimentos as minhas Tias e primos, em especial as minhas tias Elisangela e Maria Consuelo Adorno, pelas palavras de força, encorajamento e ajuda. Ambas desempenharam um papel importante no desenvolvimento desse trabalho e na minha carreira acadêmica, as senhoras dedico minha eterna gratidão.

A Dr Zito, pela amizade, apoio, paciência e disposição em me ajudar mediante as dificuldades, obrigada por me ensinar a tornar os momentos desafiadores mais leves.

Ao programa BRAFRAGRI, pela oportunidade de intercâmbio à França, pois foi através desse projeto que eu pude desenvolver este trabalho.

A Terre Amany, mais precisamente a Jéssica pela confiança, paciência, carinho e aprendizados dados durante os quatro meses de estágio na França.

Ao pesquisador Olivier Husson e Phelipe Cousin, pelos ensinamentos e pela gentileza em me permitirem trabalhar o tema que desenvolvi no estágio em meu TCC.

Aos professores Dr Oldair Vinhas e Dr Nielson Machado pelo apoio, compreensão e confiança. Agradeço toda paciência e gentileza.

À minha orientadora Dra Leilane Silveira e co orientador Dr. Ciro Ribeiro, pela orientação, compreensão e paciência. Eu tenho muito a agradecer pelo apoio, empatia e por toda confiança depositada em mim e no meu trabalho.

Aos meus queridos amigos Ana Paula, Satilly, Caliane, Iasmin, Raquelice, Rodrigo, Pedro, Lucas, Yao e demais, pela amizade construída ao longo desses anos que certamente irei levar para a vida. Obrigada pelos momentos de descontração, palavras de apoio, força e amor.

À todos que direta ou indiretamente fizeram parte de minha formação, o meu muito obrigada.

RESUMO

Estresses sofridos pelas culturas agrícolas podem estar ligados a práticas de cultivo. Quando mal conduzidas tais práticas podem estimular a produção exacerbada de espécies reativas de oxigênio (EROS). Estas são formadas durante reações de oxidação e redução (redox), e o aumento da sua produção ocasiona alterações nos processos fisiológicos e bioquímicos da planta podendo levar à destruição oxidativa da célula. O pH foliar, por sua vez, também pode ser regulado por múltiplos fatores bióticos e abióticos, podendo aumentar ou diminuir na presença de cátions básicos e ácidos orgânicos, por exemplo. Assim, o presente estudo visa mensurar o potencial redox e pH em folhas de videiras da variedade Merlot, submetidas ao consórcio de três diferentes mix de cobertura verde, a fim de avaliar o estresse sofrido pelas vinhas. Para isso, foram realizadas medições em folhas de videiras merlot no vinhedo Berliquet, situado em Saint Emillion na França. As medições foram feitas seguindo uma adaptação de método utilizado por Benada, para determinação de pH e potencial redox (Eh) em folhas. O pH e Eh das folhas de videiras não sofreram alteração com o consórcio de plantas. O Eh adaptado ao pH7 mostrou que o mix composto por nabo forrageiro, mostarda, festuca e azevem demonstra não estimular a produção de EROS e consequente estresse a videira. Videiras mais velhas possuem comportamento semelhante a videiras jovens mediante o pH e Eh foliar.

Palavras-chave: Estresse oxidativo; Potencial oxirredução; Merlot; *Vitis vinifera*.

ABSTRACT

Stresses suffered by agricultural crops can be linked to cultivation practices. When poorly conducted, these practices can stimulate the exacerbated production of reactive oxygen species (ROS). These are formed during oxidation and reduction reactions (redox), and an increase in their production causes alterations in the plant's physiological and biochemical processes, which can lead to the oxidative destruction of the cell. Leaf pH, in turn, can also be regulated by multiple biotic and abiotic factors and can increase or decrease in the presence of basic cations and organic acids, for example. Therefore, this study aims to measure the redox potential and pH in leaves of Merlot grapevines, subjected to a consortium of three different green cover mixes, in order to assess the stress suffered by the vines. To this end, measurements were taken on the leaves of Merlot vines at the Berliquet vineyard in Saint Emillion, France. The measurements were made following an adaptation of the method used by Benada to determine pH and redox potential (Eh) in leaves. The pH and Eh of the grapevine leaves did not change with the intercropping. The Eh adapted to pH7 showed that the mix composed of turnip rape, mustard, fescue and ryegrass did not stimulate the production of EROS and consequent stress to the vines. Older vines behave similarly to young vines in terms of pH and leaf Eh.

Keywords: Oxidative stress; Oxidation potential; Merlot; *Vitis vinifera*.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ERO espécies reativas de oxigênio

pH potencial hidrogeniônico

Eh potencial redox

Eh@pH7 refere se ao Eh corrigido em pH7

pe potencial eletrônico

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1. VIDEIRA MERTOT.....	11
2.2. PLANTAS DE COBERTURA VIVA DO SOLO.....	11
2.3. SINAIS REDOX E ESTRESSES BIÓTICOS.....	15
2.4. POTENCIAL DE HIDROGENIO (pH).....	16
2.5. POTENCIAL REDOX (Eh).....	18
3. OBJETIVOS.....	20
4. HIPÓTESE.....	20
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	21
5.3. MEDIÇÕES DE EH EM FOLHAS DE VIDEIRAS.....	22
5.4. MEDIÇÕES DE PH EM FOLHAS DE VIDEIRAS.....	23
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
6.1. EH DAS FOLHAS DE VIDEIRAS SUBMETIDAS AO CONSÓRCIO DE PLANTAS DE COBERTURA VIVA.....	26
6.2. PH DAS FOLHAS DE VIDEIRAS SUBMETIDAS AO CONSÓRCIO DE PLANTAS DE COBERTURA VIVA.....	27
6.3. RELAÇÃO EH@PH.....	29
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	33
8. REFERÊNCIAS.....	34
9. ANEXOS.....	42

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Internacional de Uva e Vinho, a variedade de uva chamada Merlot, fruto da *Vitis vinifera*, esta entre as treze mais plantadas no mundo sendo a região de Bordeaux na França a área mais explorada pela cultura. A variedade é caracterizada por brotação e floração precoce, o que acarretam problemas de amadurecimento excessivo em climas quentes (RAISIN; MENARD, 2022). Para tanto, os viticultores vêm empregando diferentes técnicas de cultivo que minimizem os efeitos do calor e seca na videira.

O consorcio de plantas de cobertura com videiras, por exemplo, é uma prática muito empregada na França, útil na prevenção à erosão do solo e aumento da biodiversidade florística (GUT; DELABAYS, 2007). No entanto, sob verões quentes e secos, o uso de plantas de cobertura podem interferir na exposição de cachos de uva e folhagem das vinhas à luminosidade e aeração, além de competir por água e nutrientes minerais, podendo levar a planta ao estresse (GAY ET AL. 2004).

Os estresses podem provir de influencia biotica ou abiotica, e desencadeiam uma resposta conhecida como estresse oxidativo, que são capazes de danificar e causar disfunções em componentes celulares (DEMIDCHIK, 2015). Os danos celulares são ocasionados pelo aumento na produção e acúmulo de espécies reativas de oxigênio (ERO). Estas são peróxidos de hidrogênio (H_2O_2), moléculas de oxigênio parcialmente reduzidas produzidas na célula vegetal, sua produção ocorre naturalmente por meio do processo de respiração e fotossíntese (GILL; TUTEJA, 2010; DEL RÍO, 2015).

Estudos comprovam que o equilíbrio redox da planta esta associado a regulação de EROs (FLORYSZAK; ARASIMOWICZ, 2016). Considerando-se, portanto, que muitas enzimas redox desempenham papel importante na regulação da imunidade (ELMER; DATNOFF, 2014; SPOEL; LOAKE, 2011) e em demais processos importantes à planta. No processo de transcrição, por exemplo, é necessario que o núcleo esteja em um estado redox reduzido para que a proteína exerça seu papel na ativação da transcrição (HANSEN et al., 2006). Além disso, os sinais redox comportam-se como reguladores entre interações proteína e DNA, exercendo grande relevância na expressão gênica, replicação do DNA e estabilidade do genoma (SHLOMAI, 2010).

Por isso o estudo da produção de EROs nas plantas vem tomando grande relevância por sua atividade reguladora durante o desenvolvimento da planta e respostas a estresse (BAXTER et al., 2014), sejam eles ocasionados pelo aumento de temperaturas, de intensidade e duração de períodos de seca, por ataque de patógenos ou até mesmo devido a atividades antrópicas (VAN LEEUWEN & DARRIET, 2018).

Desta forma, a fim de garantir sua sobrevivência frente a estresses, as plantas passam por adaptações fisiológicas que podem além de alterar o estado redox (Eh) afetar o pH foliar. Frente aos múltiplos fatores bióticos e abióticos o pH foliar é regulado com objetivo de manter um valor ótimo para os diferentes processos metabólicos (CORNELISSEN ET AL, 2010).

No sistema solo-planta-organismo, o Eh e pH ocupam papel fundamental na dinâmica da homeostase para a saúde dos solos e das plantas. O Eh-ph do solo e da rizosfera, por exemplo, determinam em grande parte a composição da microflora, solubilidade e absorção de nutrientes, por outro lado, a nutrição mineral às plantas afeta o Eh-ph interno do vegetal, principalmente nos casos de deficiências de nutrientes ou presença de elementos tóxicos, o que resulta em estresse oxidativo (HUSSON ET AL. 2021).

Com isto, fica claro que a sinalização redox apresenta função importante em muitos processos de desenvolvimento e respostas ao ambiente (CONSIDINE & FOYER, 2014; FOYER & NOCTOR, 2016) e as EROs exibem ação direta em muitos aspectos da biologia vegetal (DIETZ ET AL.,2016; FOYER & NOCTOR, 2016).

Sendo assim, a busca por uma ferramenta que determine o estresse da planta torna-se necessário. Deste modo, o uso da determinação do potencial hidrogeniônico (pH) e potencial redox (Eh) nas folhas desponta como uma alternativa viável e de baixo custo para determinar estresse em plantas. Nessa perspectiva, esse trabalho objetivou avaliar o comportamento do potencial redox e pH em folhas de videiras de duas parcelas de diferentes idades, ambas da variedade Merlot, submetidas ao consórcio com diferentes mix de cobertura vegetal viva.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. VIDEIRA MERTOT

De acordo com enólogos especialistas, a videira Merlot é uma variedade da videira Cabernet Franc, com origem no Oriente Médio, mais precisamente, na região de Bordeaux na França (WERLE, 2021). Adaptada a regiões de encostas que retêm umidade e calor durante todo o ano, a variedade Merlot desenvolve-se especialmente bem em solos argilo-calcários ou argilosos (BAZIREAU, 2022).

Merlot é conhecida como uma variedade que raramente sujeita-se a flavescência dourada (*Candidatus Phytoplasma vitis*), uma das doenças cloróticas mais severas da vinha, possuindo, também, resistência a oídio (*Uncinula necator*) e doenças da madeira, como o declínio da videira (*Eutypa* sp.) e a fusariose (*Fusarium oxysporum* f.sp.*herbemontis*). No entanto, a variedade apresenta sensibilidade a geadas devido à brotação precoce (TAGLIERO, 2022).

Na França tanto a uva Merlot como as demais variedades, são cultivadas a partir de diferentes métodos de cultivo, dentre eles esta o plantio convencional que tem como princípio maximizar o rendimento do vinho, fazendo uso de fertilizantes e produtos químicos. Porém, devido aos grandes impactos ambientais causados por este cultivo, a prática é questionada e substituída por outros tipos (HUBBLE, 2023).

A partir do século XX foram criadas novas tendências de práticas agrícolas na viticultura, como por exemplo: a agricultura sustentável, a agricultura integrada, o cultivo orgânico ou biológico, e o cultivo biodinâmico, todos estes visando o menor impacto ambiental e boa produção aliada à conservação do meio ambiente (HUBBLE, 2023).

Os métodos de cultivo conservacionistas utilizam práticas que minimizam o impacto no solo e no meio ambiente em que a cultura está inserida. No sistema orgânico, por exemplo, faz-se uso de métodos alternativos como uso de animais para limpar o solo e adubá-lo, pouco uso de produtos químicos e o consórcio de plantas de cobertura do solo entre as fileiras das vinhas (BARNES International Realty, 2023 ; DULAC, 2015).

2.2 PLANTAS DE COBERTURA VIVA DO SOLO

Dado que em sistemas de produção agrícola, o uso de plantas de cobertura de solo em consórcio com culturas principais constitui-se uma estratégia para

promover melhorias na estrutura física, química e biológica do solo (BOENI et al., 2021), qualificando-se como uma prática conservacionista (OLIVEIRA, 2014).

Em 2017, a Embrapa (2017) já evidenciava a influência das plantas de cobertura, por meio da redução da variação da temperatura do solo, do impacto da gota de chuva, da ocorrência de plantas espontâneas, da promoção da ciclagem de nutrientes e da biodiversidade do solo, bem como a redução dos impactos provocados pelo processo erosivo. Além disso, o uso desta prática agrícola em solos degradados e conseqüentemente com baixa fertilidade proporcionam também a recuperação da fertilidade (CAMILO et al., 2020).

Na França, o cultivo de plantas de cobertura consorciadas ao plantio de videiras é bastante empregado por seus inúmeros benefícios, como redução a erosão superficial, conservação e melhoria na fertilidade do solo, proteção do solo a impacto de máquinas agrícolas, auxílio na reciclagem de nutrientes, redução na incidência de pragas e doenças, dentre outros (ZALAMENA & MELO, 2021).

Vale ressaltar que a implementação da cobertura vegetal em uma parcela ocorre de duas maneiras: na mesma linha de cultivo das videiras, nas entrelinhas ou cobrendo toda as entrelinhas incluindo a linha das vinhas. A cobertura, por sua vez, pode ser permanente ou temporária (NOCETO ET AL. 2020)

Apesar das vantagens oferecidas às áreas de plantio de uvas, o consorcio de plantas de cobertura com a videira deve ser adequado às necessidades locais. Portanto, na escolha das espécies leva-se em consideração a profundidade efetiva do solo, precipitação pluviométrica da região, declividade do terreno, altura das plantas e sua adaptação com a videira (ZALAMENA & MELO, 2021).

Uma boa escolha das espécies de cobertura pode favorecer na preservação, recuperação e qualidade dos solos. Mas quando mal selecionadas, as plantas de cobertura podem modificar o vigor das videiras, por meio da diminuição da disponibilidade de água e nutrientes. Outro inconveniente, é que algumas espécies vegetais podem também abrigar vetores para doenças, como as cigarrinhas (*Scaphoideus titanus* Ball), principal vetor que transmite um fitoplasma que provoca a Flavescência Dourada (CRAVO, 2015; GUT et e al., 2007).

Algumas espécies de plantas, tais como as pertencentes à família Fabaceae (leguminosas) e à Poaceae (gramíneas) são utilizadas nesse sistema, podendo ainda ser apresentadas como de primavera/verão e outono/inverno. As ditas de primavera/verão apresentam baixa resistência ou alta sensibilidade às baixas

temperaturas, período esse, no qual se privilegia o uso daquelas destinadas ao outono/inverno (REDIN et al., 2016).

As plantas de cobertura podem ser cultivadas de duas maneiras, solteiras, quando uma única espécie é utilizada, e em mixes com uso de duas ou mais espécies, onde geralmente são feitas misturas com leguminosas e gramíneas (CARVALHO et al 2022). O segundo método foi empregado no vinhedo Berliquet, onde utilizou-se oito espécies adaptadas ao clima europeu, sendo estas:

Aveia preta (*Avena stigosa*): Nativa da Europa, a planta possui uma excelente cobertura de solo e por sua alta capacidade de crescimento e perfilhamento, é utilizada como adubo verde. Atuante na reciclagem de nutrientes, a aveia preta melhora as condições físico-química e promove equilíbrio microbiológico. Possui alta exigência em água e necessita de boa qualidade luminosa (FONTANELI et e al. 2012).

Ervilhaca (*Vicia sativa*): Pertencente à família Fabaceae, a ervilhaca é uma leguminosa que apresenta uma boa cobertura do solo, por isso, tem grande capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico. Seu cultivo pode ser feito sozinho ou em consorcio com uma gramínea, como a aveia (SANTOS H. et al 2002). Entretanto, a ervilhaca possui algumas limitações como a baixa tolerância a solos úmidos e pouca resistência à seca (CARVALHO et al 2022).

Trevos (*Trifolium spp.*): Considerada como sendo uma leguminosa, o trevo é uma planta forrageira perene, sendo utilizada principalmente para a fixação biológica de nitrogênio. Por ser uma planta perene de clima temperado pode ocasionar problemas de competição com a cultura de interesse principal,, pois o trevo é exigente em água, e quando expostos a altas temperaturas e seca a competição pode ser atenuada (CARVALHO et al 2022).

Nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*): Pertencente à família Brassicaceae, o nabo é uma planta rústica adaptada ao clima frio. Com sistema radicular pivotante a planta é uma excelente recicladora de nutrientes, devido a sua capacidade de penetrar o solo profundamente. Possui boa capacidade de cobertura de solo e por suas características alelopáticas, esta inibe a emergência e o desenvolvimento de uma série de plantas, por isso seu uso deve ser cauteloso já que sua alelopátia foi identificada em pessegueiros (RUFATO et e al. 2006).

Mostarda branca (*Sinapis alba*): Por muito tempo considerada uma erva daninha, a mostarda branca é uma planta anual, com resistência ao frio. Pertencente

à família Brassicaceae. Por se tratar de um adubo verde a planta possui algumas qualidades como seu crescimento rápido, adaptação a diferentes tipos de solo, tolerância à seca, efeito inseticida, fungicida e nematicida (BOYER E LABERGE, 2019).

Festuca vermelha (*Festuca rubra*): É uma gramínea perene, seu desenvolvimento vegetativo ocorre por meio de rizomas grossos e suas raízes são extensas e profundas, motivo pelo qual é utilizada para controle de erosão. Por ser uma planta rústica de clima temperado, a festuca, se desenvolve bem em solos pobres (ZALAMENA, 2012).

Azevém (*Lolium perenne*): Utilizada para compor pastagens anuais, a planta é uma gramínea de elevado valor nutritivo. Adaptada a vários tipos de solos e clima temperado, a azevém desenvolve-se melhor em solos baixos e úmidos. Por possuir raízes superficiais, a planta possui resistência moderada à seca (FONTANELI et e al. 2012).

Trevo branco (*Trifolium repens*): É uma leguminosa perene, de crescimento prostrado e raízes pivotante. Adapta-se bem a maioria dos solos, com maior desempenho em solos de pH superior a 6,0 (FONTANELI et e al. 2012).

Plantas espontâneas: São plantas que crescem sem a necessidade de semente do produtor. Normalmente diversas espécies de plantas são observadas, com hábitos de crescimento e sistema radicular diferente (ZALAMENA, 2012).

Embora não existam muitos estudos específicos sobre o impacto do estresse ocasionado pela interferência de cobertura vegetal no metabolismo das videiras (RIVOAL et al. 2011), tem-se conhecimento dos efeitos abióticos sobre a produção de moléculas de elétrons desemparelhados: as EROS. O estresse causado pela competição interespecífica entre plantas, podem estimular a produção de tais moléculas oxidativas a ponto de intensificar o estresses. Uma alta concentração de moléculas oxidativas podem acarretar distúrbios celulares e até mesmo morte celular, por meio de ataques a proteínas, lipídios, membranas, dentre outros (Halliwell & Gutteridge 2007).

Um dos principais fatores a ser disputado na competição interespecífica é a água disponível no solo (RADOSEVICH et al., 2007). As espécies de plantas espontâneas possuem maior eficiência na absorção de água pelas suas raízes, o que pode gerar estresse hídrico nas culturas. Como é o caso do consórcio de plantas espontâneas com meloeiro, que levou os produtores a aumentar a

distribuição de água pela cultura de 136 para 163 m³ ha¹, para então conseguir suprir as necessidades dos meloeiros (TEOFILO et al., 2012).

A falta de água, como visto, pode levar ao estresse celular. Sua ação ocorre com auxílio de receptores de membranas que enviam mensagens para dentro da célula, por meio de uma série de reações. Dentre elas esta a alteração do pH do citosol e potencial transmembranar, que movimenta os ions responsáveis por modularem os processos de abertura e fechamento de estômatos (Xiong et al. 2002).

2.3 SINAIS REDOX E ESTRESSES BIÓTICOS

Estresses provocados por condições bióticas ou abióticas, como é o caso do manejo incorreto de consórcio entre a cultura de interesse econômico e plantas de cobertura, podem estar vinculados ao aumento expressivo da produção de espécies reativas de oxigênio (EROS), produto da respiração e fotossíntese, vias que estão intimamente relacionadas ao potencial redox. (GILL & TUTEJA, 2010).

Observa-se que mesmo em ambientes de constante mudança, as plantas realizam fotossíntese e processos assimilativos, no entanto, as condições ambientais que flutuam rapidamente podem estressar significativamente os organismos, particularmente quando as flutuações ultrapassam os limites de tolerância fisiológica (DEANGELIS et al., 2010).

O estresse provoca na planta atividades oxidantes que geram intenso fluxo de elétrons na célula vegetal, principalmente nos cloroplastos, mitocôndrias e peroxissomos (GILL & TUTEJA, 2010). Quando em excesso, as EROs promovem oxidação de biomoléculas e atacam rapidamente moléculas importantes dentro e fora das células vegetais, como lipídios, ácidos nucleicos, proteínas, pigmentos, resultando em desordem e até mesmo morte celular (HALLIWEL & GUTTERIDGE, 2007; LASCANO et al., 1998; OVERMYER et al., 2009).

Como visto, a produção excessiva de EROs mediante ao estresse pode representar uma ameaça para as células, no entanto estudos mostram que as EROs também atuam como sinalizadores de estresse que levam a ativação das vias de defesa, como a produção de antioxidantes (DESIKIN et al. 2001; KNIGHT & KNIGHT. 2001).

Substâncias com ação antioxidante são importantes para a defesa de plantas, e podem ser identificadas em diferentes organelas celulares, tais como mitocôndrias e cloroplastos (APEL & HIRT, 2004; MOLLER et al. 2007), limitando ou inibindo a

ocorrência de danos oxidativos graves, por meio da conservação do equilíbrio entre a produção e neutralização das EROs. Assim, a intensidade dos danos nos diferentes níveis teciduais dependem da eficiência da espécie vegetal em mobilizar as defesas antioxidantes e manter o equilíbrio pró-oxidativo/antioxidativo (BLOKINA et al. 2003; GRATÃO et al., 2005; NALI et al., 2005).

Desse modo fica claro que regulação do potencial de oxidação/redução, (redox) representa um elemento importante no ajuste do metabolismo e desenvolvimento das plantas, dentro das condições ambientais dominantes (DIETZ, 2003). Durante o crescimento e desenvolvimento das organelas, o potencial redox sofre mudanças e é influenciado por condições externas, tais como luz, temperatura, umidade, reguladores de crescimento, nutrição e etc. (BENADA, 1966; BENADA, 1967).

A luz, por exemplo, apresenta grande influência nos valores de potencial redox em folhas, considerando que folhas cobertas por outras partes da planta apresentam potencial redox alto, assim como acontece com partes basais das lâminas foliares cobertas pelas bainhas, durante seu desenvolvimento (BENADA, 2017).

Contudo, observa-se que mecanismos de detecção de potencial redox podem ser um dos principais sensores de mudança ambiental, sendo um componente importante na detecção de estresse biótico e abiótico (HUNER et al., 1996).

2.4 POTENCIAL DE HIDROGENIO (pH)

O pH por sua vez é caracterizado como a medida da concentração de acidez de uma solução, e é determinado pelo teor de íons hidrônio (H_3O^+) livres por unidade de volume. O pH é considerado um importante parâmetro nos estudos de pedogênese, ciclos biogeoquímicos, na solubilização de nutrientes, dentre outros. Na planta, o deslocamento de prótons de uma face de uma membrana para a outra, é essencial no funcionamento celular dos vegetais, podendo afetar fortemente no seu metabolismo e catabolismo (CHADWICK & CHOROVER 2001).

A fotossíntese e a respiração correspondem às duas principais reações de redução por acúmulo de elétrons e prótons. Com isso, todas as variações na atividade fotossintética, como a luz, temperatura, nutrição e etc, afetam diretamente o pH e Eh da planta. Quando a taxa fotossintética é reduzida ocorre a oxidação e

alcalinização, já quando a fotossíntese é eficiente, ou seja, esta nas suas condições ideais as plantas ficam mais reduzidas e ácidas (MULLINEAUX E RAUSCH, 2005).

Fatores como a nutrição mineral das planta afetam a fotossíntese, que por consequencia interfere no Eh e pH. As deficiências por N, P ou K leva à oxidação da planta, já se tratando de pH a falta de N leva a alcalinização, enquanto que a deficiência de P ou K resulta em acidificação. Além da disponibilidade destes elementos a sua forma de absorção pela planta também podem influenciar no Eh-pH do solo, sausando impacto na planta (MARSCHNER et al. 1986).

A forma de absorção de N pelas plantas, não esta apenas relacionado a solubilidade dos elementos e o tipo de fertilizante aplicado, mas também às condições de Eh-pH do solo. A principal forma de absorção de N é determinado pelo balanço de potencial eletronico + pH (HUSSON, 2013). Durante uma seca a atividade biológica é limitada, o que leva ao aumento de Eh e potencial eletronico+pH do solo, causando um impacto negativo na solubilidade de Fe e Mn, e aumento da nitrificação (LI et al. 2014).

Se tratando de pH na folha, este depende de uma série de reações químicas subjacente, como por exemplo, a presença de ácidos e sais orgânicos, podendo aumentar ou diminuir como resultado de produtos químicos (cátions básicos, ácidos orgânicos) nas folhas (CORNELISSEN et e al., 2006). O mesmo pode ser regulado por vários fatores bióticos e abióticos para que valores ótimos sejam mantidos para os diferentes processos metabólicos das plantas (CORNELISSEN et al., 2011).

Estudos em herbáceas mostram que o pH foliar no nível da comunidade é influenciado conjuntamente pela estrutura da comunidade vegetal, podendo variar entre diferentes espécies de herbáceas, bem como, fatores ambientais (FOREY et al.,2016) como a seca e a salinidade do solo, dois importantes reguladores ambientais do pH foliar que podem desencadear efeitos negativos no crescimento das plantas, incluindo déficit hídrico e redução da atividade fotossintética (HARTUNG et al.,1988).

Se tratando da relação pH e Eh, folhas de mudas de trigo submetidas a condições exressantes de pH muito ácido ou fortemente alcalino apresentaram grande dano oxidativo em comparação com o controle em pH7. Em pH 4,0 considerado extremamente ácido, observa-se um aumento acentuado de H₂O₂ e malondialdeido (indicador de estresse produzido a partir da peroxidação lipídica) (BHUYAN et al.2019).

Sendo assim, o pH foliar há alguns anos foi reconhecido como uma ferramenta de grande potencial para formular e testar previsões sobre mudanças no funcionamento do ecossistema, como as impulsionadas por diferenças ou mudanças na composição do vegetal. Além destas análises, o pH é considerado um forte candidato ao poder preditivo no estudo de processos de ciclagem de carbono, herbívoros, decomposição de serrapilheira e simbiose micorrízica (CORNELISSEN et al. 2006).

2.5 POTENCIAL REDOX (Eh)

Os primeiros sinais redox na planta são originados durante a fotossíntese. Neste processo, ao utilizar a energia solar para oxidar a água, a planta libera oxigênio, e reduz o dióxido de carbono formando grandes compostos de carbono, especialmente açúcares. Por sua vez, pigmentos existentes nos cloroplastos, atuam como complexos antena, emitindo luz e transferindo energia para o complexo do centro de reação, onde ocorrem reações químicas de oxidação e redução, resultando em armazenamento de energia a longo prazo (TAIZ & ZEIGER, 2013).

A fotossíntese é, também, responsável pelo transporte de elétrons, fazendo transferência dos receptores do fotossistema I para outros receptores (BAIER & DIETZ, 2005). O transporte de elétrons entre membranas do cloroplasto, acarretam diferenças de Eh e pH, que ocorrem entre as áreas de superfície da membrana, e entre ambos os lados da membrana, como o lúmen e o estroma dos tilacóides (LAMBERS & CHAPIN, 2008).

Durante a formação de proteínas e lipídeos, a geração de reserva de energia nas moléculas sintetizadas, evidencia uma reação de redução, enquanto que o fornecimento de energia para as células provindo da redução dessas moléculas em atmosfera oxigenada caracteriza-se em uma atividade oxidativa (LAMBERS & CHAPIN, 2008).

Já no ciclo de Krebs, a dependência das células por seu fornecimento de energia, geram uma atividade redutora quando substratos importados para a mitocôndria são oxidados em um processo cíclico (LAMBERS & CHAPIN, 2008).

Pode se observar, também, a presença do potencial redox em atividades dos canais iônicos. Estas atividades são reguladas de forma imediata por meio do pH e Ca^{2+} , enquanto que a sua forma mais lenta de regulação se dá pelas proteínas

quinases, fosfatases ou calmodulina. Sendo o K o elemento mais abundante nas plantas, seus canais foram os primeiros a serem estudados e caracterizados em células guardas (PANTOJA, 2021). Os canais K⁺, por sua vez são dependentes de voltagens das plantas, sendo assim, vários canais como VGK, KAT1, KAT2 e outros que permitem a passagem de K⁺, estão localizados na membrana plasmática e são ativados por meio de potenciais de membranas mais negativos, já os SKOR e GORK são ativados por potenciais positivos que mediam a saída de K⁺ na célula (GOBERT et al., 2007)

Pesquisas apontam que a regulação e sinalização redox é de grande importância no contexto das atividades de transporte, desenvolvimento de plantas e morte celular programada. Além disso, o envolvimento nas interações redox, bombeamento de prótons, energização da membrana, regulação do canal iônico, absorção de nutrientes e regulação do crescimento (DIETZ, 2003; NOCTOR, 2006).

Até o momento, o estudo da atividade redox, na planta, restringe-se a célula, de modo que o Eh representa o resultado das ações de moléculas ativas redutoras e oxidantes (POTTERS et al., 2010). Já o presente trabalho visa fazer uma análise do Eh de forma global em folhas de fideiras plantadas em uma área com histórico de plantio sob sistema de cultivo tradicional, mas que atualmente esta no terceiro ano de conversão para o sistema de cultivo orgânico.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar Eh e pH, em videiras da variedade Mertot, submetidas ao consorcio com diferentes mixes de plantas de cobertura.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Mensurar o Eh e pH em folha completa de vinhas;
- Demonstrar a influência de diferentes combinações de plantas de cobertura verde no Eh e pH das folhas de videiras;
- Comparar ph e Eh em folhas de videiras de diferentes idades.

4. HIPÓTESE

Tipos de consorcio com diferentes mixes de plantas de cobertura interferem nos valores de Eh e pH em folhas de plantas.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 ÁREA DE ESTUDO

O trabalho foi realizado entre junho e agosto de 2022 no vinhedo da vinícola Château Berliquet, localizada em Saint-Émilion, cidade situada na região vinícola de Bordeaux na França (44°52' N 0°09" E e altitude de 83 m). O solo da área experimental, por meio de análise física, foi classificado como solo coluvial calcário (ÁUREA AGROSCIENCE, 2017)

O clima da região, segundo a classificação de Koppen, é Cfb, temperado quente. Com precipitação média anual é de cerca de 788 mm. A temperatura ao longo do ano varia entre 2 a 28 °C (Climate Date, 1991)

5.2 DESENHO DO ESTUDO

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, tendo como tratamento, três combinações diferentes de cobertura vegetal e um grupo controle (grama natural), com 4 repetições por tratamento, totalizando 16 fileiras, para cada parcela mensurada.

Para realização do trabalho analisou-se duas parcelas: a vinha velha com 39 anos, e a vinha jovem, com 10 anos. A videira plantada em ambas as parcelas é da variedade Merlot enxertada sob o porta-enxerto 101-14. Ambas as parcelas estão no terceiro ano de conversão para o sistema de cultivo orgânico.

As medições foram feitas durante o verão europeu de 2022, porém as plantas de cobertura foram plantadas a lanço, no inverno de 2021-2022. Sua implantação deu-se entre as fileiras das videiras, dispostas alternadamente com quatro fileiras para cada tratamento. Assim, trabalhou-se com os seguintes tratamentos:

Tabela 1 - Identificação de espécies/ mixe de plantas de cobertura utilizadas nos tratamentos

ESPÉCIES	NOME CIENTIFICO	TRATAMENTOS		
		T1 (%)	T2 (%)	T3(%)
Aveia preta	<i>Avena strigosa</i>	40%	40%	
Ervilhaca	<i>Vicia villosa</i>	30%	20%	
Trevo	<i>Trifolium incarnatum</i>	30%	20%	

Nabo forrageiro	<i>Raphanus sativus</i>	10%
Mostarda	<i>Sinapsis alba</i>	10%
Festuca	<i>Festuca rubra</i>	40%
Azevém	<i>Lolium perenne</i>	10%
Trevo branco	<i>Trifolium repens</i>	50%

O tratamento testemunha foi composto de plantas espontâneas não identificadas.

5.3 MEDIÇÕES DE EH EM FOLHAS DE VIDEIRAS

O método utilizado para as medições trata-se de uma adaptação a Benada (BENADA, 1968). Seu trabalho objetivava a realização de medição direta em um organismo vivo, em condições naturais, ou seja, em ambientes aeróbios. Visto que tanto a respiração quanto a fotossíntese impactam fortemente no Eh, ambas as atividades devem funcionar normalmente durante o processo de medição.

As medições de Eh nas folhas foram feitas de maneira similar às medições feitas para pH em solo, onde na realização das análises utilizou-se o pHmetro LAQUA PH210-K, um eletrodo de referência Ag/AgCl (KCl 3M) Ref 321 e um eletrodo de trabalho de platina.

A execução das medições ocorreu ao ar livre, em um espaço previamente determinado livre de influência de ondas magnéticas. A escolha de um bom local é de grande importância para a obtenção de boas medições, visto que as ondas interferem diretamente no resultado das medidas (HUSSON et al., 2016).

Antes de iniciar as medições fez-se a calibração do pHmetro LAQUA PH210-K. A calibração possui grande importância, pois o eletrodo de platina possui influência sobre a leitura do potencial redox, portando, afim de verificar a sua integridade e bom desempenho faz-se a calibração do aparelho.

A calibração era realizada uma vez ao dia, sempre antes de iniciar as medições, seguindo o protocolo estabelecido pela Verre de Terre Production (Organização agroecológica francesa, ativa no campo da formação de agricultores em agroecologia e práticas regenerativas).

Com o pH-metro ligado, e com os eletrodos (previamente lavados em água destilada) conectados, fazia a imersão dos eletrodos em solução tampão de 220 mV, em seguida aguardava-se a estabilização do aparelho, ou seja, quando no leitor o valor apresentado permanecesse o mesmo por alguns minutos, representando uma estabilização de um valor em mV estável, dava-se como finalizada a calibração.

Com a ajuda de um suporte, o eletrodo de referência, então conectado ao pH-metro, era posto verticalmente em uma placa de petri, tendo a sua base em contato com um papel filme umidificado com solução KCl 0,1 M (Anexo 4).

A folha coletada da videira, era enrolada, afim de formar camadas suficientemente espessa para penetração de toda a parte metálica de platina do eletrodo. Com o eletrodo de platina limpo em água destilada, fazia-se a inserção da parte metálica no tecido foliar, de forma paralela à nervura principal da folha.

O eletrodo de platina, com a folha inserida, era colocado verticalmente em contato com o papel filtro, a aproximadamente 2–3 cm do eletrodo de referência (Anexo 5).

No primeiro momento o valor apresentado no leitor do pH-metro oscila, por isso, uma vez os dois eletrodos próximos, recomenda-se aguardar o potencial elétrico entre os dois diminuir. Sendo assim o valor em mV apresentado deve atingir um platô, porém deve-se ficar atento, pois em poucos minutos o valor eleva-se. O valor mais baixo era tomado como o valor medido, aquele que representa o E_h da folha. A fim de confirmar o valor encontrado, repetia-se o processo duas vezes na mesma folha. Dada as repetições, se na segunda medição, o voltímetro apresentasse uma diferença de 5mV em relação à primeira análise feita, o menor valor entre as duas medições era considerado, vale ressaltar que diferenças acima de 5mV a medição era desconsiderada e portanto refeita (HUSSON et al., 2016).

5.4 MEDIÇÕES DE PH EM FOLHAS DE VIDEIRAS

Terminada a medição de E_h , a mesma folha era submetida a análise de pH. O processo consistia em lavar a folha com algumas gotas de água destilada, por agitação secá-la e colocá-la em um almofariz de cerâmica para maceração. Com o material vegetal macerado, o mesmo era colocado em uma seringa de plástico de 5 mL e pressionado até a extração de algumas gotas do sumo. As gotas obtidas eram utilizadas para medição direta de pH com um medidor de pH portátil, calibrado todos

os dias antes da medição em solução tampão a pH 7,00 e pH 4,00 em temperatura ambiente (Anexo 6).

A escolha da planta para medição dentro da parcela foi feita de forma aleatória, sendo assim, para cada visita selecionava-se videiras diferentes, a fim de obter uma análise que representasse uma amostra global da parcela. Para cada planta coletou-se apenas uma folha, sendo esta a sexta folha totalmente expandida, contada a partir da segunda folha disposta no todo da planta. Tal posição foi escolhida a fim de manter uma padronização das amostras. Estudo feito em arroz mostrou que o Eh-pH das folhas podem variar entre as partes da planta, onde a última folha, mais jovem, que está em rápido desenvolvimento, não é recomendada para medição, pois seu Eh é muito variável, em contrapartida, folhas velhas e senescentes também não são indicadas, pois seu Eh também evolui rapidamente com a idade da folha e portanto, leva a medições muito variáveis (HUSSON et al., 2018). Portanto, concluiu-se que a sexta folha seria a opção mais adequada.

As medições foram realizadas no período entre 10 e 16h, que corresponde ao intervalo de menor variação de radiação solar e temperatura, dado que a fotossíntese e a respiração afetam fortemente o nível redox nas plantas (HUSSON et al., 2018).

5.5 RELAÇÃO Eh@pH

Estudos mostram que o funcionamento fisiológico da planta, depende de uma faixa de Eh/pH determinada, e portanto, deve-se garantir que esses parâmetros sejam mantidos, independente do ambiente (DIETZ 2003; CORNELISSEN et al. 2011). Contudo, tanto o Eh quanto o pH desempenham papel importante no crescimento das plantas, e os desequilíbrios desses parâmetros podem causar sérios danos ou até mesmo morte celular (DIETZ e SHEIBE, 2004).

O Eh é frequentemente discutido a nível celular e subcelular. Entretanto, apesar das possíveis interações entre Eh e pH, os estudos de regulação redox é desconectado aos estudos de pH, e as interações Eh – pH são ignoradas, na maioria dos casos (HUSSON, O. 2013). Para tanto, para melhor definir as condições redox, corrigiu-se o Eh para pH7 (Eh@pH7) calculando o pe (potencial eletrônico) + pH (HUSSON et e al, 2016).

Como visto, além da análise de Eh e pH, pode-se utilizar a relação Eh@pH7 para melhor definir as condições redox de um sistema, podendo caracterizar a atividade eletrônica independente da atividade de prótons (HUSSON et e al., 2016)

Para tanto o Eh@pH7 foi calculado da seguinte forma:

$$Eh@pH7 = Eh + (pH - 7) \times \frac{R \times T \times \ln 10}{F}$$

Na equação apresentada o Eh é medido em volts, o R refere-se a constante dos gases perfeitos ($R = 8,31 \text{ J/mol K}$), F é a constante de Faraday (96485 C/mol) e T é a temperatura em Kelvin.

Por fim, todos os dados foram avaliados por análise de variância com aplicação do teste F ($\rho \leq 0,05$), sendo os valores médios comparados pelo teste de Tukey ($\rho \leq 0,05$). Todas as análises estatísticas foram feitas por meio do programa estatístico Sisvar.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 EH DAS FOLHAS DE VIDEIRAS SUBMETIDAS AO CONSÓRCIO DE PLANTAS DE COBERTURA VIVA

O Eh médio variou de 323,50mV a 338,36 mV, mas quando analisadas, as folhas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nem entre os tratamentos das plantas de cobertura nem entre as parcelas (vinha velha e vinha jovem).

Tabela 2 - Potencial redox de folhas de videiras merlot sob porta-enxerto 101-14, plantadas em consorcio com mix de plantas de cobertura de solo solo (2022). Château Berliquet, Saint Emilion – França. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Potencial redox (Eh) ⁽¹⁾	
	Vinha velha (39 anos)	Vinha jovem (11 anos)
Testemunha	338,36 aa	326,79 aa
T1	328,63 aa	328,63 aa
T2	326,10 aa	323,88 aa
T3	326,90 aa	323,50 aa

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha e coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. Erro padrão: 3,53. CV (%): 1,92. Testemunha: plantas espontâneas não identificadas. T1 : aveia preta, ervilhaca e trevo. T2: aveia preta, ervilhaca, trevo, nabo forrageiro e mostarda. T3: festuca, azevém e trevo branco.

Embora a estatística demonstre que não há diferença entre as parcelas, o valor médio de Eh nas folhas de plantas testemunhas da parcela de vinha velha , 338,36 mV, apresentou ser mais elevado (Tabela 2) em comparação a vinha jovem, com diferença aproximada de 12 mV.

Quando analisado o estudo feito em folhas de arroz, percebe-se que plantas que cresceram por 60 dias após a semeadura (DAS) mostraram-se significativamente mais oxidadas (maior Eh) do que as plantas após 40 DAS, para as três variedades analisadas. Com 265,4 mV para plantas mais velhas e 237,7 mV nas mais jovens, o trabalho demonstrou que o envelhecimento parece estar

relacionado à oxidação (HUSSON. et e al., 2020). No entanto, tal comportamento não foi observado nas folhas de videiras.

Além disso, ao que parece os tratamentos de plantas de cobertura não influenciaram na variação de Eh nas folhas das videiras.

6.2 PH DAS FOLHAS DE VIDEIRAS SUBMETIDAS AO CONSÓRCIO DE PLANTAS DE COBERTURA VIVA

Na tabela 3 estão apresentadas as médias de pH foliar, onde observa-se um valor médio de 3,20 para todos os tratamentos analisados, além disso, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos nem entre as parcelas para os valores de pH.

Tabela 3 - pH de folhas de videiras merlot sob porta-enxerto 101-14, plantadas em consorcio com mix de plantas de cobertura de solo (2022). Château Berliquet, Saint Emilion – França. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Ph	
	Vinha velha (39 anos)	Vinha jovem (11 anos)
Testemunha	3,16 aa	3,56 aa
T1	3,16 aa	3,23 aa
T2	3,16 aa	3,08 aa
T3	3,16 aa	3,08 aa

(¹) Médias seguidas de mesma letra na linha e coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. Erro padrão: 0,041. CV (%): 2,34. Testemunha: plantas espontâneas não identificadas. T1 : aveia preta, ervilhaca e trevo. T2: aveia preta, ervilhaca, trevo, nabo forrageiro e mostarda. T3: festuca, azevém e trevo branco.

Segundo Cornelissene et e al., (2010) a variação no pH foliar é predominantemente determinadas pelas diferenças ligadas a espécie, e não por uma variação fenotípica de cada espécie em resposta a diferenças químicas do solo. Isso reforça os resultados obtidos nesse trabalho, onde mesmo as plantas submetidas ao consorcio de plantas de cobertura, capazes de alterar composições

químicas e físicas do solo, sua ação não interferiu significativamente no pH foliar das videiras.

Além disso Corneilissen et al. (2006) e Freschet et al. (2010), mostram que o pH do tecido foliar é rigorosamente controlado para uma determinada espécie, em razão das suas funções diretas e indiretas na planta. O baixo pH por exemplo, pode estar ligado a baixa digestibilidade, podendo atuar como uma defesa a herbívoros. Por outro lado, vários aspectos interativos da fisiologia e química de uma planta dentro e entre diferentes compartimentos celulares determinam o pH geral de um tecido (MARSCHNER 1995 ; LAMBERS et e al., 2008).

No entanto, embora Corneilissen considere que o pH foliar esta ligado a espécie, plantas desérticas como as pseudohalófitas quando expostas a condições de salinidades apresentaram respostas significativas de pH foliar ao estresse salino. Para além disso, constatou se a existencia de padrões de pH foliar para os quatros grupos de arbustos do deserto analisados, a origem dos padrões podem estar associados a diferentes estratégias adaptativas frente ao estresse hídrico e a salinidade. Com isto, observou se que o pH foliar médio de arbustos desérticos era geralmente mais alto em relação a dos arbustos úmidos e semi úmidos. O aumento de cátions solúveis nas folhas das plantas do deserto justificariam esse aumento (YAN LUO et e al. 2021).

Além de Yan Luo, outros autores comprovam que a seca e a salinidade do solo são importantes reguladores ambientais do pH foliar, responsáveis por desencadear efeitos negativos no crescimento das plantas, incluindo déficit hídrico e redução da atividade fotossintética (Hartung et al., 1988).

A falta de água, por sua vez, pode ser um fator estressante causado pela competição entre videiras e plantas de cobertura. No entanto, diferente dos trabalhos acima citados, nas análises feitas em folhas de videiras não foi identificado uma mudança significativa no pH foliar que indicasse algum efeito causado por estresse, o que leva a entender que o pH foliar manteve-se nos diferentes tratamentos analisados. Com isso podemos concluir que neste caso o fator determinante do pH foliar foi a espécie vegetal, a *Vitis vinifera*.

6.3 RELAÇÃO EH@PH

A partir das medições feitas nas videiras, e dada a conversão dos dados pela equação citada neste trabalho, observou-se que as plantas de cobertura cultivadas em consorcio com a videira não apresentaram diferença significativa entre as parcelas sete e sete bis (Tabela 4).

Segundo Zalamena e Melo (2021) os produtores costumam deixar o solo nu por temerem a ocorrência de competição por água ou nutrientes, entre as plantas de cobertura e a videira. No entanto, estudos demonstram que a possibilidade de concorrência ocorre nos três primeiros anos da videira, ou em anos de estiagem. Como ambas as parcelas possuem idade acima de 10 anos, tal afirmação pode justificar o resultado encontrado, onde não houve diferença significativa entre as duas parcelas. Contudo, entende-se que videiras de dez e quarenta anos de idades apresentam comportamento de Eh@pH, similares para o consórcio com as diferentes coberturas de solo.

Tabela 4 - Relação Eh@pH7 de folhas de videiras merlot sob o porta-enxerto 101-14, plantadas em consorcio com mix de plantas de cobertura de solo solo (2022). Château Berliquet, Saint Emilion – França. Média de quatro repetições.

Tratamentos	Eh@pH7 (mV)	
	Vinha velha (39 anos)	Vinha jovem (11 anos)
Testemunha	8,87 aa	8,71 aa
T1	8,66 aa	8,83 aa
T2	8,57 bb	8,46 bb
T3	8,60 bb	8,43 bb

⁽¹⁾ Médias seguidas de mesma letra na linha e coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. Erro padrão: 0,05. CV (%): 1,09. Testemunha: plantas espontâneas não identificadas. T1 : aveia preta, ervilhaca e trevo. T2: aveia preta, ervilhaca, trevo, nabo forrageiro e mostarda. T3: festuca, azevém e trevo branco.

As plantas de cobertura podem contribuir tanto para o aumento, quanto a diminuição do vigor de frutíferas, em condições de clima temperado (ZALAMENA, 2012). A capacidade de modificar o vigor da planta pode ser visto como um aspecto

positivo ou negativo, o fator determinante neste caso é a idade do vinhedo e as características das plantas de cobertura.

Segundo ZALAMENA, vinhedos novos, por não possuírem um sistema radicular desenvolvido demandam um maior monitoramento das plantas de cobertura, a fim de evitar competição, o que implicaria na prolongação do início de produção. No entanto, vinhedos bem estabelecidos, com mais de três anos de implantação, quando em fase produtiva pode-se utilizar as plantas de cobertura sem necessidade de controle rigoroso.

Fica claro que a partir do terceiro ano, as plantas de cobertura e as videiras podem ser plantadas em consorcio, pois nessa etapa o solo aporta nutrientes necessários para ambas. Um motivo que poderia justificar a retirada das plantas de cobertura em um vinhedo adulto é a ocorrência de déficit hídrico prolongado (ZALAMENA E MELO, 2021).

A partir disso, compreende-se que como as parcelas apresentam idades de plantio acima de dez anos, o comportamento das plantas de cobertura não diferiram entre as parcelas. Os valores similares para ambas, pode demonstrar que plantas mais velhas em relação as mais jovens, não necessariamente sofrem mais estresse por fatores bióticos. Neste caso, na ocorrência de estresse oxidativo, ambas as parcelas sofreriam.

Quando analisado as relações das diferentes combinações de plantas de cobertura dentro de cada parcela, observa-se que na parcela sete as médias de $Eh@pH$ não diferiram estatisticamente entre si.

Embora as análises estatísticas mostrem que não houve diferença significativa entre as parcelas, quando analisado as relações das diferentes combinações de plantas de cobertura dentro da parcela sete bis, percebe-se diferença significativa entre os tratamentos de cobertura vegetal dentro do bloco (Tabela 4). Quando comparado T2 e T3, em relação à testemunha e T1, verifica-se que os dois primeiros citados se diferenciam estatisticamente dos demais.

Diferentemente dos tratamentos, T1 e Testemunha, os tratamentos T2 e T3 apresentaram valores médios de $Eh@pH$ de 8,42 e 8,43, respectivamente, menores que os demais. As baixas médias obtidas podem indicar um consorcio benéfico entre as plantas, já que valores mais altos apontariam o aumento de atividade oxidativa e conseqüente estresse sofrido pelas videiras.

Plantas como aveia preta, ervilhaca, trevo, nabo forrageiro e mostarda compõem o mix de cobertura vegetal do tratamento T2, dessas citadas apenas as duas últimas não fazem parte do mix para o T1. Contudo, estima-se que o nabo forrageiro e a mostarda foram os responsáveis pela redução do Eh@pH nas videiras do T2.

A combinação do nabo com a aveia preta melhora a qualidade física do solo, pois por possuírem sistema radicular vigorosos e profundos, contribuem para a descompactação e aeração do solo, o que possibilita melhor desenvolvimento radicular da cultura principal (MULLER et al. 2001).

Se tratando do tratamento T3, composto por azevém, festuca e trevo branco, também apresentaram valor médio de Eh@pH menor em relação a testemunha e o T1.

Segundo Zalamena et al. 2013, em estudo da produtividade e composição de uva com videiras consorciadas com plantas de cobertura, os tratamentos com festuca apresentaram maior competição por água e nutrientes, o que ocasionou uma queda da produtividade das uvas em relação ao consórcio com outras plantas anuais, como por exemplo o azevém, aveia branca e o trigo. Já LEHMANN et al, (2016), analisou folhas de videiras com plantio intercalado com festuca e concluiu que a cobertura influenciou na diminuição dos teores de N e Mg nas folhas.

Finalmente, o estado nutricional de uma planta influencia seu estado redox. A privação de nutrientes N, P ou S desencadeia mudanças redox distintas e induz estresse oxidativo com um padrão bastante definido no contexto de alterações específicas de nutrientes no metabolismo. Por exemplo, a privação de N causou um aumento de cinco vezes no ácido ascórbico em *Arabidopsis thaliana* folhas (KANDLBINDER et al. 2004) e a inanição de P induziu um aumento nos níveis de ascorbato e glutatona. Além disso, descobriu-se que a depleção de enxofre causa uma queda nos níveis de glutatona para menos de 25% do controle (KANDLBINDER et al. 2004).

Por fim, embora estes autores concluam que o consórcio de videiras com a festuca não é benéfico para a cultura principal, o resultado obtido nesse trabalho, com médias baixas em relação aos demais tratamentos pode ser justificado pela pesquisa feita por FERREIRA (2014), onde na safra 2012/13, o mesmo observou um menor crescimento dos ramos das videiras quando consorciadas com festuca. Quando manejada com transferência de resíduos culturais, a presença desta planta

possibilita um maior equilíbrio entre produção e vigor em videiras. Sendo assim, estima-se que esta combinação de planta perene (festuca) e anuais (azevém e trevo branco) pode ser benéfica para as videiras.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Eh e pH das folhas de videiras parecem não ser influenciados pelo mix de plantas de cobertura. Ambos os parâmetros, Eh e pH quando analisados separadamente não apresentaram variação significativa entre os tratamentos. O pH foliar foi o que menos variou, nos levando a entender que as mudanças sofridas por ele, estão principalmente influenciadas pela identidade da espécie vegetal e não pelas condições de manejo empregadas. A análise individual do Eh não foi suficiente para a identificação de estresse na planta, no entanto, quando calculado para pH7, observou-se que tratamentos constituído por festuca, azevem e trevo branco apresentou médias menores em comparação a testemunha e T1, indicando uma relação benéfica pelas plantas, com o mix proporcionando um equilíbrio entre vigor e produção à videira. O nabo e a mostarda presente no T2, também contribuiu para a obtenção de valores médios de Eh@pH menores, dando indícios a videira se beneficia de tal combinação. Ao analisar o comportamento de Eh, pH e Eh@pH nas videiras das parcelas sete e sete bis, concluiu-se que a idade da parcela não apresenta diferenças significativas para os parâmetros analisados, o sistema radicular bem desenvolvido das videiras podem justificar o resultado.

Embora seja um método de análise pouco explorado, o trabalho demonstra que a análise de pH e Eh em folhas de videiras pode ser uma alternativa viável para a identificação de estresse foliar, podendo ser um indicativo de estresse à planta. Esse método de análise criado por BENADA (1968) e empregado por HUSSON et al. (2016), apesar de não ser recente, representa um método inovador, por isso encontrou-se dificuldades na apresentação de justificativas para os resultados encontrados, pois além de não dispor de outras pesquisas em videiras que possam servir de parâmetro comparativo, a maioria das pesquisas existentes relacionadas ao potencial redox e pH são a nível celular, em contrapartida este trabalho apresenta uma perspectiva global de Eh- pH em níveis maiores de partes da planta, sendo este uma barreira para a progressão da pesquisa. Este diferencial, por sua vez pode ser um aspecto positivo, que pode contribuir na obtenção de insights para profissionais sobre o estado de saúde do vegetal, além de um estímulo para a continuidade de pesquisa nessa perspectiva.

8 REFERÊNCIAS

- APEL, K. ; HIRT, H. (2004). Reactive oxygen species: metabolism, oxidative stress, and signal transduction. **Annu Rev. Plant. Biol.** v. 55, p. 373_399. DOI : 10.1146/annurev.arplant.55.031903.141701
- As uvas mais cultivadas do mundo. **WINE PEDIA**, 07 maio 2018. Disponível em: <https://www.wine.com.br/winepedia/curiosidades/as-uvas-mais-cultivadas-do-mundo/>. Acesso em: 10 set. 2023.
- BAIER, M ; DIETZ, KJ (2005) Chloroplasts as source and target of cellular redox regulation: A discussion on chloroplast redox signals in the context of plant physiology. **J Exp Bot** . v.5, p. 1449–1462. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/eri161>
- BAXTER, A.; MITTLER, R.; SUZUKI, N. ROS as key players in plant stress signalling. **Journal of Experimental Botany**, v. 65, n. 5, p. 1229-1240, 2014. DOI: [10.1093/jxb/ert375](https://doi.org/10.1093/jxb/ert375)
- BAZIREAU, Marion. Pas de coup de chaud pour le merlot dans le vignoble de Bordeaux. **Vitisphere**. 2022. Disponível em: <https://www.vitisphere.com/actualite-97701-pas-de-coup-de-chaud-pour-le-merlot-dans-le-vignoble-de-bordeaux.html>. Acesso em: 12 jul 2023
- BENADA, J. (1966) The gradients of oxidation-reduction potentials in cereals and the dependance of obligate parasites on the redox potentials of the host tissues. *Phytopathol Zeitschrift*. v. 55, 265–269
- BENADA, J. (1967) The distribution of redox potentials and pH values in the leaves of cereal tillers during the stem extension. **Flora Abt A Bd**. v. 158, n. 3, p. 343–350. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0367-1836\(17\)30323-3](https://doi.org/10.1016/S0367-1836(17)30323-3)
- BENADA, J. (2017). Measurement of redox potential and pH in plants and their function in the mechanism of plant resistance and in plant physiology. **International journal of advanced research in electrical, electronics and instrumentation engineering**. p.1111–1116.
- BHATTACHARJEE, S.(2010) Sites of generation and physicochemical basis of formation of reactive oxygen species in plant cell. In: GUPTA, S.D. Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants. **Enfield: Science Publishers**. p.1-30.
- BHUYAN, MHMB ; HASANUZZAMAN, M. ; ET AL (2019) Unraveling morphophysiological and biochemical responses of *Triticum aestivum* L. to extreme pH: Coordinated actions of antioxidant defense and glyoxalase systems. **Plants**. v. 8, p.1–18. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants8010024>
- BLOKHINA, O., VIROLAINEN, E., FAGERSTEDT, K.V. (2003) Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review. **Ann. Bot.** v 91, p. 179_194. DOI: [10.1093/aob/mcf118](https://doi.org/10.1093/aob/mcf118)

BOENI, M.; COSTA, L. C.; TOMAZZI, D. J.; MICHELON, C. J.; MARTINS, J. D.; DEUSCHIE, D.; STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B. (2021) **Culturas de cobertura de solo em sistemas de produção de grãos**. Porto Alegre: SEAPDR/DDPA,. 26 p. (Circular: divulgação técnica, 10).

BOYER, L. VACHON-LABERGE. F. Cultures de couverture pour controler lês mauvaises herbes em champs: perpectives pour le Québec, 2019. Disponível em: https://www.agrireseau.net/documents/Document_101830.pdf. Acesso em: 10 dez. 2022.

CAMILO, E. L.; MÜLLER, M. M. L.; RAMPIM, L.; CAMILO, M. L. ;GRAFFUNDER, W. R.; KULIK, J. L.; POTT, C. A. Accumulation and release of nutrients by cover crops in single cultivation, consortium and polyculture in the South Brazil Region. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 9, p. e779997870, 2020. DOI: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7870>

CARVALHO, M.L; VANOLLI, B.S; SCHIEBELBEIN,B,E; BORDA. D.A. **Guia prático de plantas de cobertura. Aspectos fitotécnicos e impactos sobre a saúde do solo**. Piracicaba – SP. ESALQ, 2022. DOI: <https://doi.org/10.11606/9786589722151>

CHADWICK, O. A ; CHOROVER, J. (2001).The chemistry of pedogenic thresholds. v. 100, n. 3-4, p. 321-353. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(01\)00027-1](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(01)00027-1)

CLIMATE DATA. **Clima Saint Émilion (França)**. 1991. Disponível em : <https://pt.climate-data.org/info/sources/>. Acesso em: 15 nov 2022

CONSIDINE, M. J.; FOYER, C. H. Redox Regulation of Plant Development. **Antioxidants & redox signaling**, v. 21, n. 9, p. 1305-1326, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1089/ars.2013.5665>

CORNELISSEN, J.H., QUESTED, H.M., VAN LOGTESTIJN, R.S., PEREZHARGUINDEGUY, N., GWYNN-JONES, D., DIAZ, S. ET AL (2006) Foliar pH as a new plant trait: can it explain variation in foliar chemistry and carbon cycling processes among subarctic plant species and types?. **Oecologia**. v.147, p. 315–326.

CORNELISSEN, J.H.C ; SIBMA, F. ; VAN LOGTESTJN, R. S. P. ; BROEKMAN, R. A. ; THOMPSON, K. (2010) .Leaf pH as a plant trait: species-driven rather than soil-driven variation. **Functional Ecology**, 25, 449– 455. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01765.x>

CRAVO, Délia. Atenção a cigarrinha que pode ser prejudicial à cultura da vinha – SCAPHOIDEUS TITANUS. DICAS INFORMAÇÕES DA AGRICULTURA E DESENVOLVIMENTO RURAL, 2015. Disponível em: <https://dica.madeira.gov.pt/index.php/producao-vegetal/pragas-e-doencas/976-atencao-a-cigarrinha-que-pode-ser-prejudicial-a-cultura-da-vinha-scaphoideus-titanus>. Acesso em: 02/10/2023

DEANGELIS, Kristen M ; PRATA, Quandodee L; THOMPSON, Andrew W. FIRESTONE, Mary K. (2010). Microbial communities acclimate to recurring changes in soil redox potential status. **Environ Microbiol**. v. 12, p. 3137–3149. DOI : 10.1111/j.1462-2920.2010.02286.x.

DEL RÍO, L. A. (2015) ROS and RNS in plant physiology: na overview. **Journal of Experimental Botany**, v. 66, n. 10, p. 2827-2837. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erv099>

DEMIDCHIK, V. (2015) Mechanisms of oxidative stress in plants: From classical chermistry to cell biology. **Environmental and Experimental Botany**, v. 109, p. 212-228. DOI : <http://dx.doi.org/10.1016/j.envexpbot.2014.06.021>

DESIKIN, R ; MACKERNESS , S.A.H ; HANCOCK, J. T ; NEILL, S. J. (2001) Regulation of the Arabidopsis transcriptome by oxidative stress. **Plant Physiol.** v.127 , n. 1, p.127, 159–172. DOI: 10.1104/pp.127.1.159

DIETZ, K. J. (2003) Redox control, redox signaling, and redox homeostasis in plant cells. **Int Rev Cytol.** v.228, p.141–193. [https://doi.org/10.1016/S0074-7696\(03\)28004-9](https://doi.org/10.1016/S0074-7696(03)28004-9)

DIETZ, K.-J.; MITTLER, R.; NOCTOR, G. (2016). Recent Process in Understanding the Role of Reactive Oxygen Species in Plant Cell Signaling. **Plant Physiol**, v. 171, n. 3, p. 1535-1539. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.16.00938>

DIETZ, Karl J. (2001) Redox control, redox signaling, and redox homeostasis in plant cells. **Int Rev Cytol.** v. 228, p.141–193. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0074-7696\(03\)28004-9](https://doi.org/10.1016/S0074-7696(03)28004-9)

ELMER, W. H.; DATNOFF, L.E. (2014) Mineral Nutrition and Suppression of Plant Disease. **Encyclopedia of Agriculture and Food Systems.** v.4, p.231–244. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52512-3.00251-5>

FERREIRA AKT. (2014). Produtividade e qualidade de uva vinífera com cultivo intercalar de plantas de cobertura do solo. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Lages. UDESC/CAV. p.73.

FLORYSZAK-WIECZOREK, J.; ARASIMOWICZ-JELONEK, M. Contrasting (2016) Regulation of NO and ROS in Potato Defense-Associated Metabolism in Response to Pathogens of Different Lifestyles. **PLoS One**, v. 11, n. 10, p. 0163546. DOI :<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163546>

FONTANELI, R. S.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. (2012) Leguminosas forrageiras perenes de inverno. Forrageiras para Integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul Brasileira. Brasília DF. **Embrapa.** v. 2. p. 321- 334. Disponível em : <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/119972/1/LV2012forrageirasparaintegracaoFontaneli.pdf>. Acesso em: 15 jun 2023

FOREY, E., LANGLOIS, E., LAPA, G., KORBOULEWSKY, N., ROBSON, T.M. & AUBERT, M. (2016) Tree species richness induces strong intraspecific variability of beech (*Fagus sylvatica*) leaf traits and alleviates edaphic stress. **European Journal of Forest Research.** v 135, p. 707–717. DOI : <https://doi.org/10.1007/s10342-016-0966-7>

FOYER, C. H.; NOCTOR, G. (2016) Stress-triggered redox signalling: what's in pROSpect? **Plant Cell Environ**, v. 39, n. 5, p. 951-64. DOI: 10.1111/pce.12621

FRESCHET, G. T. ; VALVERDE-BARRANTES, O. J. ; TUCKER, C. M. ; CRAINE, J. M. ; MCCORMACK, M. L. ; VIOLLE, C., ET AL. (2017). Climate, soil and plant functional types as drivers of global fine-root trait variation. *J. Ecol.* v .105, p.1182–1196. DOI: 10.1111/1365-2745.12769

GAY, G., BOVIO, M., MINATI, J. L., MORANDO, A., NOVELLO, V., & AMBROSOLI, R. (2004). Soil management in relation to training system in a steep vineyard. **OENO One**, 38(1), 71–74. DOI: <https://doi.org/10.20870/oenone.2004.38.1.935>

GILL, S. S ; TUTEJA, N. (2010) Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants. **Plant Physiol Biochem.** , v. 48, n. 12, p. 909-930. DOI: 10.1016/j.plaphy.2010.08.016. Epub 2010 Sep 15. PMID: 20870416

GRATÃO, P.L; POLLE .A ; LEA P. J; AZEVEDO. R. A. (2005) Making the life of heavy metal-stressed plants a little easier. **Funct Plant Biol.** v 3, p. 481–94.DOI: 10.1071/FP05016

GUT, Daniel.; DELABAYS, De Nicolas. (2007) Gestion de la couverture vegetale dans les vignes. **Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture**, v. 39, n. 1, p. 7. Disponível em: https://www.revuevitiarbohorti.ch/wp-content/uploads/revueviti_pdf_53.pdf. Acesso em: 15 jul 2023

HALLIWELL, B. & GUTTERIDGE, J. M. C. (2007) Free Radicals in biology and medicine. 4th ed. **Oxford University Press**. Ed. 4, p. 1 – 851.

HANSEN, Jason M; ZHANG, Hong; JONES, Reitor P. (2006) Mitochondrial Thioredoxin-2 Has a Key Role in Determining Tumor Necrosis Factor- α -Induced Reactive Oxygen Species Generation, NF- κ B Activation, and Apoptosis, **Toxicological Sciences**. v. 91, n 2, p. 643–650. DOI: <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfj175>

HARTUNG, W.J. ; RADIN, J.W. ; HENDRIX, L.R. (1988) Abscisic Acid Movement into the Apoplastic solution of Water-Stressed Cotton Leaves: Role of Apoplastic Ph. **Plant Physiology**, v. 86, n. 3, p. 908–913. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.86.3.908>

HARTUNG, W.J.; RADIN, J.W; HENDRIX, L.R. (1988) Abscisic acid movement into the apoplastic solution of water-stressed cotton leaves: role of apoplastic pH. **Plant Physiology**, v.86, p.908–913. DOI: 10.1104/pp.86.3.908.

HUBBLE, Gavin. (2023) Vineyard Methodologies. **WINES WORTH SHARING**. Disponível em : <https://grape-to-glass.com/index.php/vineyard-methodologies/>. Acesso em: 18 jun 2023

HUNER N. P. A., MAXWELL D. P., GRAY G. R., SAVITCH L. V., KROL M., IVANOV A. G., ET AL. (1996) Sensing environmental temperature change through imbalances between energy supply and energy consumption: redox state of photosystem

II. **Physiol. Plant.** V. 98, p. 358–364. DOI : <https://doi.org/10.1034/j.1399-3054.1996.980218.x>

HUSSON O, AUDEBERT A, BENADA J ET AL (2018) Leaf Eh and pH : A novel indicator of plant stress. Spatial, temporal and genotypic variability in rice. **Agronomy**. v. 8, p. 1–24. DOI : <https://doi.org/10.3390/agronomy8100209>

HUSSON, O. (2013) Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil/plant/microorganism systems: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy. **Plant Soil**. v. 362, p. 389–417. DOI : <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1429-7>

Husson, O.; Husson, B.; Brunet, A.; Babre, D.; Alary, K.; Sarthou, J.P.; Charpentier, H.; Durand, M.; Benada, J.; Henry, M. (2016) Practical improvements in soil redox potential (Eh) measurement for characterisation of soil properties. Application for comparison of conventional and conservation agriculture cropping systems. **Anal. Chim. Acta**, v.906, p. 98–109. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.aca.2015.11.052>

KANDLBINDER, A; FINKEMEIER, I; WORMUTH, D; HANITZSCH, M; Dietz K-J (2004). The antioxidant status of photosynthesizing leaves under nutrient deficiency: redox regulation, gene expression and antioxidant activity in *Arabidopsis thaliana*, **physiologia plantarum**, v.120, n.1. p.63-73. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.0031-9317.2004.0272.x>

KNIGHT, H. & KNIGHT, M.R. (2001) Abiotic stress signalling pathways: specificity and cross-talk. **Trends Plant Sci.** v.6, p. 262–267.

KNIGHT, H. E KNIGHT, MR. (2001) Abiotic stress signalling pathways : specificity and cross talk. **Trend in Plant Science**. v.6, n. 6, p. 262–267. DOI : [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(01\)01946-X](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(01)01946-X)

KROLOW, A.C.R; SOSINSKI, E.E.J; COSENZA, B. C. EMBRAPA. **Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul Safras 2017/2018 e 2018/2019**. IFRS Campus Sertão, 17 a 19 de julho de 2017, Embrapa Clima Temperado, Brasília, DF, 2017.

LAMBERS, H. ; CHAPIN, F.S ; PONS, T.L. (2008) Plant Physiological Ecology. **Springer New York**, New York. v. 2. DOI : <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-78341-3Ecology>

LASCANO, H.R., GOMEZ, L.D., CASANO, L.M. & TRIPPI, V.S. (1998) Changes in glutathione reductase activity and protein content in wheat leaves and chloroplasts exposed to photooxidative stress. **Plant Physiology and Biochemistry**. v.36, n. 4, p. 321-329. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0981-9428\(98\)80046-6](https://doi.org/10.1016/S0981-9428(98)80046-6)

LEHMANN, D. H.; CASSOL, P. C.; SACOMORI, W.; FERREIRA TEIXEIRA, A. K.; MAFRA, A. L.; ERNANI, P. R.; ZALAMENA, J. (2016) Cobertura do solo em vinhedos modifica os atributos do solo e o estado nutricional das videiras. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 15, n. 3, p. 198-207. DOI: [10.5965/223811711532016198](https://doi.org/10.5965/223811711532016198).

LI, J.; NISHIMURA, Y.; ZHAO, X; FUKUMOTO, Y. (2014) Effects of drought stress on the metabolic properties of active oxygen species, nitrogen and photosynthesis in cucumber “Jinchun No. 5” seedlings. **Japan Agric Res.** v. 48, p.175–181. <https://doi.org/10.6090/jarq.48.175>

MARSCHNER, H. (1995) Mineral Nutrition in Higher Plants. **Academic Press**, London, UK. v. 2, p. 145. DOI : <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-473542-2.X5000-7>

MOLLER, I.M ; JENSEN, P.E; HANSSON, A. (2007) Oxidative modifications to cellular components in plants. **Annu. Rev. Plant Biol.** V. 58, p. 459_481. DOI: 10.1146/annurev.arplant.58.032806.103946

MÜLLER, M. M. L. ; CECCON, G. ; ROSOLEM, C. A.. (2001). Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. **Revista Brasileira De Ciência Do Solo**, v.25. n.3, p.531–538. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832001000300002>

MULLINEAUX, P.M ; RAUSCH. T. (2005) Glutathione, Photosynthesis and the redox regulation of stress-responsive gene expression, **Photosynthesis Research**, vol. 86, pg. 459-474. DOI: [10.1007/s11120-005-8811-8](https://doi.org/10.1007/s11120-005-8811-8)

MYLONA, P.V.; POLIDOROS, A.N. ROS regulation of antioxidant genes. In: GUPTA, S.D. Reactive oxygen species and antioxidants in higher plants. Enfi eld: **Science Publishers**, 2011. Cap.6, p.101-128.

NALI C, PUCCIARIELLO C, MILLS G, LORENZINI G. (2005) On the different sensitivity of white clover clones to ozone: physiological and biochemical parameters in a multivariate approach. **Water Air Soil Pollut.** v. 164, n. 1, p. 137–53. DOI: [10.1007/s11270-005-2717-0](https://doi.org/10.1007/s11270-005-2717-0)

NOCTOR, G. (2006) Metabolic signalling in defence and stress: the central roles of soluble redox couples. **Plant Cell Environ.** v. 29, p. 409–425.

O que é uva Merlot? Veja características e como harmonizar. **Werle**. São Leopoldo, RS. 2021. Disponível em: <https://www.werlecomercial.com.br/o-que-e-uva-merlot-veja-caracteristicas-e-como-harmonizar>. Acesso em: 22 abr 2023

OLIVEIRA, F. E. R. de. (2014) **Efeito de coberturas vegetais sobre a dinâmica de nutrientes e da matéria orgânica do solo no cultivo de laranjeira**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas. 65 f..

OVERMYER, K., WRZACZEK, M., KANGASJÄRVI, J. (2009) Reactive Oxygen Species in Ozone Toxicity. **Signaling and Communication in Plants..** p. 191-207. DOI : [10.1007/978-3-642-00390-5_12](https://doi.org/10.1007/978-3-642-00390-5_12)

PANTOJA, O . (2021) Recent Advances in the Physiology of Ion Channels in Plants. **Annu. Rev. Plant Biol.** v. 72, p.463–95. DOI : <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-081519-035925>

POTTERS, G ; HOREMANS. N ; JANSEN. MAKK (2010) The cellular redox state in plant stress biology - A charging concept. **Plant Physiol Biochem** . v.48, p.292–300.DOI : <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2009.12.007>

RAISIN, V.; MENARD, B. (2022) Le cépage Merlot. **LE FIGARO**, 13 set. Disponível em: <https://avis-vin.lefigaro.fr/connaître-deguster/tout-savoir-sur-le-vin/guide-des-cepages/merlot>. Acesso em: 12 ago. 2023.

REDIN, M.; GIACOMINI, S. J.; FERREIRA, P. A. A.; ECKHARDT, D. P. (2016) Plantas de cobertura de solo e agricultura sustentável: espécies, matéria seca e ciclagem de carbono e nitrogênio. *In*: TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil**: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre: UFRGS, p. 7-22. DOI <http://hdl.handle.net/10183/149123>

SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S.; BAIER, A. C.; TOMM, G. O. (2002) Principais forrageiras para integração lavoura-pecuária, sob plantio direto, nas Regiões Planalto e Missões do Rio Grande do Sul. Passo Fundo: Embrapa Trigo. p.142.

SHLOMAI, Joseph. (2010) Redox control of protein-DNA interactions: from molecular mechanisms to significance in signal transduction, gene expression, and DNA replication. **Antioxid Redox Signal**; v. 13, n 9, p. 1429-76. DOI: 10.1089/ars.2009.3029.

SPOEL, STEVEN H.; LOAKE, GARY J. (2011) Redox-based protein modifications: the missing link in plant immune signalling. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 14, n. 4, p. 358-364. DOI : <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2011.03.007>

TAGLIERO, P. ; TAGLIERO, H. (2022) Le merlot, cépage merlot – Le guide complet. **Oenologie.fr**. França. Disponível em: <https://www.oenologie.fr/cepage-merlot/>. Acesso em: 21 dec 2023

TAIZ, L; ZEIGER, E. (2013) **Fisiologia Vegetal**. v. 5, p. 81-90

TEÓFILO, T. M. da S. *et al* (2012)Eficiência no uso da água e interferência de plantas daninhas no meloeiro cultivado nos sistemas de plantio direto e convencional. **Planta daninha**, v. 30, n. 3, p. 547-556.

TURPAEV, K.T; LITVINOV, D.I.U. (2004) Redox-dependent regulation of gene expression induced by nitric oxide. **Molecular Biology**. Russia. v 38, n 1, p.56-68. PMID: 15042836.

VAN LEEUWEN, C.; DARRIET, P. (2016) Le changement climatique en viticulture: les leviers d'adaptation au vignoble. **Assises des Vins du Sud-ouest**. p. 32. Disponível em: <https://www.vignevin-occitanie.com/wp-content/uploads/2018/11/Leviers-dadaptation-au-changement-climatique-Van-Leeuwen.pdf>. Acesso em: 04 mar 2023

YAN LUO, ZHENGBING YAN, SINING LIU. ET E AL. (2021) Variation in desert shrub foliar pH in relation to drought and salinity in Xinjiang. **Journal of Vegetation Science**. v. 32, n.3. DOI : <https://doi.org/10.1111/jvs.13031>

ZALAMENA, J ; MELO, G. M. Manejo de plantas de cobertura do solo em vinhedos. **Embrapa**. 2021. p. 369-378. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1144708/1/Zalamena-Melo-2021-p369-378.pdf>. Acesso em: 25 jul 2023

ZALAMENA, J. (2012) Plantas de cobertura na redução do vigor da videira em solo com alto teor de matéria orgânica. Tese (Doutorado em Manejo do Solo)- Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade do Estado de Santa Catarina. p.73.

ZALAMENA, J.; CASSOL, P. C.; BRUNETTO, G.; PANISSON, J.; MARCON FILHO, J. L.; (2013). Produtividade e composição de uva e de vinho de videiras consorciadas com plantas de cobertura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n. 2, p.182–189. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2013000200008>

ZALAMENA, J.; MELO, G. W. B. (2021) Manejo de Plantas de cobertura do Solo em Vinhedos. **EMBRAPA**, p. 369-378. Disponível em: <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1144708>. Acesso: 18 abr 2023

9 ANEXOS



Anexo 1 : A e B: Disposição das plantas de cobertura entre as videiras. C) Vista lateral do do vinhedo correspondente a parcela parcela sete. (2022)



Anexo 2: pHmetro LAQUA PH210-K utilizado para medir o Eh das folhas de videiras. Fonte: Produção do autor, 2022.

Anexo 3: Eletrodo e referencia e de platina posicionados, em contato com a solução KCL 0,1 M.

Fonte: Produção do autor, 2022.



Anexo 4: Eletrodo de platina, com folha, posicionado ao lado do eletrodo de referencia. Fonte: Produção do autor, 2022.

Anexo 5: Simulação de medição de Eh de folha de videira em pHmetro LAQUA PH210-K. Fonte: Produção do autor, 2022.



Anexo 6: Equipamentos utilizados na determinação do pH das folhas. pH metro, seringa e almofariz .

Fonte: Produção do autor, 2022.