



OSMAR DE ALMEIDA JUNIOR

**NECROSE DAS GEMAS LATENTES DA VIDEIRA SYRAH
EM FUNÇÃO DO MANEJO DE PODA**

**LAVRAS - MG
2018**

OSMAR DE ALMEIDA JUNIOR

**NECROSE DAS GEMAS LATENTES DA VIDEIRA SYRAH EM FUNÇÃO DO
MANEJO DE PODA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Murillo de Albuquerque Regina
Orientador

**LAVRAS - MG
2018**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA,
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Almeida Junior, Osmar de.

Necrose das gemas latentes da videira Syrah em função do
manejo de poda / Osmar de Almeida Junior. – 2018.

57 p. : il.

Orientador: Murillo de Albuquerque Regina.

Dissertação (Mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Manejo de poda. 2. Carboidratos de reserva. 3. Necrose da
gema primária. 4. Vinhos de inverno. I. Regina, Murillo de
Albuquerque. II. Título.

OSMAR DE ALMEIDA JUNIOR

**NECROSE DAS GEMAS LATENTES DA VIDEIRA SYRAH EM FUNÇÃO DO
MANEJO DE PODA**

**NECROSIS OF THE LATENT VINE SYRAH BUDS IN THE FUNCTION OF
PRUNING MANAGEMENT**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 17 de agosto de 2018.

Dr. Murillo Albuquerque Regina EPAMIG Caldas

Dra. Claudia Rita de Souza EPAMIG Caldas

Prof. Dr. Antônio Decarlos Neto UFLA

Prof. Dr. Murillo de Albuquerque Regina
Orientador

**LAVRAS – MG
2018**

A todos que contribuíram para que eu chegasse até aqui.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço, sobretudo, aos meus mentores, à Empresa Mineira de Pesquisa Agropecuária (EPAMIG), em especial ao núcleo tecnológico de Caldas e a todos os seus colaboradores, à Universidade Federal de Lavras (UFLA), em especial, ao departamento de agricultura (DAG) e ao departamento de fisiologia vegetal (PPGFV/UFLA), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fazenda da Fé de Três Corações MG.

O que são as pedras no caminho, senão o próprio caminho?

“Dai, pois, a César o que é de César, e a Deus o que é de Deus” » (Mateus 22:21)

RESUMO

O Sudeste brasileiro começa a se destacar no cenário vitícola nacional, a elaboração de vinhos finos de qualidade, graças às novas tecnologias de produção das uvas, atrai consumidores para os chamados “vinhos de inverno”, fato este confirmado com a angariação de premiações importantes no Brasil e no exterior. Atualmente, o que possibilita a produção de vinhos de inverno é a mudança no ciclo produtivo da videira com o uso de duas podas ao ano (uma no inverno e outra no verão), manejo desenvolvido por pesquisadores da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em que a colheita das uvas é levada do verão para o inverno. Entretanto, duas podas aumentam o uso de mão de obra e os custos de produção, podendo também afetar negativamente a dinâmica de reservas da videira. Nesse sentido, estudos anteriores da EPAMIG tentaram a mudança do ciclo usando uma única poda de verão, porém, os ramos formados sob esse manejo não apresentaram inflorescências e, conseqüentemente, produção. Neste trabalho, objetivou-se descobrir as causas da infertilidade dos ramos sob uma única poda de verão para colheita de inverno no Sudeste brasileiro. Para tal, dois experimentos foram instalados em um vinhedo comercial da cultivar Syrah implantados em 2003, em Três Corações MG, um no ano de 2015 e outro no ano de 2017. Foram analisadas as modificações anatômicas, fertilidade potencial e dinâmica de reservas (amido) nas gemas. Foram coletadas amostras mensais de gemas latentes dos ramos formados após a poda de verão (janeiro) e ramos formados após a poda de inverno (agosto) (manejo da dupla poda). As avaliações anatômicas mostraram que a alta incidência de necrose da gema primária da videira (NGP), um fenômeno com causas fisiológicas e ocorrência mundial, é a responsável por essa improdutividade. Não existia relato à ocorrência desse fenômeno no Sudeste brasileiro. Sua incidência chegou a mais de 90% das gemas primárias e, conseqüentemente, levou a baixíssima fertilidade potencial. A anatomia também revelou detalhes da NGP. Neste estudo, apresentaram - se evidências de que a menor disponibilidade de carboidratos favorece fortemente a ocorrência de necrose. Além disso, constatou-se que a ocorrência da necrose no interior da gema e a sua progressão para o eixo secundário e terciário, é a principal razão para a improdutividade total em vinhas submetidas à poda única anual de verão para o ciclo de inverno.

Palavras-chave: Manejo de poda. Carboidratos de reserva. Necrose da gema primária. Vinhos de inverno.

ABSTRACT

Southeastern Brazil begins to stand out in the national wine scene, the elaboration of fine quality wines, by chance to the use of new technologies of grape production, attracts consumers to the so-called "winter wines", a fact confirmed with the raising of important awards in Brazil and abroad. Currently, what makes possible this change in the traditional cycle of grapevine cultivation is the management of the double pruning, management developed by researchers of the Agricultural Research Company of Minas Gerais (EPAMIG). However, two prunings per year increase labor use and production costs, and may also negatively affect the dynamics of grapevine reserves. In this sense, previous studies of EPAMIG attempted to change the cycle using a single pruning in January, however, the branches formed under this management did not show inflorescences and, consequently, yield. The aim of this work was to discover the causes of infertility of the branches under a single pruning in summer for winter harvest in the Southeast of Brazil. For that, two experiments were installed in a commercial vineyard using cultivars Syrah implanted in 2003 in the town named Três Corações in the estate of Minas Gerais, one in the year of 2015 and another in the year of 2017. The anatomical modifications of latent buds of the grapevine were also analyzed, as well as measurements of the reserve dynamics of the buds and potential fertility. Monthly samples of dormant buds were collected from the branches formed after summer pruning (January) and branches formed after winter pruning (August) (double pruning management). The anatomical evaluations showed that the high incidence of necrosis of the primary bud of the vine, a phenomenon with physiological causes and worldwide occurrence, is responsible for this unproductivity. There was no report of the occurrence of this phenomenon in the Brazilian Southeast. Its incidence reached more than 90% of the primary buds and consequently led to very low potential fertility. Anatomy also revealed details of necrosis of the primary bud. Therefore, this study showed evidence that the lower availability of carbohydrates strongly favors the occurrence of necrosis. In addition, it was found that the occurrence of necrosis within the bud and its progression to the secondary and tertiary axis is the main reason for the total unproductivity in vines submitted to annual single pruning of summer for the winter cycle.

Keywords: Pruning management. Reserve carbohydrates. Primary bud necrosis (PBN). Winter wine.

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	10
1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Panorama na viticultura mundial e brasileira	12
2.2	A produção de vinho no Sudeste	13
2.2.1	Em busca de ‘Terroir’ no Sudeste	15
2.3	O Manejo da dupla poda e vinhos de colheita de inverno	16
2.4	A variedade Syrah	18
2.5	Morfologia e fertilidade das gemas da videira	19
2.6	A necrose da gema primária (NGP)	21
2.6.1	Anatomia da NGP	22
2.6.1.1	Necrose versus morte celular programada (MCP)	23
2.6.2	Fatores associados a ocorrência e incidência da NGP	24
2.6.2.1	Vigor dos ramos, atividade de giberilinas (GA), porta-enxertos e a NGP	24
2.6.2.2	Sombreamento, disponibilidade local de carboidratos não estruturais e a NGP	26
2.6.2.3	Fertilidade dos ramos, disponibilidade hídrica, fertilidade do solo e a NGP	27
	REFERÊNCIAS	29
	SEGUNDA PARTE - ARTIGO	35
	ARTIGO 1 - EFFECT OF ANNUAL DOUBLE AND SINGLE PRUNING ON BUD NECROSIS DEVELOPMENT IN SYRAH GRAPEVINES GROWING UNDER AUTUMN-WINTER SEASON	35

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

O Sudeste brasileiro começa a se destacar no cenário vitícola nacional, a elaboração de vinhos finos de qualidade, graças a maior qualidade das uvas colhidas no inverno, atraindo consumidores para os chamados “vinhos de inverno”, fato confirmado com a angariação de premiações importantes no Brasil e no exterior.

O clima ideal para a produção de uvas de qualidade para a produção de vinhos finos está presente nas regiões de altitude do Sul e Norte mineiros, Leste paulista e Serra do mar do sudeste, nos locais onde não ocorrem geadas e, especialmente, quando se direciona o período de maturação das bagas para o outono/inverno (CONCEIÇÃO; TONIETTO, 2005). As baixas precipitações, boa iluminação e maior amplitude térmica do período do inverno favorecem o acúmulo de carboidratos e compostos fenólicos, o que confere às uvas de inverno características enológicas superiores (AMORIM; FAVERO; REGINA, 2005; FAVERO et al., 2008).

A colheita de inverno é possível graças ao diferente manejo de podas, o que não é uma novidade na vitivinicultura brasileira e pode ser observado nas cultivares de mesa. Entretanto, o uso para as variedades viníferas no Sudeste brasileiro é uma prática recente. No ano 2001, pesquisas desenvolvidas pelo Núcleo Tecnológico EPAMIG Uva e Vinho (NTEUV) viabilizaram esse manejo, por meio de duas podas anuais, uma para formação de ramos vegetativos e gemas férteis realizada em agosto, e o outro para a produção em si, realizada em janeiro (AMORIM; FAVERO; REGINA, 2005).

As pesquisas no NTEUV buscam entender e aprimorar as técnicas utilizadas na mudança da época de colheita e também adequá-las para demais cultivares em potencial (AMORIM; FAVERO; REGINA, 2005; DIAS et al., 2012; FAVERO et al., 2008, 2015; MOTA et al., 2010; REGINA et al., 2006, 2011; SOUZA et al., 2015a). Um aprimoramento possível seria a utilização de uma única poda de verão para a colheita de inverno, o que promoveria uma diminuição significativa nos custos de produção e uma possível otimização do uso das reservas da planta. Entretanto, resultados recentes mostraram que uma única poda anual gera ramos sem cachos, pois as gemas nos sarmentos se tornam inférteis (SOUZA et al., 2015a). As causas da infertilidade das gemas permanecem desconhecidas. Acredita-se que pode ser consequente da diferenciação dos primórdios de inflorescência (anlage) para a

formação de gavinhas, ou ainda, necrose da gema primária (NGP), um distúrbio fisiológico de causas desconhecidas.

Dessa forma, torna-se necessário estudar o processo de formação e diferenciação floral no interior das gemas durante um ano de sua formação sob o regime de poda única de verão para colheita de inverno, e assim determinar a causa da sua infertilidade para, posteriormente, adotar-se tecnologias para contornar esse problema. Espera-se, dessa forma, encontrar alternativas que possibilitem ao vinicultor reduzir custos e aumentar a produção e qualidade vitivinícola durante o outono-inverno.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Panorama na viticultura mundial e brasileira

O vinho destaca-se como a segunda bebida alcoólica mais consumida no mundo, ficando atrás somente da cerveja. No ano de 2016, a área coberta com videiras foi de aproximadamente 7,5 milhões de hectares e uma produção de aproximadamente 7,8 milhão de toneladas de uvas, sendo que 5 países representam 50% da área cultivada (Espanha, China, França, Itália e Turquia). A atividade também se tornou importante nas economias da Austrália, do Chile e de alguns países do Leste europeu, por exemplo, Hungria, República Tcheca, Eslováquia, Bulgária, Romênia, Croácia, Ucrânia. Embora ocorra uma certa estagnação do setor no período atual, seu consumo no mundo cresceu nas últimas décadas, em parte decorrente da difusão de suas propriedades nutracêuticas (MAZON et al., 2012).

No mesmo sentido, a viticultura brasileira apresentou um significativo crescimento até o ano de 2014, decorrente também da expansão da área cultivada e da tecnologia de produção de uvas e de elaboração de vinhos. A partir de 2015, o setor apresentou queda, em parte graças à crise econômica, de outro lado às condições climáticas desfavoráveis como o longo período de seca, geadas e chuvas intensas no momento da colheita. Merece destaque a produção em áreas emergentes como o Leste Paulista e Sul de Minas Gerais na produção de vinhos de inverno, graças a sua excelente qualidade atestada nas várias premiações recebidas nos últimos anos (MELLO, 2017).

Embora a viticultura ainda não ocupe destaque na indústria nacional, trata-se de atividade agrícola importante e geradora de oportunidades para atividades econômicas como o turismo e a gastronomia, sendo uma atividade de importância para a agricultura familiar e a valorização de fatores naturais e culturais (MELLO, 2015). Sua distribuição está intimamente interligada à história da humanidade, resultando sempre da interação complexa entre fatores naturais e sociais que levam a ascensão ou declínio de regiões produtoras (KALIL, 2016).

O Brasil encontra-se na 19ª posição mundial em área plantada com videiras e 16ª posição em produção de uvas (AURAND, 2015). Segundo o anuário brasileiro de fruticultura 2017, a produção brasileira de uva em 2016 se distribuiu em 78.553 hectares e correspondeu a 987.059 toneladas de uva na safra 2016 (34% menor que no ano de 2015, por conta de fatores climáticos desfavoráveis). Cerca de 60 % da área cultivada se concentra no Rio Grande de Sul, havendo avanços significativos no vale do São Francisco, da ordem de 6,43% em Minas Gerais e 4,83% em Pernambuco (MELLO, 2015). Minas Gerais, com a produção estimada em

11.224 toneladas em, aproximadamente, 900 ha, segue com aumento da área cultivada, na contramão do cenário nacional. O Sul de Minas teve um aumento de 5,57%, no ano de 2016, em quase sua totalidade, graças à produção dos vinhos de inverno (MELLO, 2017). Minas Gerais contribui somente com 1,14% da produção nacional, São Paulo com 14,6%, neste estado, principalmente uva para consumo *in natura*, porém esses estados são grandes consumidores, o que representa vantagens logísticas para a sua produção.

Do montante de uvas produzidas no país, aproximadamente 50% é consumido *in natura*, 36% para vinho de mesa (*Vitis labrusca* L.) e 6,4% para a produção de vinhos finos (*Vitis vinifera* L.) e o restante para fabricação de sucos, geleias e derivados (MELLO, 2017). Sabe-se que a produção de vinhos finos é uma atividade tradicional em regiões de clima temperado. Entretanto é almejada por todas as regiões produtoras de uva por ser conhecida como o ramo da vitivinicultura que mais agrega valor à produção.

Em 2015, o Brasil importou 81.927.985 litros de vinhos e espumantes, sendo seu maior fornecedor o Chile com 45,04 % desse mercado, que mesmo com os desafios logísticos consegue fazer frente à indústria brasileira. Como perspectivas para o mercado nacional, merece destaque o trabalho para o enquadramento legal do vinho como alimento (MAZON et al., 2012), o que diminuiria a taxa de impostos e o preço final para o consumidor alavancando a comercialização. O brasileiro possui um consumo per capita baixo se comparado com outros países, cerca de 1,73 litros por habitante por ano. Na Europa, esse consumo chega a mais de 30 litros por habitante ano em vários países (ANDERSON, 2004).

2.2 A produção de vinho no Sudeste

Embora o vinho tenha chegado ao Brasil, em 1532, com o português Martim Afonso de Souza que trouxe as primeiras videiras de *V. vinifera* L. para o litoral da capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo, a sua verdadeira expansão ocorreu nos estados do Sul. Lá chegou introduzida pelos padres Jesuítas, em 1626 e se expandiu depois da chegada dos imigrantes italianos em 1875 com novas castas europeias oriundas da região do Veneto na Itália e a variedade americana ‘Isabel’ (LEÃO, 2010). Estas apresentavam maior resistência às doenças fúngicas, à filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae* (Fitch, 1854)) e características de adaptação ao ambiente brasileiro, onde prosperaram e, desde então, se expandiram (SOUSA, 1996).

O início do cultivo no estado de São Paulo se caracterizou pela produção de castas para consumo *in natura* ou para a produção de vinhos de mesa, ganhando expressão no século

XX na cidade de São Roque e, posteriormente, expandindo para a região de Jundiaí, com destaque para a variedade ‘Niagara Rosada’. As uvas finas vieram mais tarde como as variedades ‘Rubi’ e ‘Itália’, nas cidades de São Miguel do Arcanjo e Pilar do Sul. Com a utilização dos fungicidas, a partir da década de 60, começa a apresentar uma pequena expressão o cultivo de variedades *V. vinífera* para a vinificação. Entretanto, até hoje o destaque é para o cultivo de *V. labrusca*, em parte, em decorrência da maior adaptação dessas às condições subtropicais, sendo a maioria para o consumo *in natura*, havendo uma pequena expressão para a produção de vinhos de mesa (PROTAS; CAMARGO, 2011).

Hoje, as regiões de maiores elevações do estado de São Paulo, que se caracterizam por altitudes entre 800 e 1.300 m, apresentam, em algumas estações do ano, noites frescas e uma excelente insolação durante o dia, além de amplitude térmica acima de 10 ° C no momento da colheita, semelhante às grandes regiões europeias. Além de apresentar um solo bem drenado e granítico, que é especialmente adequado para uvas *V. vinífera* destinadas à produção de vinhos de alta qualidade. O resultado é um excelente ‘*terroir*’ (WURZ et al., 2017).

Em Minas Gerais, a produção vinícola é composta por três segmentos: Um segmento tradicional, no sul do Estado, que tem o seu foco principal na produção de uvas americanas e híbridas e na elaboração de vinho de mesa e suco de uva; Um segundo, no norte do Estado, produtor de uvas de mesa, sob condições irrigadas na região de Pirapora; E o terceiro, este mais recente e difuso em áreas de altitude do Estado, avançando, inclusive em municípios limítrofes ao Estado de São Paulo, que está focado na produção de uvas viníferas para a elaboração de vinho fino (MELLO, 2017).

A região Sul de Minas Gerais consagrou-se como região produtora de vinhos de mesa produzidas a partir da variedade ‘Bordo’, regionalmente conhecida como ‘Folha de Figo’, tendo como destaque as cidades de Caldas, Andradas e Santa Rí de Caldas. Acredita-se que as videiras tenham chegado primeiro à cidade de Andradas, esta localiza-se aos pés da Serra da Mantiqueira a 498 km da capital do Estado, Belo Horizonte. De acordo com o historiador João Moreira da Silva, existem três versões sobre o início do plantio da uva em Andradas. A mais citada é a de que o Coronel José Francisco de Oliveira tenha introduzido essa atividade no município, entre 1885 e 1888, onde comprou e cultivou muitas variedades de videiras americanas e viníferas, dentre elas: ‘Isabel’, ‘Jacquez’ (*Vitis bourquina*), ‘Virgínia’, ‘Malvária Rei’, ‘Cunningham’ e uma variedade batizada de ‘Piratininga’ - não foi possível descobrir seu nome; apenas soube-se que era americana. Atribui-se, ainda, ao Coronel a responsabilidade por ter introduzido em Andradas parreiras das cultivares ‘Cynthiana’, ‘Herbemont’, ‘Norton’s Virgínea’ e ‘Ruländer’. Posteriormente, a atividade se manteve em

várias pequenas propriedades, muitas vezes mescladas com a cultura do café nas mãos de imigrantes e descendentes italianos. O setor passou por um forte início e uma posterior crise, a partir da década de 50, pois, fatores como o alto custo da mão de obra e as produtividades medianas levaram muitos produtores à mudança de atividade (KALIL, 2016).

Até o ano de 2001, o ciclo produtivo das videiras viníferas nas regiões Sul de Minas iniciava-se, geralmente, em agosto, após a poda de produção realizada durante esse inverno, e era finalizado com a colheita durante o verão, nos meses de dezembro a março. A partir daquele ano uma mudança nas estações de poda proposta pelo grupo do NTEUV alterou a época de colheita do verão para o inverno, com implicações que serão discutidas adiante.

2.2.1 Em busca de ‘Terroir’ no Sudeste

Ao cogitar sobre a importância econômica de uma determinada atividade, é importante saber se a mesma está atrelada a componentes humanos, a funções sociais. A partir da década de 60, populariza-se o termo ‘*Terroir*’. Nesse termo francês contém-se a ideia de que o limite físico de um espaço destinado à produção de uvas para vinificação, pode possuir características fisiográficas, edafoclimáticas, ecológicas, agrônômicas e fatores humanos em seu domínio que conferem atributos ao vinho que nenhum outro lugar poderia conferir, dando ao vinho uma identidade.

Percebe-se que a importância geográfica na enologia possui um termo próprio. Dessa forma, busca-se associar a identidade dos vinhos à conexão com a subjetividade humana através dos sentidos, inclusive o paladar. Por essa mediação, através do imaginário ocorre recuperação ou recriação a identidade cultural pelos valores tradicionais, da terra à degustação dos seus frutos, pelo sabor (MARANDOLA JÚNIOR, 2013).

A importância do vinho como fator cultural remete a ligação do homem com a terra. Kalil (2016) em uma análise geográfica da produção vitícola do Sul de Minas, coletou uma série de relatos comoventes de agricultores e sua ligação com a produção de uvas, fatores que reforçam a importância do vinho em Andradas, por exemplo. A vitivinicultura tradicional andradense caracteriza-se por histórias, memórias e valores fundamentais na identidade das famílias e dos lugares, fatores importantes na elaboração de um ‘*Terroir*.’

Contudo, o reconhecimento de um ‘*Terroir*’ remete à percepção desses valores da produção pelo mercado consumidor. No mercado mundial de vinho, pouco destaque é dado aos vinhos que não são originados de variedades *Vitis vinífera*, assim, os produtores pesquisadores e amantes do vinho notaram a necessidade de maior atenção à produção de

vinhos finos. Nesse sentido, os produtores mineiros contam com o apoio do NTEUV, que fornece informações agronômicas e enológicas, além de produzir mudas e microvinificar diversos produtores na sua sede, com um projeto de incubação. São alguns dos vinhos produzidos em sua sede que estão em destaque ganhando prêmios brasileiros e internacionais.

2.3 O Manejo da dupla poda e vinhos de colheita de inverno

Graças à enorme extensão territorial e diversidade ambiental, existe no país vários polos vitícolas distribuídos dentro das latitudes 5° a 31° Sul. No Sul, encontra-se o polo de produção com características semelhantes às regiões temperadas, caracterizadas por um período de repouso hibernar. No Sudeste e Centro-Oeste, em polos de áreas subtropicais, a videira é cultivada com um ou dois ciclos anuais, definidos em função de um período de temperaturas mais baixas, nos quais existem riscos de geadas. No Norte e Nordeste, em polos de viticultura tropical, é possível a realização de podas sucessivas e a obtenção de dois e meio a três ciclos vegetativos por ano (PROTAS, 2008).

Nas formas tradicionais de cultivo de variedades viníferas no Sudeste, a colheita ocorre nos meses de janeiro a março. Nessas condições, a elevada precipitação pluviométrica durante o verão é, muitas vezes, fator responsável pela incompleta maturação da uva e alta incidência de doenças fúngicas que ocorrem em toda parte aérea das plantas. O excesso de água no solo, consequência das fortes chuvas pode ocasionar diluição dos componentes das bagas pelo seu crescimento exagerado, afetando o acúmulo de açúcares e síntese de compostos fenólicos, em razão do elevado vigor vegetativo dos ramos, reduzindo a translocação de fotoassimilados para os cachos (DRY; LOVEYS, 1998; JACKSON; LOMBARD, 1993).

Com o objetivo de alterar a data da colheita para uma época com condições climáticas mais adequadas, alguns vinhedos do Sudeste brasileiro têm sido submetidos ao manejo de dupla poda, que permite que o desenvolvimento e maturação da uva ocorram durante o outono-inverno, período este mais favorável à obtenção de frutos com altos índices de qualidade e sanidade (FAVERO et al., 2011). A técnica da dupla poda consiste em realizar duas podas curtas (com duas gemas por esporão) anuais nas videiras: a primeira realizada ao final do inverno (em agosto), responsável pelo ciclo considerado vegetativo (pois, são retirados os cachos antes da fase de pintor), e uma segunda realizada no verão (em janeiro), responsável pelo ciclo produtivo das videiras. Esse manejo foi inicialmente testado em 2001 em um vinhedo comercial não irrigado em Três Corações (AMORIM; FAVERO; REGINA,

2005; REGINA et al., 2006). Como resultado, foi possível comprovar que a cultivar ‘Syrah’ manifestou ciclo de vegetação e produção normais nessas condições, com bons índices de brotação e fertilidade das gemas e, principalmente, com um potencial de maturação superior ao observado durante o verão.

Podar duas ou mais vezes ao ano é uma prática comum para variedades de mesa no semiárido brasileiro (POMMER, 2006). Entretanto, para variedades *Vitis vinífera* para a produção de vinhos finos esse manejo só era utilizado com fins fitossanitários. Na Califórnia, a utilização de mais de uma poda anual é utilizada para a redução de infecção com *Eutypa lata* (PERS TUL. & C.TUL. - 1863), um dos agentes causais da podridão descendente (WEBER; TROUILLAS; GUBLER, 2007).

A técnica da dupla poda com colheita de inverno mostrou-se eficiente no Sul de Minas Gerais para outras cultivares de *Vitis vinífera* tintas e brancas, já sendo testadas as variedades ‘Cabernet Sauvignon’, ‘Tempranillo’, ‘Syrah’, ‘Merlot’, ‘Pinot Noir’, ‘Sauvignon Blanc’ e ‘Chardonnay’. Para todas as cultivares encontrou-se melhores indicadores de maturação como maiores valores de pH, sólidos solúveis, açúcares nas bagas, antocianinas e fenólicos totais nas cascas e sementes, e redução nos diâmetros transversal e longitudinal das bagas e maiores teores de ácido málico no mosto (MOTA et al., 2010). Resultados semelhantes também foram encontrados em outras regiões como o Norte de Minas Gerais e Espírito Santo do Pinhal, no interior de São Paulo (REGINA et al., 2011).

Todavia, a utilização de duas podas ao ano gera aumento considerável nos custos de produção, pois estima-se que o custo da mão de obra para a poda, amarração e desbastes de cachos das videiras seja da ordem de 12% do custo total de produção (MIELE et al., 2003). Vale ressaltar que, no Sul de Minas, a poda de inverno coincide com a colheita do café, o que torna a mão de obra mais cara e escassa. Um aprimoramento possível seria a implementação de uma única poda de verão, que além de reduzir os custos de produção, facilitaria o manejo e não utilizaria as reservas da planta para a formação de novos ramos. No entanto, estudos preliminares desenvolvidos pelo NTEUV, revelaram que videiras submetidas à poda única não produzem cachos, inviabilizando a colheita de inverno (SOUZA et al., 2015a). As causas da infertilidade das gemas das videiras conduzidas sob poda única ainda permanecem desconhecidas, sendo necessário, até o momento, a realização de duas podas anuais para viabilizar a produção de uvas durante o outono-inverno.

2.4 A variedade Syrah

A cultivar ‘Syrah’ (*Vitis vinifera* L.) também é chamada de ‘Antoureneinnoir’, ‘Balsamina’, ‘Candive’, ‘Entournerein’, ‘Higninnoir’, ‘Marsannenoir’, ‘Schiras’, ‘Sirac’, ‘Syra’, ‘Syrac’, ‘Serine’, e ‘Sereine’ e, as vezes confundida com ‘Petit Syrah’ (WILSON, 1998). Ela é originária do Vale do rio Rhône, França, oriunda do cruzamento entre as variedades ‘Dureza’ (parental masculino) e ‘Mondeuseblanche’ (parental feminino) (BOWERS et al., 1998). É chamada Syrah em seu país de origem, França, bem como no resto da Europa, Argentina, Chile, Uruguai, Nova Zelândia e África do Sul. O nome ‘Syrah’ remete a capital do império Persa (atual Irã), de onde se acreditava que a variedade tinha se originado nas antigas lendas francesas (BUSBY, 1835).

O nome ‘Shiraz’ tornou-se popular na Austrália, onde há muito se estabeleceu como a variedade de “pele escura” mais utilizada. Na Austrália, também era comumente chamada de ‘Hermitage’ até o final da década de 1980, mas como esse nome também faz parte de uma Denominação de Origem Controlada (DOC) Francesa, ocorreram alguns problemas de nomeação na comercialização de mercado internacional e o nome teve que ser mudado. A área cultivada no mundo com ‘Syrah’ foi estimada em 142,600 hectares no ano de 2004, ocupando a sétima posição mundial (ROBINSON; HARDING, 2015).

Trata-se de variedade caracterizada por possuir porte semiereto e facilmente identificada por apresentar, na extremidade do ramo, presença abundante de tricomas de coloração branca. As folhas jovens são de coloração verde clara, enquanto que as adultas são penta lobadas, com seio peciolar aberto. Seus ramos são frágeis, de coloração verde clara e entrenós longos. Seus cachos são longos, medianamente compactos e cônicos, as bagas ovais de coloração negra, pruinosas e sabor neutro. Trata-se de uma cultivar muito vigorosa, produtiva, respondendo bem à poda curta. Possui um curto período de maturação e revela-se bastante sensível à podridão do cacho quando ocorrem períodos chuvosos no final da maturação.

Os vinhos geralmente são poderosamente aromatizados e encorpados. Possuem uma ampla gama de notas de sabor, dependendo do clima e dos solos onde é cultivada, bem como outras práticas vitivinícolas escolhidas. Os caracteres de aroma podem variar de violetas (geralmente bagas escuras em oposição ao vermelho), chocolate, café expresso e pimenta preta. Pequenas quantidades de ‘Syrah’ também são usadas na produção de outros estilos de vinho, como vinho rosado, vinho fortificado em vinho de Porto e vinho tinto espumante (MACNEIL, 2015). Em decorrência de seus sabores concentrados e alto teor de taninos,

muitos vinhos ‘Syrah’ estão no seu melhor estado depois de um considerável envelhecimento da garrafa. Em casos excepcionais, isso pode levar 15 anos ou mais. A temperatura mais recomendada para serviço é de 18 ° C (BONNÉ, 2005).

No Brasil, praticamente não é cultivada na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul, por apresentar desenvolvimento irregular e grande sensibilidade às podridões dos cachos. No Nordeste, começa a ganhar expressão no Vale do Rio São Francisco, notadamente no polo Petrolina/Juazeiro. Na América do Sul, também é plantada na Argentina e Chile.

Em Minas Gerais, foi introduzida pela EPAMIG, em 1996, e tem demonstrado boa adaptação em Caldas, em altitude de 1100 m. Nessa região, durante o verão, sua produtividade chega a ultrapassar 10 t/ha. Na região cafeeira de Três Corações, com altitude de 900 m, aproximadamente, tem se destacado como uma cultivar propícia à produção de vinho tinto com aptidão para passagem em barrica de carvalho e envelhecimento, graças à possibilidade de alterar o ciclo da planta, podendo ser colhida em julho, com bons índices de produtividade e qualidade bastante superior à safra obtida no ciclo de verão. Apresentou produtividade entre 6,16 e 8,5 t/ha em vinhedo com quatro anos de idade para a safra de inverno, com bons índices de maturação tecnológica e fenólica (REGINA et al., 2011).

2.5 Morfologia e fertilidade das gemas da videira

A formação das estruturas reprodutivas do gênero *Vitis spp* e de alguns outros membros da família Vitaceae, se dá nas gemas latentes, também chamadas de dormentes, presentes nas axilas das folhas. As gemas latentes são gemas compostas, pois apresentam um conjunto de eixos vegetativos miniaturizados contendo em seu ápice um meristema apical dormente, sendo recoberto com escamas e muitos tricomas. São situadas na parte superior das axilas das folhas ao lado das gemas prontas. O seu eixo vegetativo principal, mais desenvolvido, é chamado de ‘gema primária’, e está completamente desenvolvido, atingindo de 4 a 12 fitômeros, algo em torno de 2 a 4 meses, após o início do crescimento do ramo. Possui um plano de filotaxia paralelo, levemente inclinado em relação ao ramo de origem. Os eixos menores são chamados de gemas ‘secundárias e terciárias’ conforme seu tamanho e desenvolvimento. As gemas secundárias apresentam plano de filotaxia inclinado cerca de 90° em relação ao ramo de origem, as terciárias possuem o mesmo plano das primárias, porém não apresentam primórdios de inflorescências e, geralmente, geram ramos bifurcados, defeituosos (VASCONCELOS et al., 2009).

É das gemas primárias, secundárias ou terciárias presentes na gema latente que se originam os ramos principais da videira, podendo conter cachos ou não. A gema primária, por ser mais desenvolvida, geralmente é a que originará o futuro ramo principal, exercendo dominância apical e inibição do crescimento dos demais eixos. As gemas primárias são gemas geralmente férteis, contendo de 1 a 3 primórdios de inflorescências desenvolvidos a partir de um meristema lateral chamado ‘*anlage*’ encontrado na axila do primórdio foliar no eixo vegetativo dormente. As gemas secundárias e terciárias possuem pouco ou nenhum primórdio de inflorescência, todas elas contêm os primórdios de folhas no eixo vegetativo (DELOIRE, 2012).

Como citado, os primórdios florais são originados em uma região meristemática chamada ‘*anlage*’, palavra de origem alemã que significa primórdio indiferenciado. O desenvolvimento do ‘*anlage*’ inicia-se na gema no mesmo momento em que o ramo está florescendo, ou seja, as estruturas reprodutivas que foram geradas no ciclo anterior estão completando seu desenvolvimento. Isso ocorre em torno de 5 a 7 semanas depois da brotação. Dessa forma, o potencial produtivo das videiras é sempre definido no ciclo anterior da produção.

Na estação de crescimento dos ramos, aproximadamente 60 dias após brotação (DAB), já se é possível observar o ‘*anlage*’. Ele aparece como protuberância na axila do eixo vegetativo da gema primária. Nesse estágio, podem dar origem a inflorescências, gavinhas ou novos ramos, dependendo de diversos fatores, tais como: reservas da planta, balanço hormonal, característica varietal, vigor dos ramos, temperatura, intensidade luminosa, disponibilidade de água, nutrição mineral e práticas culturais (BOTELHO; PIRES; TERRA, 2006).

Na família Vitaceae, os ramos principais são originados em qualquer lugar onde se encontre uma gema latente, esse comportamento dá a ela um padrão de crescimento indeterminado conhecido como simpodial (VIDAL; VIDAL, 2000). Entretanto, em razão da dominância apical, é considerado que a espécie *Vitis vinífera* possui hábito de crescimento monopodial (GERRATH; POSLUSZNY, 2007). Em razão dos três tipos de dormência (endodormência, ecodormência e paradormência), a brotação da gema latente ocorre somente no ciclo seguinte de crescimento e, em vinhedos comerciais, esse crescimento ocorre após a poda de produção que elimina a paradormência e, de forma natural, quando já houve superação da endodormência e condições ambientais favoráveis (LANG, 1997). Em caso de endodormência ativa, pode se utilizar quebradores de dormência.

Além das gemas latentes, são encontradas nas axilas dos ramos as chamadas gemas prontas, também conhecidas como gemas antecipadas. Não são verdadeiramente gemas, não possuem escamas de recobrimento e crescem no mesmo ciclo em que foram geradas, dando origem aos ramos secundários também conhecidos como netos. São geralmente inférteis e não apresentam dormência.

Como citado, as gemas secundárias e terciárias perdem sua viabilidade com o desenvolvimento da gema primária, porém quando ocorre algum comprometimento da gema primária, essas gemas iniciam seu crescimento originando ramos inférteis ou com baixa fertilidade (VASCONCELOS et al., 2009).

2.6 A necrose da gema primária (NGP)

A necrose da gema primária é um fenômeno de grande importância para algumas variedades viníferas em diversas partes do mundo, sua incidência já foi estudada em variedades como ‘Riesling’ na Virgínia EUA (WOLF; WARREN, 1995), ‘Shiraz’ na Austrália (COLLINS et al., 2006), ‘Askari’ no Irã (KAVOOSI et al., 2013), ‘Riesling’, ‘Viognier’, ‘Shiraz’ e ‘Chardonnay’ em Nova York EUA (VASUDEVAN et al., 1998b), ‘Queen of Vineyard’ em Israel (LAVEE et al., 1981), ‘Thompson Seedless’ no Chile (PEREZ; KLIEWER, 1990), ‘Viognier’ na Virgínia EUA (WOLF; WARREN, 2000) e ‘Kyoho’ no Japão (NAITO; YAMAMURA; YOSHINO, 1986). Para algumas regiões é considerada um dos principais fatores de baixa produtividade, como no caso da ‘Shiraz’ na Austrália, chegando, em alguns casos, a 90% de incidência nas gemas (COLLINS et al., 2006) e nos EUA chegando a 77% (VASUDEVAN et al., 1998a).

Diversos trabalhos tentaram determinar as causas da NGP, mas não foi possível isolar nenhum agente patogênico o que indica causas fisiológicas ou de desenvolvimento. Uma série de fatores ambientais e fisiológicos estão associados à sua ocorrência, entretanto ainda não se esclareceu quais os mecanismos diretamente associados ao desenvolvimento da necrose. Trata-se de um fenômeno comum também em outras plantas hortícolas como em amora preta (*Ribesnigrum* L.) amendoeira (*Prunus amygdulus* Batsch), bico de papagaio (*Euphorbia pulcherrima* Willd) dentre outras. Esse distúrbio, geralmente, inicia-se a partir do florescimento. Nessa fase, a análise foliar não conseguiu revelar correlações entre sua incidência e desequilíbrios nutricionais, também não se observa correlação direta com o ataque de insetos, doenças ou outras pragas (WOLF; WARREN, 1995).

ANGP se desenvolve durante o período de dormência da gema, geralmente com início no momento do florescimento do ramo. Inicia-se sempre na gema primária, podendo evoluir para as secundárias e terciárias.

2.6.1 Anatomia da NGP

É difícil de se observar a NGP a olho nu, em decorrência do tamanho reduzido da gema e das escamas de proteção que a envolvem (DRY; COOMBE, 1994). Dessa forma, para avaliar sua ocorrência, é necessária a retirada das escamas e a utilização de lentes de aumento. No conjunto de eixos vegetativos da gema latente, é possível observar que a gema primária, localizada mais ao centro, perde a coloração verde palha e adquire aspecto necrótico, não raro, essa zona necrótica pode se estender por toda a gema latente. Para uma análise mais detalhada é necessária a dissecação e visualização em microscópios. Internamente, o primeiro sintoma visível de NGP é indicado pela presença de células distorcidas e comprimidas com paredes celulares irregulares distribuídas na região necrótica (KAVOOSI et al., 2013; VASUDEVAN et al., 1998a). Collins et al. (2006) mostraram que a lise celular é observada em todas as gemas onde NGP era visível. Segundo Wolf e Warren (1995) e Ziv et al. (1981) após a lise celular ocorre necrose e o “secamento” dos tecidos distais superiores, quando essa ocorre na base do eixo vegetativo.

No início da necrose é possível observar pontos ‘amarronzados’, característicos de tecidos oxidados, que surgem de forma aleatória com tendência de início na base ou no primórdio foliar, seguidos da formação de uma banda transversa de células comprimidas irregularmente. Collins e Rawnsley (2005) notaram que o início da lise celular pode ocorrer nos primórdios foliares e não somente na região central da gema. Em ‘Thompson Seedless’, a zona necrótica formada depois da lise é mais comumente localizada na base do quarto primórdio foliar (PEREZ; KLIEWER, 1990). Outros estudos apontam o início da lise distribuído de forma aleatória no centro do eixo vegetativo (KAVOOSI et al., 2013; MORRISON; IODI, 1990). Kavooosi et al. (2013) observaram o espessamento das paredes celulares em uma região basal ao aparecimento dos tecidos necrosados. Os autores também notaram que a formação da zona de abscisão é formada abaixo de tecido onde ocorre a lise, posterior ao início da morte celular.

2.6.1.1 Necrose versus morte celular programada (MCP)

A grande variedade de tipos de morte celular, com causas não bióticas relatadas na literatura, pode ser enquadrada em duas categorias: apoptose (MCP) e necrose. A discriminação entre essas duas formas foi baseada na presença ou ausência de características bioquímicas e moleculares específicas, como quebra de DNA, liberação de citocromo c, envolvimento de Caspase, depleção de ATP, inchaço citoplasmático e perda de integridade da membrana (PENNELL; LAMB, 1997).

Uma visão mais geral entende a necrose como a morte celular acidental causada por fatores extrínsecos, como a acumulação fitotóxica de moléculas específicas após um evento de estresse traumático. Assim, a morte das células da planta através da necrose é passiva, indiscriminada e, muitas vezes, segue lesão irreversível. É caracterizada por uma perda progressiva de integridade da membrana que resulta em inchaço do citoplasma e liberação de constituintes celulares. Já a MCP se define a qualquer forma de morte celular envolvendo um único ou uma série de processos ordenados por programas de morte intracelular, independentemente do gatilho (externo) ou das características que exhibe (JACOBSON; WEIL; RAFF, 1997; VAN DOORN; WOLTERING, 2004). Entretanto, em plantas, muitos dos mecanismos dos dois processos se sobrepõem, fazendo com que, muitas vezes, sejam confundidos.

Os eventos comuns da MCP são: formação dos traqueídeos, formação e desenvolvimento das sementes e processos de senescência, além de outros processos de mudanças estruturais como a formação de aerênquima em condições de hipóxia. São relatados como processos que podem desencadear a MCP fora dos eventos normais altas temperaturas (VACCA et al., 2004), hipóxia (DREW; HE; MORGAN, 2000), e ozônio (LANGEBARTELS et al., 2002), e, acima de tudo, nas reações de hipersensibilidade (HR). Essa multiplicidade de eventos MCP ilustra, claramente, a funcionalidade em esculpir e eliminar estruturas, eliminando células para controlar a qualidade e quantidade de células após traumas e produzindo células diferenciadas sem organelas (JACOBSON; WEIL; RAFF, 1997).

A destruição celular causada por excesso de espécies reativas de O_2 apresenta características típicas de necrose, pois, aos níveis fitotóxicos os oxidantes atacam indiscriminadamente os constituintes celulares, levando ao vazamento de membrana e lise celular. Entretanto, níveis mais baixos de EROs podem desencadear o processo de MCP (JACOBSON; WEIL; RAFF, 1997).

2.6.2 Fatores associados a ocorrência e incidência da NGP

Diversos fatores estão associados a NGP. Nenhum deles se apresentou responsável pela NGP isoladamente. A maioria dos estudos aponta para a dinâmica de reservas da planta. Abaixo estão elencados os principais estudos já realizados.

2.6.2.1 Vigor dos ramos, atividade de giberilinas (GA), porta-enxertos e a NGP

Uma das explicações da alta incidência da NGP na variedade ‘Syrah’ é o seu alto vigor vegetativo (COLLINS et al., 2006). Kavooosi et al. (2013) notaram que ramos com maiores comprimentos de internódios e diâmetro apresentavam uma maior incidência de NGP, e que a taxa de crescimento dos ramos, sendo usada como um índice de vigor, apresentava uma alta correlação com a maior ou menor incidência da NGP. Ramos mais vigorosos apresentam uma maior força dreno de fotoassimilados para o meristema apical, dessa forma, carboidratos, água e nutrientes tendem a ser direcionados ao ápice meristemático ao invés de estruturas como as gemas. Entretanto, nenhum parâmetro de vigor avaliado isoladamente conseguiu apresentar resultados significativos para explicar a ocorrência da NGP. Sua ocorrência e incidência parece depender de todos os outros fatores associados às reservas da planta, da mesma forma que fatores que induzem um maior vigor como irrigação, aplicações de GA e adubos nitrogenados que também influenciam indiretamente a ocorrência (COLLINS; RAWNSLEY, 2005). Naito, Yamamura e Munesue (1987) examinaram o vigor dos ramos associados a NGP na cultivar ‘Kyoto’, e observaram que ramos vigorosos apresentaram incidência de 44% de NGP, enquanto ramos menos vigorosos apresentaram apenas 9%. Os autores também observaram que a concentração endógena de GA ativa está diretamente relacionada à ocorrência da NGP.

O número de ramos por metro também não esteve diretamente associado à ocorrência da NGP, embora as características da copa sejam bem diferentes, de acordo com a densidade. Maiores densidades de ramos tendem a gerar maior sombreamento, o que é um dos fatores associados à incidência da NGP, entretanto menores densidades de ramos apresentam ramos mais vigorosos (KAVOOSI et al., 2012) o que tornou os resultados ainda inconclusivos.

Quanto à posição das gemas nos ramos, quando mais próximos à base, geralmente menor a incidência de NGP, entretanto as gemas mais distais, formadas depois da fase de “*Veraison*” (início de amadurecimento dos frutos), tendem a apresentar uma menor incidência, o que dá um comportamento parabólico de incidência ao longo do ramo

(KAVOOSI et al., 2013; NAITO; UEDA; MUNESUE, 1989; NAITO; YAMAMURA; SUGAHARA, 1985). De maneira geral, maiores incidências podem ser encontradas em gemas mais distais (LAVEE et al., 1981; MORRISON; IODI, 1990; PEREZ; KLIEWER, 1990). Esses estudos são interessantes para que se possa contornar o problema de altas incidências, a partir do manejo de podas, priorizando deixar as gemas da posição com a menor incidência (KAVOOSI et al., 2013). Kavooosi et al. (2013) também não encontraram correlação direta entre a presença de netos e a incidência da NGP, embora ramos mais vigorosos tendem a possuir mais netos.

Wolf e Warren (1995) notaram que aplicações de GA aumentaram a incidência da PBN, enquanto que aplicações de inibidores de GA como o pacrobutazol (PBR) diminuíram a incidência. Ramos mais vigorosos possuem maiores concentrações de GA ativa (TAIZ et al., 2017). Dry e Coombe (1994) sugeriram que a correlação entre GA e PBN se deve a indução de um prematuro alongamento do primórdio de eixo vegetativo. Naito, Yamamura e Munesue (1987) notaram que a aplicação de SADH (succinic acid-2, 2-dimethylhydrazide), um inibidor da atuação das GA teve uma alta eficiência na diminuição do vigor dos ramos e diminuição da incidência da NGP. A aplicação de GA apresenta resultados controversos quando comparados em diferentes variedades, algumas são sensíveis ao aumento da NGP e outras não, provavelmente, em razão de diferente responsividade das diferentes cultivares à GAs exógenas (WEAVER, 1960). Vale salientar o antagonismo existente entre açúcares e as GA bioativas na gema dormente (TAIZ et al., 2017), dessa forma, a ação desse fitormônio é estimulada em menores disponibilidades de açúcares.

Sabe-se que o uso de porta-enxertos se tornou uma prática comum na viticultura depois do ataque da Filoxera a partir de 1860. A sua chegada na Europa, através de videiras americanas importadas para se combater o oídio, foi responsável pela queda de 50 % da produção e destruição de mais de 600 000 ha (MARTINS, 1991). Também é sabido que os porta-enxertos afetam tanto o vigor vegetativo quanto o rendimento da variedade copa (DRY, 2000; KELLER; KUMMER; VASCONCELOS, 2001). A relação entre porta-enxerto e copa é explorada, nesse sentido, buscando-se o desempenho agrônômico que mais se adeque ao equilíbrio necessário entre produção, uso de reservas, exploração radicular além de resistência a pragas e doenças que no final, juntos, conferem ao sistema de produção o melhor resultado qualitativo e econômico.

Cox et al. (2012) estudaram a interação entre porta enxertos, disponibilidade hídrica, concentração de amido e suas relações com a incidência da NGP e notaram que os porta-enxertos que promovem mais vigor favorecem o aparecimento da NGP. No entanto, esses

autores também observaram que a alta incidência NGP pode também ter sido induzida por altas temperaturas. Porta-enxertos que conferem maior vigor à variedade copa não necessariamente induzem uma maior taxa fotossintética. Dessa forma, a disponibilidade de açúcares pode permanecer em baixas concentrações, o que pode ser observado, principalmente, em estudos sobre o vigor causado pelos porta-enxertos e a produtividade, onde, em condições normais, alto vigor acarreta uma baixa produtividade. Entretanto, porta-enxertos que induzem a um baixo vigor também podem ser pouco eficientes na absorção de água e nutrientes, o que prejudicaria a produção de fotoassimilados da variedade copa e desencadearia o mesmo efeito negativo na disponibilidade de carboidratos e água. Dessa forma, as relações entre fonte e drenos de água e açúcares dependem de uma interação complexa entre porta-enxertos e variedades copa, que, por sua vez, é influenciada pelas condições climáticas de cultivo.

2.6.2.2 Sombreamento, disponibilidade local de carboidratos não estruturais e a NGP

Estudos com sombreamento artificial alternado e parcial da copa sugeriram que a de privação de luz e conseqüente baixa produção de fotoassimilados podem levar a uma redução localizada de açúcares em tecidos com menor força dreno que, no caso da gema, poderia ser o fator responsável pelo aumento da incidência da NGP (PEREZ; KLIEWER, 1990). Tal hipótese é reforçada pela também maior incidência quando existe uma maior força dreno conseqüente do alto vigor dos ramos e sua dominância apical, como citado acima, ou quando a planta apresenta uma alta carga de frutos (VASCONCELOS et al., 2009). A incidência da NGP geralmente é maior nas gemas mais distantes da base dos ramos, mesmo essas sendo menos sombreadas, isso sugere que não ocorre influência de sombreamento localizado, mas sim em toda a planta, o que está diretamente associada à concentração de açúcares solúveis na seiva vegetal (WOLF; WARREN, 1995).

Embora o número de ramos por metro não ter sido diretamente associado à ocorrência da NGP (WOLF; WARREN, 1995), a mudança nas características da copa influenciam na resposta ao sombreamento, onde copas mais abertas apresentam uma menor tendência a apresentar NGP sobre sombreamento (KAVOOSI et al., 2012). Entretanto, como citado acima, copas menos densas apresentam maior vigor dos ramos, talvez por esse motivo não se note correlações significativas quanto a NGP e a densidade de ramos.

Analisando as gemas das variedades ‘Chardonnay’ e ‘Riesling’ em Winchester Virginia EUA, dos 50 aos 80 dias após brotação (DAB), Vasudevan et al. (1998a) notaram

que reduções significativas de sacarose e amido na gema podem levar ao desenvolvimento e ao incremento significativo da incidência da NGP, sendo a concentração desses açúcares sempre maiores nas folhas e caules do que nas gemas. Em relação à formação de amido, a sua concentração na gema aumentou em todas as variedades ao longo dos dias avaliados, entretanto os autores observaram que as maiores taxas de deposição de amido estavam associadas a uma menor incidência da NGP. Os autores concluíram que deficiências localizadas de carboidratos podem ser a principal causa da NGP.

2.6.2.3 Fertilidade dos ramos, disponibilidade hídrica, fertilidade do solo e a NGP

Na videira, como citado acima, o desenvolvimento de órgãos reprodutivos e o crescimento vegetativo ocorrem simultaneamente, resultando em uma competição entre as diversas forças-dreno de carboidratos entre as estruturas vegetativas e reprodutivas (NUZZO; MATTHEWS, 2006). Dry e Coombe (1994) notaram que quanto maior a incidência da NGP menor a produtividade da videira por consequência futura da menor produção de ramos férteis. Entretanto, não se conseguiu ainda correlacionar se a fertilidade da gema está diretamente associada à ocorrência da NGP. Sabe-se que a fertilidade está diretamente relacionada às reservas da planta, que a presença adequada de carboidratos garante uma boa indução floral com a diferenciação do *'anlage'* em primórdios de inflorescência, o que poderia interligar a NGP e a fertilidade. Lavee et al. (1981) observaram uma menor tendência a ocorrência de NGP, quando as gemas apresentavam maior fertilidade. Collins et al. (2006) encontraram uma relação inversa entre fertilidade e NGP onde, quanto menor a fertilidade, maior a incidência. Contudo, Cox et al. (2012) não encontraram correlações significativas entre NGP e fertilidade. Da mesma forma, Morrison e Iodi (1990) não encontraram diferenças entre incidência de NGP e a presença de primórdios de inflorescências na variedade *'Flame Seedless'*. Também é observado que ramos como maiores produções tendem a apresentar uma maior incidência de NGP (VASCONCELOS et al., 2009), como se sabe, a força dreno dos frutos é grande, assim como a maior força dreno de ramos mais vigorosos, o que mais uma vez colabora com a hipótese de deficiência localizada de açúcares.

No início da NGP, geralmente ocorre compressão celular e a ruptura sob o eixo primário da gema latente. Sabe-se que a necrose em diversos tecidos vegetais pode ser causada pela deficiência de elementos estruturais como o Boro e o Cálcio (BAIRU; STIRK; VAN STADEN, 2009). Como o cálcio é essencial para a formação de paredes celulares (TAIZ et al., 2017), havia a hipótese de que as videiras propensas a NGP podiam estar

deficientes em cálcio e/ou boro, levando à distorção celular e à “quebra” de células. A deficiência de cálcio é relatada como causadora de queima de alface (ALONI; PASHKAR; LIBEL, 1986), podridão de flor em tomates e necrose de bráctea marginal em poinsettia (ADAMS; HO, 1995) e muitos casos de podridão de frutos (PLESE et al., 1998). Entretanto, não foram encontradas correlações diretas entre a disponibilidade de nutrientes essenciais e a NGP (NAITO; YAMAMURA; MUNESUE, 1987; PEREZ, 1991).

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P.; HO, L. Uptake and distribution of nutrients in relation to tomato fruit quality. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON SOLANACEA FOR FRESH MARKET, 1., 1995, Málaga. **Proceedings...** Leiden: International Society for Horticultural Science, 1995. p. 374-387.
- ALONI, B.; PASHKAR, T.; LIBEL, R. The possible involvement of gibberellins and calcium in tipburn of Chinese cabbage: study of intact plants and detached leaves. **Plant Growth Regulation**, New York, v. 4, n. 1, p. 3-11, Mar. 1986.
- AMORIM, D. A. de; FAVERO, A. C.; REGINA, M. de A. Produção extemporânea da videira, cultivar Syrah, nas condições do sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 327-331, ago. 2005.
- ANDERSON, K. **The world's wine markets: globalization at work**. New York: Edward Elgar Publishing, 2004. 335 p.
- AURAND, J. **World vitiviniculture situation**. Mainz: OIV Statistical Report on World Vitiviniculture, 2015.
- BAIRU, M. W.; STIRK, W. A.; VAN STADEN, J. Factors contributing to in vitro shoot-tip necrosis and their physiological interactions. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 98, n. 3, p. 239-248, Sept. 2009.
- BONNÉ, J. **The perfect temperature for wine**. [S.l.: s.n.], 2005.
- BOTELHO, R. V.; PIRES, E. J. P.; TERRA, M. M. Fertilidade de gemas em videiras: fisiologia e fatores envolvidos. **Ambiência**, Guarapuava, v. 2, n. 1, p. 129-144, jan./jun. 2006.
- BOWERS, J. E. et al. A single pair of parents proposed for a group of grapevine varieties in Northeastern France. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRAPEVINE GENETICS AND BREEDING, 7., 1998, Bordeaux. **Proceedings...** Bordeaux: ISHS, 1998. v. 528, p. 129-132.
- BUSBY, J. **Journal of a recent visit to the principal vineyards of Spain and France: giving a minute account of the different methods pursued in the cultivation of the vine and the manufacture of wine: with a catalogue of the different varieties of grape: an attempt to calculate the profits of cultivating the vine: an estimate of the profits of Malaga fruits**. Málaga: CS Francis, 1835.
- COLLINS, C. et al. The progression of primary bud necrosis in the grapevine cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.): a histological analysis. **Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 45, n. 2, p. 57, Apr. 2006.
- COLLINS, C.; RAWNSLEY, B. Factors influencing primary bud necrosis (PBN) in Australian vineyards. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRAPEVINE PHYSIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, 7., 2005, Davis. **Proceedings...** Davis: ISHS, 2005. v. 689, p. 81-86.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; TONIETTO, J. Climatic potential for wine grape production in the tropical north region of Minas Gerais State, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 404-407, dez. 2005.

COX, C. M. et al. Rootstock effects on primary bud necrosis, bud fertility and carbohydrate storage in Shiraz. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 63, p. 277-283, Mar. 2012.

DELOIRE, A. A few thoughts on grapevine training systems. **Wineland Magazine**, Oxford, v. 274, p. 82-86, June 2012.

DIAS, F. A. N. et al. 'Syrah' vine on different rootstocks in winter cycle in the south of Minas Gerais state, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 47, n. 2, p. 208-215, fev. 2012.

DREW, M. C.; HE, C.-J.; MORGAN, P. W. Programmed cell death and aerenchyma formation in roots. **Trends in Plant Science**, Kidlington, v. 5, n. 3, p. 123-127, Mar. 2000.

DRY, P. R. Canopy management for fruitfulness. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Australia, v. 6, n. 2, p. 109-115, July 2000.

DRY, P. R.; COOMBE, B. Primary bud-axis necrosis of grapevines. I: Natural incidence and correlation with vigour. **Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 33, n. 4, p. 225-230, 1994.

DRY, P. R.; LOVEYS, B. Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Austrália, v. 4, n. 3, p. 140-148, Oct. 1998.

FAVERO, A. C. et al. Double-pruning of 'Syrah' grapevines: a management strategy to harvest wine grapes during the winter in the Brazilian Southeast. **Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 50, n. 4, p. 151-158, 2015.

_____. Viabilidade de produção da videira 'Syrah' em ciclo de outono inverno na região Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 685-690, 2008.

GERRATH, J. M.; POSLUSZNY, U. Shoot architecture in the Vitaceae. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 85, n. 8, p. 691-700, Aug. 2007.

JACKSON, D.; LOMBARD, P. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality-a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, n. 4, p. 409-430, Jan. 1993.

JACOBSON, M. D.; WEIL, M.; RAFF, M. C. Programmed cell death in animal development. **Cell**, Cambridge, v. 88, n. 3, p. 347-354, Feb. 1997.

KALIL, T. O vinho em Andradas (MG): sabor, paisagem, lugar, memória e perspectivas na percepção dos produtores. **Geograficidade**, Niterói, v. 6, n. 2, p. 50-70, 2016.

KAVOOSI, B. et al. Anatomical study of primary bud necrosis in *Vitis vinifera* L. cv. Askari in winter dormant bud. **Journal of Ornamental and Horticultural Plants**, Tehran, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2013.

_____. Primary bud necrosis (PBN) as affected by cane diameter, node position and sampling date in grapevine (*Vitis vinifera* L. 'Askari'). Acta Horticulturae. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS ON SCIENCE AND HORTICULTURE FOR PEOPLE, 28., 2012, Lisboa. **Proceedings...** Lisboa: ISHS, 2012. p. 453-460.

KELLER, M.; KUMMER, M.; VASCONCELOS, M. C. Reproductive growth of grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Australia, v. 7, n. 1, p. 12-18, Apr. 2001.

LANG, G. A. **Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology**. Oxford: Oxford University Press, 1997. 408 p.

LANGEBARTELS, C. et al. Oxidative burst and cell death in ozone-exposed plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, New Delhi, v. 40, n. 6/8, p. 567-575, July/Aug. 2002.

LAVEE, S. et al. Necrosis in grapevine buds (*Vitis vinifera* cv. Queen oi Vi-nevard) I. Relation to vegetative vigor. **Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 20, p. 8-14, 1981.

LEÃO, P. S. Breve histórico da vitivinicultura e a sua evolução na região Semiárida brasileira. In: CONGRESSO DA ACADEMIA PERNAMBUCANA DE CIÊNCIA AGRONÔMICA, 7., 2010, Recife. **Anais...** Recife: ALICE, 2010. p. 81-88.

MACNEIL, K. **The wine bible**. New York: Workman Publishing, 2015. 1008 p.

MARANDOLA JÚNIOR, E. Fenomenologia e pós-fenomenologia: alternâncias e projeções do fazer geográfico humanista na geografia contemporânea. **Geograficidade**, Niterói, v. 3, n. 2, p. 49-64, 2013.

MARTINS, C. A. A filoxera na viticultura nacional. **Análise Social**, Lisboa, v. 26, n. 112/113, p. 653-688, 1991.

MAZON, E. M. A. et al. Avaliação da rotulagem de alguns vinhos brasileiros. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 2, p. 405-409, 2012.

MELLO, L. M. R. de. Vitivinicultura brasileira: panorama 2014. **Comunicado Técnico**, Bento Gonçalves, n. 175, p. 1-6, 2015.

_____. Panorama da produção de uvas e vinhos no Brasil. **Campo & Negócios**, Brasília, p. 54-56, abr. 2017.

MIELE, A. et al. **Uvas viníferas para processamento em regiões de clima temperado**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. (Sistema de Produção, 4).

- MORRISON, J. C.; IODI, M. The development of primary bud necrosis in Thompson Seedless and Flame Seedless grapevines. **Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 29, n. 3, p. 133-144, 1990.
- MOTA, R. V. et al. Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 4, p. 1127-1137, dez. 2010.
- NAITO, R.; UEDA, H.; MUNESUE, S. Studies on the necrosis in grapevine buds (IV) relation between the occurrence of bud necrosis and the shoot emerging from lateral buds on fruiting canes in 9 Japanese leading cultivars. **Bulletin of the Faculty of Agriculture**, Japan, v. 23, p. 1-6, 1989.
- NAITO, R.; YAMAMURA, H.; MUNESUE, S. Studies on the necrosis in grapevine buds (III) the time of the occurrence of bud necrosis in 'Kyoho' and the relation between its occurrence and the amounts of nutritional elements in buds. **Bulletin of the Faculty of Agriculture**, Japan, v. 21, p. 10-17, 1987.
- NAITO, R.; YAMAMURA, H.; SUGAHARA, M. Studies on the necrosis in grapevine buds, II effects of the time of prebloom SADH application by foliar spray on the occurrence of bud necrosis in "Kyoho" vine. **Bulletin of the Faculty of Agriculture**, Japan, v. 19, p. 7-10, 1985.
- NAITO, R.; YAMAMURA, H.; YOSHINO, K. Effects of shoot vigor and foliar application of GA and SADH on the occurrence of bud necrosis in 'Kyoho' grape. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v. 55, n. 2, p. 130-137, 1986.
- NUZZO, V.; MATTHEWS, M. A. Response of fruit growth and ripening to crop level in dry-farmed Cabernet Sauvignon on four rootstocks. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 57, n. 3, p. 314-324, Sept. 2006.
- PENNELL, R. I.; LAMB, C. Programmed cell death in plants. **The Plant Cell**, Rockville, v. 9, n. 7, p. 1157-1168, July 1997.
- PEREZ, J. The influence of nitrogen fertilization on bud necrosis and bud fruitfulness of grapevines. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN IN GRAPES AND WINE, 1991, Seattle. **Proceedings...** Seattle: American Society for Enology and Viticulture, 1991. p. 110-115.
- PEREZ, J.; KLIEWER, W. M. Effect of shading on bud necrosis and bud fruitfulness of Thompson Seedless grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 41, n. 2, p. 168-175, Jan. 1990.
- PLESE, L. et al. Efeitos das aplicações de cálcio e de boro na ocorrência de podridão apical e produção de tomate em estufa. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 55, n. 1, p. 144-148, jan./abr. 1998.
- POMMER, C. V. Double cropping of table grapes in Brazil. **Chronica Horticulturae**, Leuven, v. 46, n. 2, p. 22-25, Jan. 2006.

PROTAS, J. F. da S.; CAMARGO, U. A. **Viticultura brasileira: panorama setorial em 2010**. Brasília: Sebrae, 2011. 110 p.

PROTAS, J. S. da S. A produção de vinhos finos: um flash do desafio brasileiro. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 21, n. 1, p. 17-19, mar. 2008.

REGINA, M. A. et al. Implantação e manejo do vinhedo para produção de vinhos de qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 234, p. 16-31, 2006.

_____. Viticulture for fine wines in Brazilian southeast. **Acta horticulturae**, The Hague, v. 910, n. 910, p. 113-120, 2011.

ROBINSON, J.; HARDING, J. **The Oxford companion to wine**. Oxford: OUP Oxford, 2015. 908 p.

SOUSA, J. D. **Uvas para o Brasil**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 791 p.

SOUZA, C. R. et al. Physiological and agronomical responses of Syrah grapevine under protected cultivation. **Bragantia**, Campinas, v. 74, n. 3, p. 270-278, jul./set. 2015a.

_____. Starch accumulation and agronomical performance of Syrah under winter cycle: responses to pruning and ethephon management. **Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 54, n. 4, p. 195-201, Jan. 2015b.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

VACCA, R. A. et al. Production of reactive oxygen species, alteration of cytosolic ascorbate peroxidase, and impairment of mitochondrial metabolism are early events in heat shock-induced programmed cell death in tobacco Bright-Yellow 2 cells. **Plant Physiology**, Lancaster, v. 134, n. 3, p. 1100-1112, Mar. 2004.

VAN DOORN, W. G.; WOLTERING, E. J. Senescence and programmed cell death: substance or semantics? **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 406, p. 2147-2153, 2004.

VASCONCELOS, M. C. et al. The flowering process of *Vitis vinifera*: a review. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 60, n. 4, p. 411-434, Dec. 2009.

VASUDEVAN, L. et al. Anatomical developments and effects of artificial shade on bud necrosis of Riesling grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 49, n. 4, p. 429-439, Jan. 1998a.

_____. Reductions in bud carbohydrates are associated with grapevine bud necrosis. **Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 37, n. 4, p. 189-190, 1998b.

VIDAL, W. N.; VIDAL, M. R. R. **Botânica: organografia**. Viçosa: Ed. UFV, 2000. 115 p.

WEAVER, R. J. Toxicity of gibberellin to seedless and seeded varieties of *Vitis vinifera*. **Nature**, London, v. 187, n. 4743, p. 1135-1136, Sept. 1960.

WEBER, E. A.; TROUILLAS, F. P.; GUBLER, W. D. Double pruning of grapevines: a cultural practice to reduce infections by *Eutypalata*. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 58, n. 1, p. 61-66, Mar. 2007.

WILSON, J. E. **Terroir**: the role of geology, climate and culture in the making of French wines. California: University of California Press, 1998. 336 p.

WOLF, T. K.; WARREN, M. K. Shoot growth rate and density affect bud necrosis of riesling grapevines. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 120, n. 6, p. 989-996, 1995.

_____. Crop yield, grape quality, and winter injury of eight wine grape cultivars in Northern Virginia. **Fruit Varieties Journal**, University Park, v. 54, n. 1, p. 34-43, Jan. 2000.

WURZ, D. A. et al. New wine-growing regions of Brazil and their importance in the evolution of Brazilian wine. BIO Web of Conferences, 9., 2017, Piacenza. **Proceedings...** Piacenza: [s.n.], 2017. p. 1-4.

ZIV, M. et al. Necrosis in grapevine buds (*Vitis vinifera* cv. Queen of Vineyard). II. Effect of gibberellic acid (GA3) application. **Journal of Grapevine Research**, Siebeldingen, v. 20, p. 105-114, 1981.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO**ARTIGO 1 - EFFECT OF ANNUAL DOUBLE AND SINGLE PRUNING ON BUD
NECROSIS DEVELOPMENT IN SYRAH GRAPEVINES GROWING UNDER
AUTUMN-WINTER SEASON**

Osmar de Almeida Junior⁽¹⁾, Claudia Rita de Souza⁽²⁾, Frederico Alcântara Novelli Dias⁽²⁾,
Fernanda de Paula Fernandes⁽²⁾, Laurent Torregrosa⁽⁴⁾, Christiane Noronha Fernandes⁽³⁾,
Antonio Chalfun Junior⁽³⁾, Renata Vieira Da Mota⁽²⁾, Isabela Peregrino⁽²⁾, Murillo de
Albuquerque Regina⁽²⁾

⁽¹⁾ Federal University of Lavras, Agriculture Department, C. P. 3037- 37200-000 Lavras, MG.

⁽²⁾ Agronomical Research Institute of Minas Gerais (EPAMIG), Technological Center of
Grape and Wine Research, C.P. 33 - 37780-000 - Caldas, MG, Brazil.

⁽³⁾ Federal University of Lavras, Biology Department, C. P. 3037- 37200-000 Lavras, MG.

⁽⁴⁾ Montpellier SupAgro | SUPAGRO. Department of Biology and Ecology. 2 Place Pierre
Viala, 34060 Montpellier, França.

*Correspondent author: oajrjunior@gmail.com

ARTIGO PREPARADO DE ACORDO COM A NORMA DOPERIÓDICO VITIS.

Summary

The change of wine grape harvest from wet summer to dry winter through double pruning management has improved the quality of fine wines in Brazilian Southeast. However, the vineyards need to be spur pruned twice a year (1st pruning in August and 2nd in January) because there is no grape production during the winter if summer yield pruning (in January) is done on one-year-old shoots. The reasons for complete unfruitfulness of grapevines under summer single pruning were unknown. This histological study, carried out in a commercial Syrah vineyard in South of Minas Gerais State, in Brazil, showed that single pruning done during the summer induced bud necrosis (BN) development. In 2015, three months after summer yield pruning (March) 40% and 50% of analyzed primary axis at basal and apical node positions, respectively, were injured by necrosis. Although BN was firstly observed at the beginning of berry development of autumn-winter cycle, the highest BN incidence (higher than 80% in all sampled node positions) occurred at the end of the year in the annual single pruned vines (with no winter pruning) whereas in double pruned vines (submitted to summer and winter pruning) was lower than 20 %. The potential bud fertility was drastically reduced from August (0.9) to December (0.1) in single pruned vines. In contrast, if grapevines are pruned in August, after winter harvest, the potential bud fertility is high (1.46) in December. Furthermore there was a reduction from August to December on stored starch in shoots, trunk and roots of grapevines under single pruning treatment. As expected, after summer yield pruning, most of shoots were originated from secondary and tertiary axis with no grape production. During the first semester of 2017, the microscopic examination revealed a random cell breakdown started 70 days after summer yield pruning (DAP). At 211 DAP all analyzed dissected buds showed a large starch granules concentration, raphides and crystals of calcium oxalate confined inside of idioblasts located in leaf primordia and also in cortical parenchyma of the vegetative axis. The bud starch content was increased and a positive correlation

between necrosis and starch accumulation was observed. The impact of carbohydrate availability on bud necrosis development was discussed. These results showed evidence that necrosis is favored by reduced carbohydrate availability and necrosis progression toward to secondary and tertiary axis is the main reason for total unfruitfulness in vineyards submitted to annual summer single pruning.

INTRODUCTION

In the Southeast of Brazil the winter grape harvest has shown to be the best cultural practice to improve wine quality. The synthesis of sugar and phenolic compounds in berries are increased by sunny days, low rainfall and high thermal amplitude during the autumn-winter as compared to grape ripening under rainy summer cycle as showed by (Mota *et al.* 2010, Favero *et al.* 2011). To change the harvest from rainy summer (January) to dry winter (July) the wine grape growers have done two annual pruning in the vineyards, a management called double pruning. Under this management, the grapevines are first spur pruned at the end of winter (August or September) to develop the vegetative cycle where all clusters should be removed. The reproductive cycle is started after second spur pruning, realized in January (or February), to allow grape harvest during the winter (July or August) (Favero *et al.* 2011, Regina *et al.* 2011).

This new vineyard management has improved the wine grape under tropical and warm temperate climatic conditions of Brazilian Southeast (Mota *et al.* 2011, Regina *et al.* 2011, Dias *et al.* 2012, Dias *et al.* 2017). Although the winter harvest has opened a new possibility for high quality wine production in Brazil (Carbonneau 2010, Meddel 2016) the vineyards production costs have increased due to the two grapevine growth cycles and only one grape harvest per year. The first attempt to validate the single pruning (only in January) aiming to reduce the vineyards costs was unsuccessful. In contrast to annual winter pruning usually done in the traditional viticulture, the summer single pruning induced unfruitfulness shoots.

Souza *et al.* (2015) showed that single pruning done only at summer, on one-year old shoots (without winter pruning), induced complete bud unfruitfulness with no grape production during the autumn-winter cycle. This unexpected bud infertility was attributed to reduction on starch stored in shoot, trunk and roots, which it was probably consumed by new apical shoots development from single pruned vines during the spring.

The most reasons for reduction on bud fruitfulness of grapevines varieties has been associated to occurrence of a physiological disorder known as primary bud necrosis (BN) (Collins *et al.* 2006, Vasconcelos *et al.* 2009, Cox *et al.* 2012). However, the reasons of BN incidence remains unclear although some factors have been suggested to explain it. Several studies have shown that the BN can be induced by high shoot vigor and yield (Dry and Coombe 1997, Vasudevan *et al.* 1998, Collins and Rawnsley 2005, Vasconcelos *et al.* 2009, Kavooosi *et al.* 2013), balance between growth inhibitors and promoters (Naito *et al.* 1985, Naito *et al.* 1987, Naito *et al.* 1989, Wolf *et al.* 1995, Ziv *et al.* 1981, Collins and Rawnsley 2008), high temperatures and vigor rootstocks (Cox *et al.* 2012), canopy shading (Perez e Kliewer 1990, Vasudevan 1998, Cox *et al.* 2012), and specially by low carbohydrate levels (Wolf and Warren 1995, Vasudevan *et al.* 1998, Cox *et al.* 2012). However, all these studies showed only a partial reduction on bud unfruitfulness attributed to BN. Until the moment, the complete grape cluster absence in vineyards was still not associated to BN. This present study investigated the reasons for complete bud unfruitfulness of grapevines submitted to summer single pruning to induce winter harvest in the Brazilian Southeast as previously observed by Souza *et al.* (2015). In the first part of the study, a comparative investigation was undertaken in Syrah vineyard under double and single pruning management to examine the occurrence of bud necrosis. The second part shows a detailed histological analysis of latent buds development during the autumn-winter season in order to elucidate the progression of this

physiological disorder. Furthermore, the relationship between starch levels in latent bud and necrosis incidence was also investigated and discussed.

MATERIAL AND METHODS

Experimental site and pruning management

The study was carried out during two years (2015 and 2017) in an commercial vineyard located in Três Corações, in the south of Minas Gerais State (21°41'S e 45°15'W, 900 m altitude). According to Köppen the climate is classified as Cwa (rainy and hot summer and mild and dry winter). The vineyard was installed in 2003 and the Syrah (clone 174 ENTAV-INRA) grapevines grafted onto 1103 Paulsen were spaced 1.5 m between vines and 2.5 m between rows, trained on a vertical shoot position (VSP), north-south oriented and spur pruned with three spur nodes.

To harvest wine grape during the winter the vineyard need to be pruned twice a year. Usually, the first pruning (winter pruning) to induce the vegetative cycle is done in August (or September) and all clusters are removed before bunch closure. Five to six months later, in January (or February), the yield pruning (summer yield pruning) is done in lignified shoots to promote the reproductive cycle during the autumn-winter season (Regina *et al.* 2011, Favero *et al.* 2011). In order to investigate the histological reasons of grape clusters absence in vineyard under single pruning management (when only summer pruning is done), two independent experiment, described below, were carried out in the same vineyard, but in different years.

Experiment 1: Summer annual single pruning effect on bud necrosis incidence and fruitfulness of Syrah grapevine growing under autumn winter season

This experiment was installed throughout the year of 2015 to investigate the effect of single pruning on bud necrosis incidence and starch reserves in permanent structures of Syrah grapevines. In the single pruning treatment (SP), the vines were pruned only at summer, in

January 2015. In the traditional double pruning treatment (DP), the vines were pruned at summer (January 2015) and winter (August 2015). In January 2016, both treatments were submitted again to summer yield pruning to induce the reproductive autumn winter cycle. The anatomical analyses of compound buds were done monthly from March to December using a stereomicroscopy (Stemi 2000-C; Zeiss, Jena, Germany) in the single pruning treatment (with no winter pruning). Compound buds at node positions 1 to 10 from six shoots (two shoots per vine) were dissected and scored for necrosis presence (BN) on primary and secondary buds. Each shoot was divided into three sections according to node position: a basal section (1 to 3), medium section (4 to 6) and apical section (7 to 10). The inflorescence primordia (IP) was also recorded to give an indication of potential fruitfulness per node. In the double pruning treatment, the BN presence and IP were evaluated from October to December 2015, after winter pruning (August 2015).

In March 2016, the axis origin (primary, secondary or tertiary axis) of the shoots developed after summer yield pruning was identified according to the phyllotaxis plan compared to the shoot developed in the previous year (Gerrath *et al.* 2007). Shoots originated from primary axis show plan similar to the previous year. Shoots from secondary axis show a perpendicular plan to the previous year. Although shoots from tertiary axis also show similar plan to the previous year, they are unfruitfulness and bifurcated.

The starch concentration was assessed on dried and powdered samples of shoot, trunk and root taken from six grapevines only from single pruning treatment after winter harvest (August 2015) and before summer yield pruning (January 2016). Shoot samples were collected from the first internode per vine (two samples per vine). The trunk samples were collected using a 5-mm drill bit. For each vine, holes were drilled at three positions per vine (one per arm and one from the middle of the trunk). The lateral root samples (around 2-5mm diameter) were taken at 20 cm distant from the trunk of each vine (around 30 cm depth).

Sample of five roots per plant were collected from six grapevines. All samples were oven dried and stored until analyses. The starch was extracted from 100 mg sample with 80 % (v/v) ethanol (80 °C, 20 min) and centrifuged (9,160 x g, 15 min). This process was repeated three times. The extracted pellet was dried overnight at room temperature and was hydrolyzed through incubation at 75 °C for 1 h with Termamyl® 120 L (diluted 1:500 in water), followed by incubation at 50 °C for 1 hour with Amyloglucosidase 300 L (28 unit mL⁻¹, in sodium acetate buffer, pH 4.8). The starch content was quantified from released glucose by colorimetrically method at 450 nm using glucose oxidase/peroxidase/ABTS assay (Bergmeyer 1974). Starch content was calculated as glucose multiplied by conversion factor of 0.9 (Cordenunsi and Lajolo 1995). The data collected were tabulated and the results were presented with mean incidence and standard deviation.

Experiment 2: Necrosis development and starch accumulation in latent buds of Syrah during autumn winter growing season

In 2017, during autumn winter growing season, a detailed investigation of bud necrosis development through longitudinal sections analysis in light microscopy was done in the same vineyard. For light microscopy analyses the compound buds at 1 to 3 node position were collected and stored in 70% ethanol (v/v) until glass slides preparation. The bud samples were submitted to alcohol dehydration series (80, 90, and 99,5%) during 2 hours in each ethanol concentration (Johansen, 1940). After dehydration, samples were infiltrated in historesin Leica® (hidroxietilmetacrilato, Leica, Heidelberg). First, the bud samples were infiltrated in a 1:1 mixture of historesin and ethanol (v/v in 50% historesin and 50% ethanol solutions) during 24 hours, followed by infiltration in pure activated historesin during 48 hours according to the manufacturer's instructions. After infiltration, the bud samples were put in molds containing resin hardener. Embedded buds were longitudinal sectioned in 7µm of thickness using a Lupetec microtome. The sections were stained with 1% toluidine blue pH

4,7 (Feder and O'Brien 1968) and the micrographs were taken using a Canon PowerShot A620 8.0 megapixels attached to light microscopy (Ken a Vision TT118 at 40,100 and 200x magnifications).

The starch concentration in compounds buds was also evaluated in the first three node positions of the main shoots in order to investigate the correlation between carbohydrate and necrosis development during the autumn winter season. In each vine six buds were sampled (three buds per shoot). Nine vines were sampled monthly from March to August in the same sampling date used for histological analysis. The starch extraction was done in dried and powdered buds following the same procedure as detailed in experiment 1. The statistical analyses were performed using SISVAR software (Ferreira, 2011). The necrosis incidence data were transformed ($Y + 1.0 - \text{SQRT}(Y + 1.0)$) to meet the ANOVA assumptions. Significant differences ($p < 0.05$) were analyzed by linear regression or Tukey's HSD according to the variables.

RESULTS AND DISCUSSION

Unfruitfulness and necrosis in Syrah buds under summer annual single pruning

Previous studies have showed that to harvest wine grape during the winter season the vineyards need to be submitted to double pruning management. According to Souza *et al.* (2015), there was no grape production during autumn winter growing cycle if summer yield pruning is done on one-year-old shoots, originated from previous summer. In the present study, the histological bud analysis done throughout 2015 year showed that bud necrosis (BN) is the main reason for complete bud unfruitfulness of grapevines under summer annual single pruning (Figure 1). In 2015 it was observed that BN appeared three months after summer yield pruning (April, 89 DAP) where 40% and 50% of analyzed primary axis at basal and apical node positions, respectively, were injured by necrosis (Figure2A). The BN also reached the secondary axis where 20 and 12% at the basal and apical node position, respectively, were necrotic (data not shown).

Fig 1: Manual cross section of latent bud of Syrah grapevines; A: Healthy bud; B: Bud with primary bud necrosis (PBN); Scale in μm

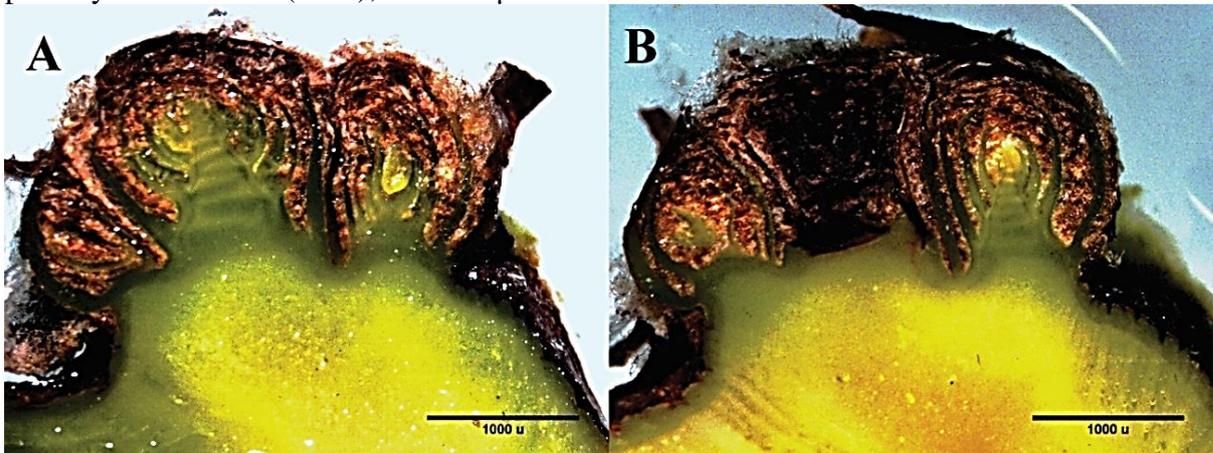
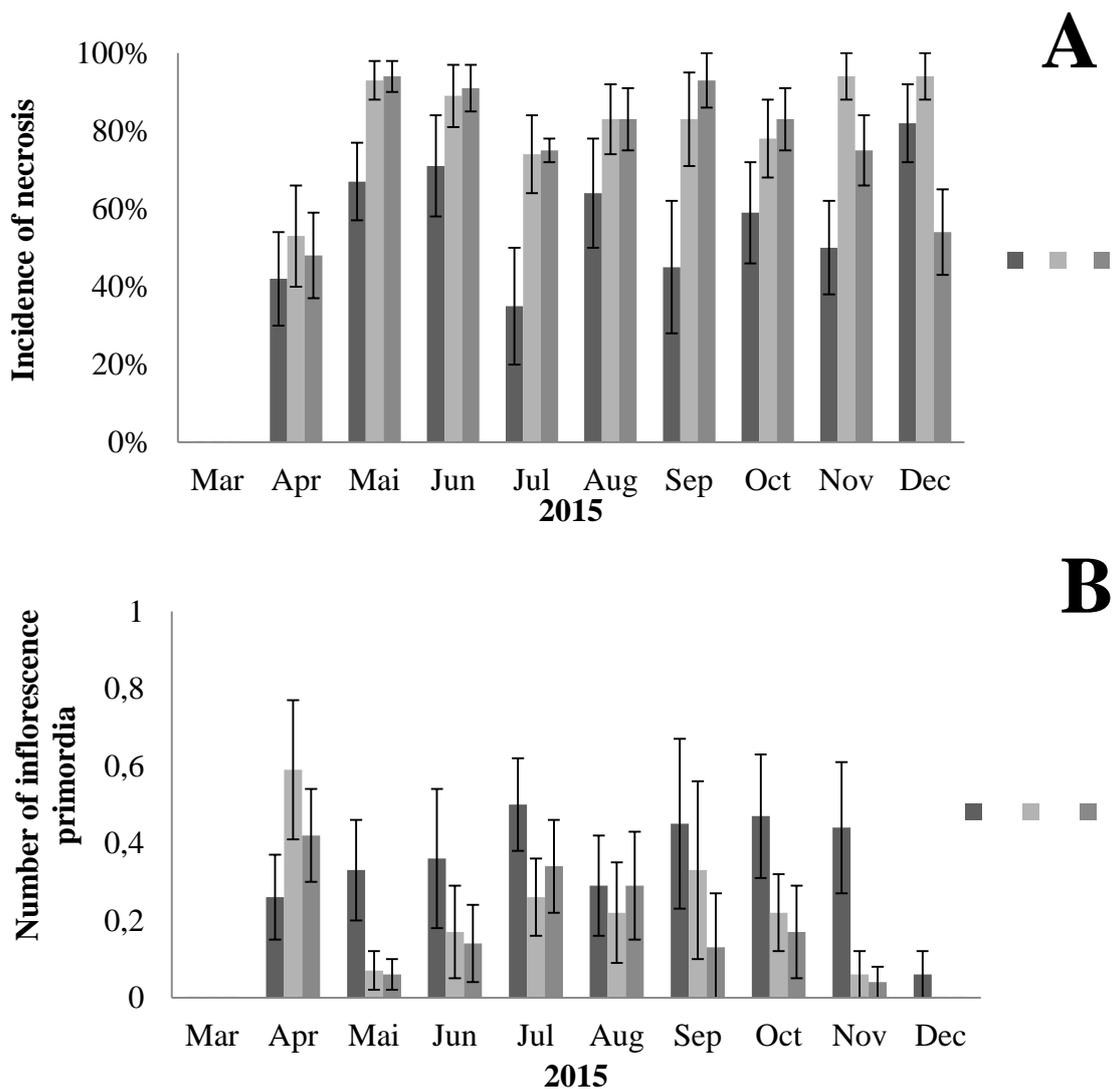
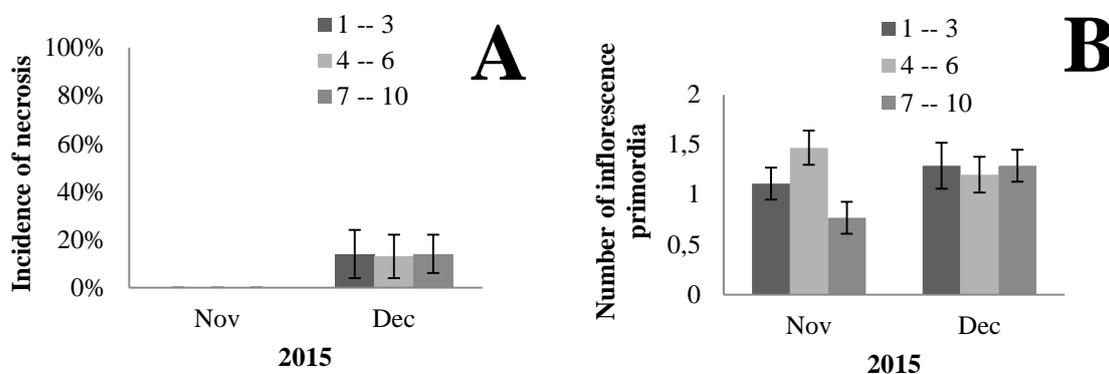


Fig 2: A: Bud necrosis incidence (%) in primary axis (according to the node position); B: Potential fruitfulness of Syrah grapevines, under summer single pruning management at 2015 year.



Although BN was firstly observed at the beginning of berry development of autumn-winter cycle, the highest BN incidence occurred at the end of the year (December, 335 DAP) in the annual single pruned vines. Under single pruning treatment the BN incidence was higher than 80% in all sampled node positions in December. In contrast, in the same date, the BN incidence in double pruned vines (submitted to summer and winter pruning) was lower than 20 % in primary axis from all node positions whereas secondary axis did not show necrosis (Figure 3A).

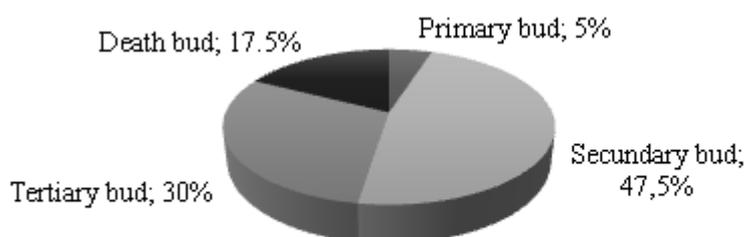
Figure 3:A: Bud necrosis incidence (%) in primary axis (according to the node position); B: And Potential fruitfulness of Syrah grapevines under double pruning management at 2015 year



Although BN occurrence, in the middle of the year, there was still potential bud fruitfulness (0.8) estimated by inflorescence primordia on six months old shoots (181 DAP) (Figure 2A). However, at the end of year, the potential bud fruitfulness was drastically reduced (0.06) in annual single pruned vines due to necrosis (Figure 2B). On the other hand, at the same date, there was low BN incidence and high bud potential fruitfulness (1.6) on latent buds sampled from six months old shoots developed after winter pruning (double pruning treatment) (Figure 3B). It is well documented that most of grape cluster produced during the current spring are originated from inflorescence primordia developed mainly from primary bud axis in the previous year, since the contribution of secondary and tertiary buds to potential fruitfulness is lower as compared to primary buds. (Srinivasan and Mullins 1981, Vasconcelos *et al.* 2009, Li-Mallet *et al.* 2015). The plane of phyllotaxy is one way of recognizing shoots originated from secondary buds which it departs by $\sim 90^\circ$ from that of the

primary shoot whereas sprouts developed from tertiary buds show similar plane to previous shoot but with no cluster production (Vasconcelos *et al.* 2009). In 2016, 42 days after yield summer pruning, at bloom time, it was possible to observe that the most of shoots from annual single pruned vines were originated from secondary (48%) and tertiary axis (30%) whereas 17% of sampled latent buds were completely dead by necrosis (Figure 4). Furthermore, most of the shoots originated from tertiary axis showed bifurcation indicating an abnormal growth pattern.

Fig 4: Origin of the main shoots according to the plan of phyllotaxy of grapevines under annual single pruning. The evaluation were done during bloom time (2 months after summer yield pruning done in January 2016).



According to these results, the high necrosis incidence on cells of primary and secondary axis explain why the annual single pruning cannot be used to change the grape harvest date from summer to winter season as firstly tested by Souza *et al.* (2015). This study showed for the first time the complete unfruitfulness of latent bud induced by necrosis on one-year-old shoots. Several studies have shown only a partial reduction on fruitfulness caused by death of primary axis from grapevine submitted to annual winter pruning, as usually done in the traditional viticulture under temperate climate. The primary bud necrosis has been studied in varieties such as 'Riesling' in the US Virgin (Wolf and Warren 1995), 'Shiraz' in Australia (Collins *et al.* 2006), 'Askari' in Iran (Kavoosi *et al.* 2013), 'Riesling', 'Viognier', 'Shiraz' and 'Chardonnay' in New York USA (Vasudevan, L *et al.* 1998), 'Queen of Vineyard' in Israel (Lavee *et al.* 1981) Thompson Seedless in Chile (Perez and Kliever

1990), Viognier in Virginia USA (Wolf and Warren 2000) and 'Kyoho' in Japan (Naito *et al.* 1986). Under temperate conditions, there is no more shoot growth after grape harvest due to the beginning of dormancy process caused by low autumn-winter temperature. In contrast, in the Brazilian Southeast, after the winter harvest realized on 29th July of 2015, the lignified shoots of grapevines pruned only in January of 2015 (single pruning management) resumed their growth through budburst of apical buds during the spring (September to October). On the other hand, the grapevines submitted to the second pruning after winter harvest (double pruning management), in August 2015, resumed their normal growing cycle from spur pruned shoots as usually occurs in a traditional viticulture. The growth of apical shoots from single pruned vines (around 2.5kg of fresh weight per vine) may have contributed to decrease the starch content in permanent structures of grapevines as showed in Table 1. There was a significant reduction of root starch from August 2015 to January 2016 whereas the trunk starch was unaltered. Furthermore, the single pruning management reduces the starch content in grapevines as compared to double pruned vines as already showed by Souza *et al.* (2015). This single pruning effect on starch decrease could be also attributed to carbon assimilation reduction due to leaf senescence. On the other hand, the new leaf area and cluster removal practice in grapevines under double pruning management may have favored the starch accumulation. The carbohydrate levels play a key role in the grapevine reproduction (Vasconcelos *et al.* 2009, Li-Mallet *et al.* 2015) and it may be a contributing factor for necrosis incidence (Vadusevan *et al.* 1998, Cox *et al.* 2012). Probably the starch reduction on permanent structures induced by new apical shoots and leaf senescence may have contributed to increase the necrosis severity in latent buds of annual single pruned vines. Based on these results, a second study was carried out during the 2017 winter growing season in order to have a better understanding of bud necrosis development and its correlation with carbohydrate content.

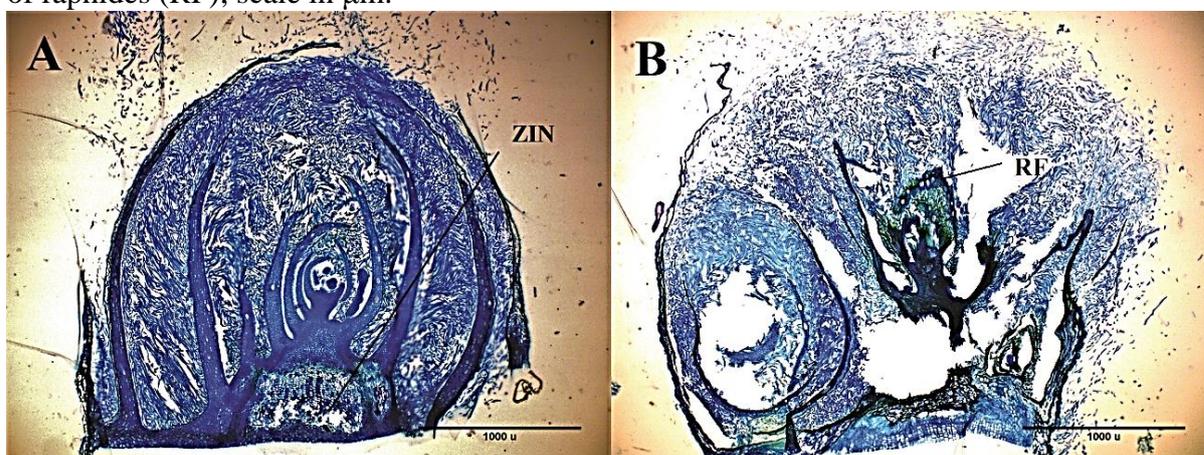
Tab 1: Starch content in shoot, trunk and roots of Syrah grapevine submitted to single pruning management. The sample tissues were sampled in August 2015 and January 2016. Values are the mean \pm SE. Different letter suffixes in the line show statistically significant differences ($P < 0.05$).

Sample	Date (Starch contente)	
	28/05/2015	21/01/2016
Trunk	126,01 \pm 10,21a	102,43 \pm 8,69b
Root	183,67 \pm 24,50a	129,62 \pm 24,51 b
Shoots	67,81 \pm 1,19a	49,40 \pm 2,27b

Histological study of necrosis progression and starch storage in Syrah buds during autumn winter season

The longitudinal buds sections from 2017 winter growing season revealed that the beginning of necrotic zones could be found at apical meristems and also at basal zone between second and fourth prophylls (Figure 5A). The necrosis location appeared to be related to the bud age. Buds sampled in March and April, data not shown, showed beginning of necrosis at apical and basal region whereas buds collected from May showed tissue distortion at central zone of the bud (at the base of leaf primordia). Several authors also have revealed that cell breakdown due to necrosis appeared to have a random distribution (Vasudevan *et al.* 1998, Collins *et al.* 2006, Kavooosi *et al.* 2013).

Fig 5: Longitudinal section of dormant buds showing early development of primary bud necrosis (PBN) on 70 days after pruning (DAP) in 2017; A: Onset of necrosis (ZIN) at the basal zone and healthy tissues at the upper layers.; B: advanced necrosis stage with presence of raphides (RF); scale in μm .



At 70 DAP the necrosis reached the cortical parenchyma at the base of the vegetative axis creating a scission between base and apex of the primary bud (Figure 5A) leading to the death of distal tissues, as observed in previous studies (Wolf e Warren 1995). Under high magnification objectives, it was possible to observe some layers of cells surrounding the necrotic area (Figure 6A and 6B). Healthy tissues showed approximately isodiametric cells, typical of undifferentiated young tissues. The first cell layer had abnormal features with small, deformed and compressed cells that presented thicker cell walls, suggesting a type of protection zone against the expansion of the necrotic area. The cell lysis area was involved by the zone of irregular cells containing rests of distorted cell membranes with remaining walls, similar to cellular apoptosis usually observed in programmed cell death (MCP) (Levine *et al.* 1996). However, it was not possible to confirm this hypothesis because these slides were prepared per section, and the widespread and extensive distribution in the tissues confirms the occurrence of necrosis rather than MCP. The Figure 6B shows the necrotic zone with complete cell breakdown containing distorted and broken cell walls as also observed by some authors (Collins *et al.* 2006, Kavooosi *et al.* 2013). In some cases, the necrosis occurred at leaf primordia (Figure 6C) as also related by Collins *et al.* (2006). When necrosis began in the cortical parenchyma at the base of the leaf primordia, the deformed zone progressed towards the internode forming a transverse band of cells with irregular walls (Figure 6D).

Fig 6: A: Longitudinal section of latent bud 117 DAP; Beginning of the necrotic zones in the cortical parenchyma and at the leaflet base; B: healthy parenchyma with starch granules accumulation (ZPS); Deformed cell zone (ZD), cell lysis zones (ZLC); Necrotic zone (ZN); C: necrosis on leaf primordia; D: Onset of necrosis and formation of the zone of deformed cells throughout the internode; Scale in μm .



The Figure 7A and 7B shows a layer of healing cells used to isolate the damaged tissue from the basal part of the bud. These healing cells were formed after cellular death, in contrast with abscission layer during leaf senescence. At 211 DAP all analyzed dissected buds showed a large starch granules concentration, raphides and crystals of calcium oxalate confined inside of idioblasts (Figure 8), located in leaf primordia and also in cortical parenchyma of the vegetative axis, as also demonstrated by Collins *et al.* (2006). These raphides were also easily found in the necrotic zones, because they are hardly degraded (Figure 5B).

Fig 7: Longitudinal section of latent bud at 211 DAP; A: necrotic meristematic apex and formation of the abscission zone (ZA); B: Abscission zone composed by compressed cells and thick cell walls; Scale in μm .

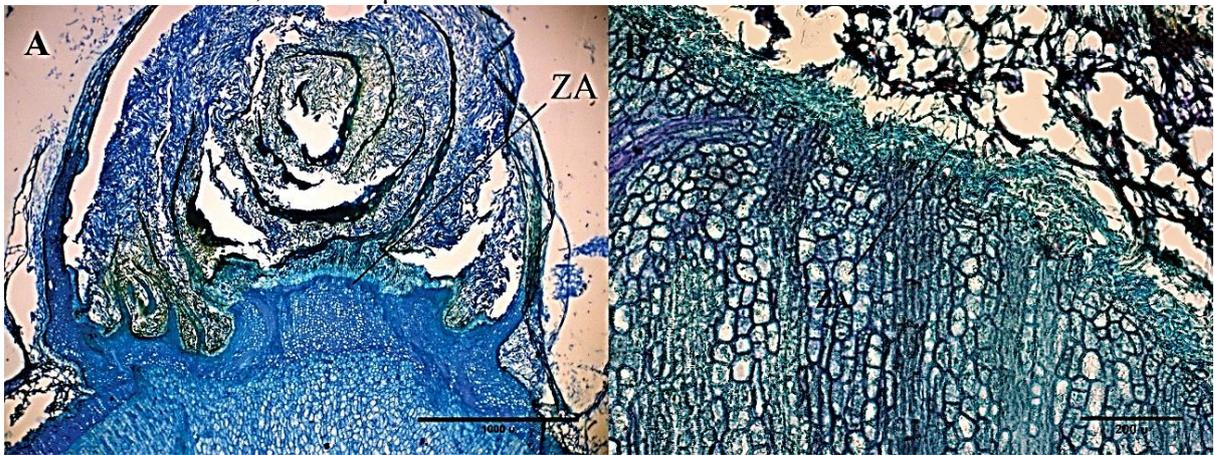
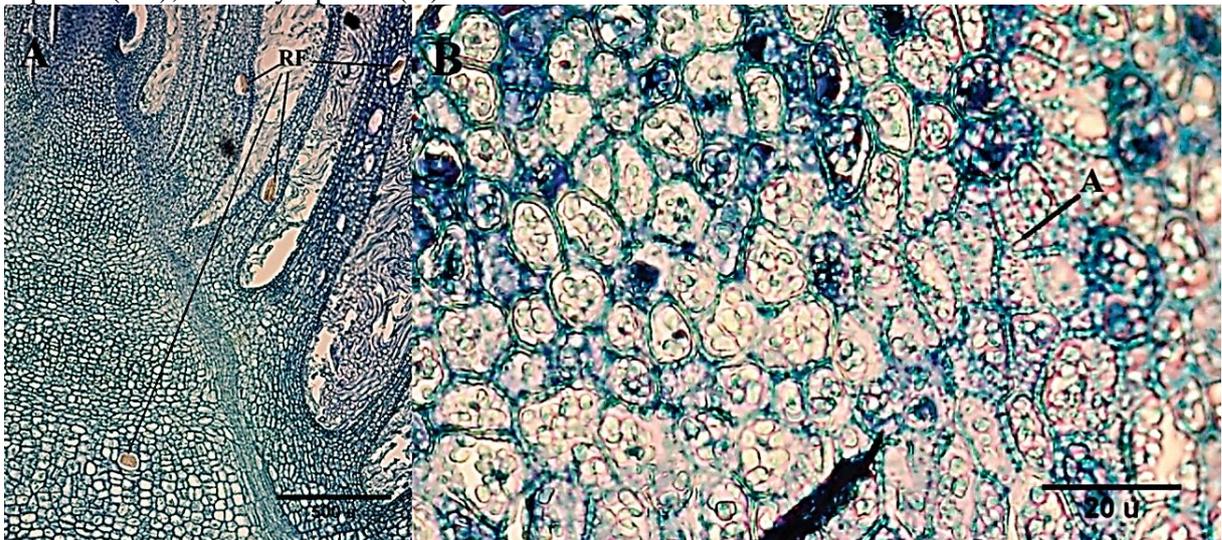
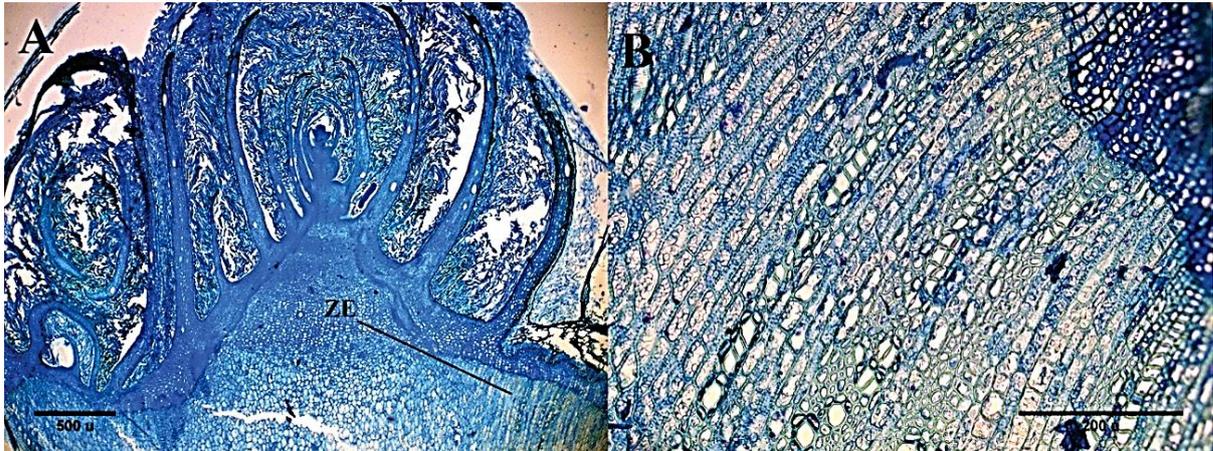


Fig 8: Cross section of the vegetative axis of the primary bud at 211 DAP; A: Idioblasts with raphide (RF); B: Amyloplasts (A).



At the basal part of the bud, there was a formation of tissues with striated appearance due to thick cell walls (Figure 9). The absence of vascular bundles suggest that all transport of water and nutrients occur by symplast and apoplast pathway.

Fig 9: Cross section of the vegetative axis of the primary bud at 211 DAP; A and B, Striated zone formation (ZE); Scale in μm .



During the flowering period (70 DAP) 10 % of sampled buds showed the necrosis in primary axis (Figure 10A). In August, at the end of the experiment, the primary axis were necrotic in 54% of sampled buds in the 1-3 node position sampled. Stored carbohydrates are thought to have a strong influence on the differentiation of inflorescences in young buds (Lebon *et al.* 2008). Although the necrosis incidence has been correlated to low carbohydrate availability in the buds (Vasudevan *et al.* 1998) and in the permanent structure (Collins and Rawnsley 2005, Cox *et al.* 2012), our results showed an increase in bud starch (Figure 10B) throughout time and a high positive correlation ($R=0.87$) between necrosis and starch storage was found (Figure 11). In addition, the histological sections also showed a large amount of starch granules in buds collected at 211 DAP (Figure 8B). Probably the bud starch content was increased by dormancy induced by low autumn-winter temperatures. Usually there was an increase in bud starch during dormancy period due to low respiratory activity (Lavee and May 1997). This starch increment suggests a possible reduction on soluble sugar availability to be used as source of carbon and energy for bud metabolic activity which probably may have contributed to increase necrosis development. Moreover, low soluble sugar supply could have decreased the cell wall deposition leading its hydrolysis as also suggested by Collins *et al.* (2006).

Fig 8: Seasonal evolution of necrosis incidence (A) and starch content (B) in Syrah latent buds during the first semester of 2017.

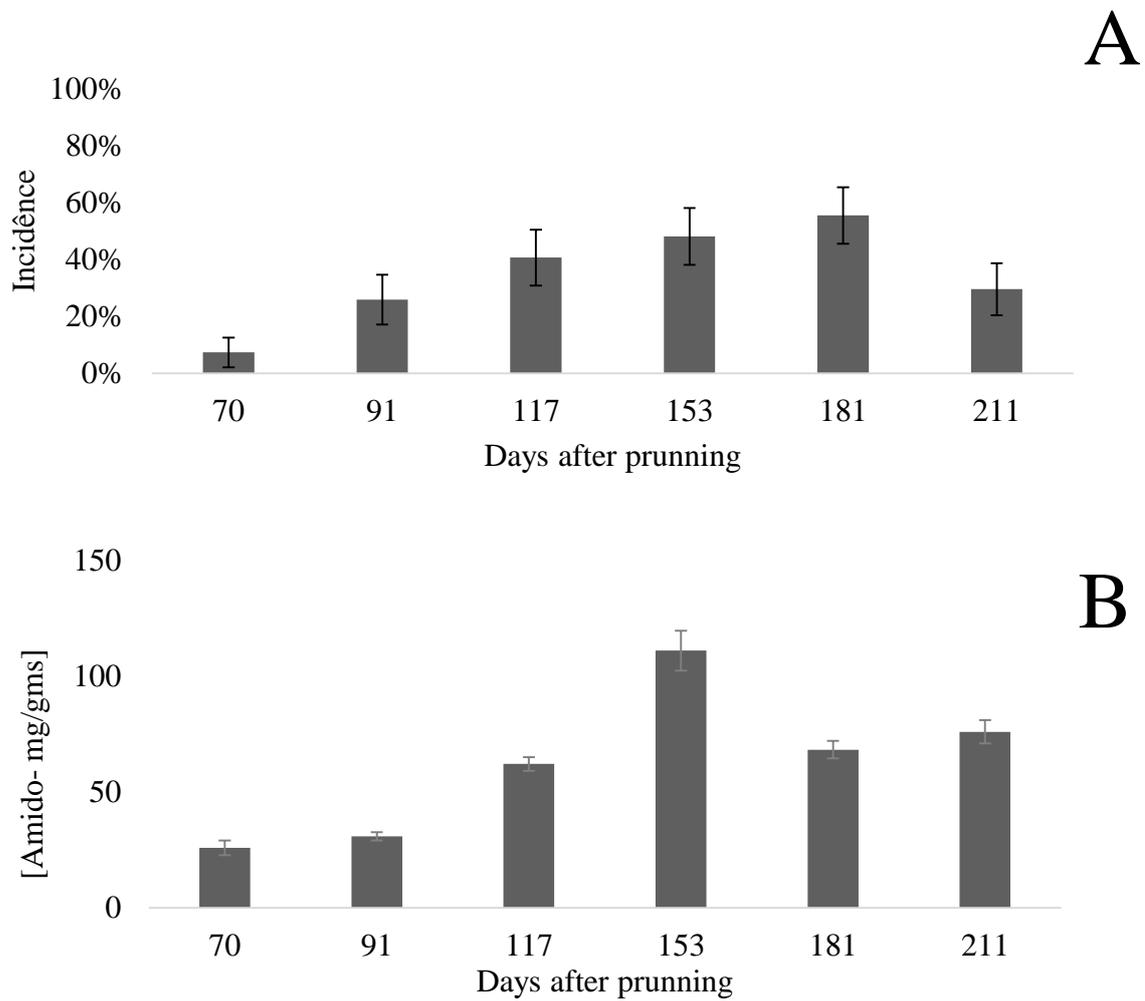
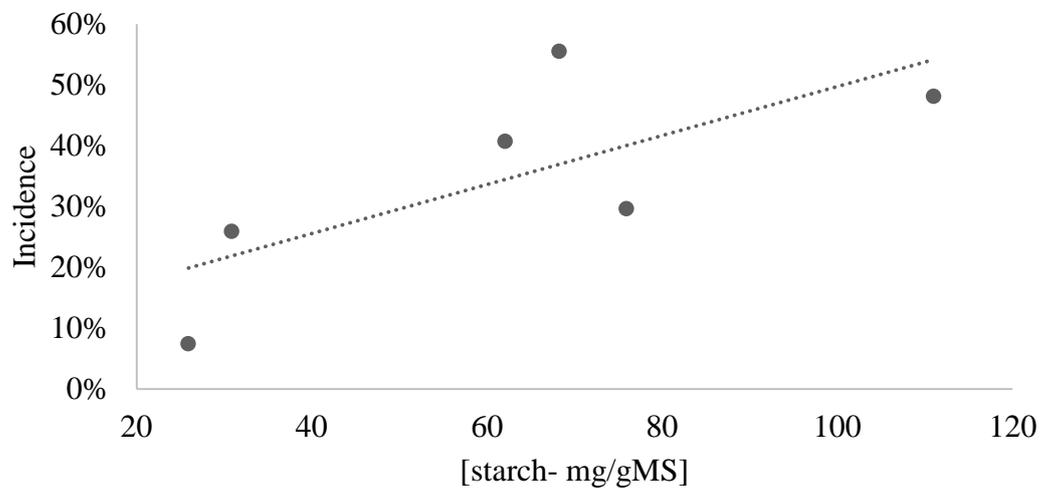


Fig 11: Relationship between starch content and necrosis incidence in latent buds of Syrah grapevines during the first semester of 2017.



In contrast to the summer growing season, it is important to highlight that under autumn-winter season the latent buds are submitted to low temperature and mild water stress during the grape ripening. Furthermore, the bud dormancy induced by low temperature could also have contributed to increase the bud water deficit since the humidity can be reduced from 80 to 50% during the dormancy period (Lavee and May 1997). These factors could have increased the photoassimilates competition between grapes and buds favoring necrosis occurrence since buds are weak sinks due to absence of vascular bundles. This hypothesis may be supported by the fact that, even under freezing temperatures, there is no bud necrosis occurrence in vineyard with no grape production during the autumn winter season (unpublished data). These data suggest that absence of strong sink such as grape cluster during latent bud development decreases photoassimilates competition and increases the sugar availability for bud cell metabolism. This hypothesis could also be used to explain the necrosis occurrence at beginning of bud development (70 DAP). During this period, the reduction on luminosity due to high summer precipitation could also increase the carbohydrates requirements between buds and inflorescences development leading to necrosis. In addition, the number of cluster per shoot (real fruitfulness) during the summer growing cycle (after winter pruning) is lower as compared to grape cluster production during autumn-winter cycle (after summer pruning), as already had been observed by Favero *et al.* (2011). The reasons of this partially fruitfulness reduction after winter pruning was attributed by those authors to the bad environmental conditions (rainy and cloudy months) during the first stages of latent bud differentiation (from January to April). Although there is a direct correlation of shoot light exposure and temperature with fruitfulness (Sánchez and Dokoozlian 2005), our results from 2015 and 2017 experiments showed that unfruitfulness was mainly due to necrosis incidence and not due to absence of inflorescence primordia. Further research is still necessary to understand the reasons for development of grapevine bud necrosis. However, this study

showed evidence that, beyond climatic factors, the reduced carbohydrate availability strongly favors the necrosis occurrence. Furthermore, when necrosis has triggered inside the bud its progression toward to secondary and tertiary axis is the main reason for total unfruitfulness in vineyards submitted to summer annual single pruning.

Acknowledgements

This study was supported by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) and Minas Gerais State Foundation for Research Support (FAPEMIG).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho mostrou, pela primeira vez, a ocorrência e alta incidência de necrose da gema primária em vinhedos do sudeste brasileiro. Apesar de não chegar a uma resposta conclusiva sobre sua principal causa trouxe avanços importantes na compreensão da influência das condições fisiológicas da planta em relação a sua ocorrência, principalmente em relação a dinâmica de reservas da planta. A partir de tais resultados, chegou-se à conclusão que a utilização do manejo da dupla poda ainda é o único capaz de permitir a colheita de uvas no inverno. Além do mais, algumas hipóteses podem ser levantadas quanto as principais causas da necrose da gema primária: Diversos fatores afetam a dinâmica de reservas da videira dentro do seu ciclo produtivo, caso a hipótese da deficiência localizada de carboidratos se confirme, é de se esperar que qualquer estresse que diminua a concentração de açúcares solúveis na planta possa desencadear a ocorrência da necrose; A deficiência hídrica, por exemplo, pode afetar diretamente as condições fisiológicas e metabólicas da planta, principalmente o processo fotossintético, e dessa forma, afetar a disponibilidade de açúcares para a planta. Uma consideração importante é a disponibilidade hídrica para as gemas. No manejo de produção de uvas para vinificação é interessante que a planta passe por um leve estresse hídrico com a finalidade de induzir a maquinaria metabólica produtora de compostos secundários responsáveis pela cor, sabor e acidez dos vinhos. Assim, é possível que ocorra deficiência hídrica na gema. Da mesma forma que com açúcares, a menor disponibilidade localizada de água pode ocorrer em órgãos com pouca força dreno. Vale ressaltar que a gema é uma estrutura com dois fatores que limitam sua força dreno, o primeiro é o seu baixo poder transpiratório pela ausência de estômatos, o segundo a pequena vascularização, pois os

tecidos condutores xilema e floema ainda não estão diferenciados. A necrose da gema primária carece de mais estudos. A sua total compreensão pode aumentar a eficiência de produção de uvas em várias partes do mundo, para os vinhos de inverno brasileiros, conseqüentemente, permitir maior praticidade e retorno econômico ao agricultor.

REFERENCES

- Carbonneau, A.; 2010:La Viticulture Tropicale Mondiale: Le point de son evolution au IIéme Symposium international des vins tropicaux, Petrolina, Brésil (25-28 Mai 2010). Progrès Agricole et Viticole. 127, 281-283.
- Collins, C.; Rawnsley, B.; 2008: Effect of gibberellic acid and paclobutrazol on the incidence of primary bud necrosis in cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.). American Journal of Enology and Viticulture 59, 83-87.
- Collins, C.; Coles, R.; Conran, J. G.; Rawnsley, B.;2006: The progression of primary bud necrosis in the grapevine cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L.): A histological analysis. VITIS-GEILWEILERHOF45, 57.
- Collins, C.; Rawnsley, B.; 2005: Factors influencing primary bud necrosis (PBN) in Australian vineyards. Acta Horticulturae 689, 81-86.
- Cordenunsi, B. R.; Lajolo, F. M.; 1995: Starch breakdown during banana ripening -Sucrose synthase and sucrose-phosphate synthase. J. Agr. Food Chem. 43, 347-351.
- Cox, C. M.; Favero, A. C.; Dry, P. R.; McCarthy, M. G.; Collins, C.; 2012:Rootstock effects on primary bud necrosis, bud fertility and carbohydrate storage in Shiraz. American journal of enology and viticulture. 63, 277-283.
- Dias, F.A.N.; Mota, R.V.; Souza, C.R.; Pimentel, R.M.A.; Souza, L.C.; Souza, A.L.; Regina, M.A.; 2017: Rootstocks on vine performance and wine quality of Syrah under Double pruning management. Scientia Agricola. 74, 134-141.
- Dias, F. A. N.; Mota, R.V.; Fávero, A. C.; Purgatto, E.; Shiga, T. M.; Souza, C. R. D.; Regina, M. A.; 2012: 'Syrah'vine on different rootstocks in winter cycle in the south of Minas Gerais state, Brazil. Pesquisa Agropecuária Brasileira.47, 208-215.
- Dry, P. R.; COOMBE, B. G.; 1994: Primary bud-axis necrosis of grapevines. I.Natural incidence and correlation with vigour. Vitis33, 225-230.
- Favero, A. C.; de Amorim, D. A.; da Mota, R. V.; Soares, A. M.; de Souza, C. R.; Regina, M. A.; 2011: Double-pruning of 'Syrah'grapevines: a management strategy to harvest wine grapes during the winter in the Brazilian Southeast. **Journal of Grapevine Research**. Siebeldingen, 50, 151.
- Feder, N.; O'brien, T.; 1968: Plant microtechnique: some principles and new methods. American journal of Botany. 55, 123-142.
- Gerrath, J. M.; Posluszny, U.; 2007: Shoot architecture in the Vitaceae This article is one of a selection of papers presented at the symposium on Vitis at the XVII International Botanical Congress held in Vienna, Austria, in 2005. Botany.85, 691-700.

- Kavoosi, B.; Eshghi, S.; Tafazoli, E.; Rahemi, M.; Emam, Y.; 2013: Anatomical Study of Primary Bud Necrosis in *Vitis vinifera* L. cv. Askari in Winter Dormant Bud. Journal of Ornamental and Horticultural Plants.3, 81-86.
- Lavee, S.; May, P.; 1997: Dormancy of grapevine buds – facts and speculation. Australian Journal of Grape and Wine Research. 3, 31-46.
- Lavee, S.; Mammon, H.; Zrv, M.; Bernstein, Z.; ZurVegetativenWüchsigkeit, I. B.; 1981: Necrosis in grapevine buds (*Vitis vinriiera* cv. Queen oi ‘Vi-nevard) I. Relation to vegetative vigor. Vitis. 20, 8-14.
- Lebon, G.; Wojnarowiez1, B.; Holzapfel2, F.; Fontaine1, N.; 2008: Vaillant-Gaveau1 and C. Clement. Sugars and flowering in the grapevine (*Vitis vinifera* L.). Journal of Experimental Botany. 59, 2565–2578.
- Levine, A.; Pennell, R. I.; Alvarez, M. E.; Palmer, R.; Lamb, C.; 1996: Calcium-mediated apoptosis in a plant hypersensitive disease resistance response. Current Biology. 6, 427-437.
- Li-Mallet, A.; Rabot, A.; Geny, L.; 2015: Factors controlling inflorescence primordia formation of grapevine: their role in latent bud fruitfulness? A review. Botany. 94, 147-163.
- Mota, R. V.; Silva, C. P. C.; Favero, A. C.; Purgatto, E.; Shiga, T. M.; Regina, M. A.; 2010: Composição físico-química de uvas para vinho fino em ciclos de verão e inverno. Revista Brasileira de Fruticultura.32, 1127-1137.
- Naito, R.; Ueda, H.; Munesue, S.; 1989: Studies on the necrosis in grapevine buds, 4: Relation between the occurrence of bud necrosis and the shoot emerging from lateral buds on fruiting canes in 9 Japanese leading cultivars. Bulletin of the Faculty of Agriculture-Shimane University (Japan)
- Naito, R.; Yamamura, H.; Munesue, S.; 1987: Studies on the necrosis in grapevine buds (III) the time of the occurrence of bud necrosis in ‘Kyoho’and the relation between its occurrence and the amounts of nutritional elements in buds. Bull. Fac. Agric. Shimane University. 1, 10-17.
- Naito, R.; Yamamura, H.; Yoshino, K.; 1986: Effects of shoot vigor and foliar application of GA and SADH on the occurrence of bud necrosis in ‘Kyoho’grape. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science.55, 130-137.
- Naito, R.; Yamamura, H.; Sugahara, M.; 1985: Studies on the necrosis in grapevine buds, 2: Effects of the time of prebloom SADH application by foliar spray on the occurrence of bud necrosis in" Kyoho" vine. Bulletin of the Faculty of Agriculture-Shimane University (Japan) 1.
- Perez, J.; Kliewer, W. M.; 1990: Effect of shading on bud necrosis and bud fruitfulness of Thompson Seedless grapevines. American Journal of Enology and Viticulture. 41, 168-175.
- Regina, M. A.; Mota, R. V.; Souza, C. R.; Favero, A. C.; 2011: Viticulture for fine wines in Brazilian southeast. II International Symposium on Tropical Wines. 910, 113-120.
- Sanchez, L.A.; Dokoozlian, N. K.; 2005: Bud Microclimate and Fruitfulness in *Vitis vinifera* L. Am. J. Enol. Vitic. 56, 319-329.
- Souza, C. R.; da Mota, R. V.; Dias, F. N.; de Melo, E. T.; de Souza, L. C.; de Souza, A. L.; Regina, M. A.; 2015: Starch accumulation and agronomical performance of Syrah under

winter cycle: responses to pruning and ethephon management. **VITIS-Journal of Grapevine Research**. Siebeldingen, 54, 195-201.

Srinivasan, C.; Mullins, M. G.; 1981: Physiology of flowering in the grapevine—a review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 32, 47-63.

Wolf, T. K.; Warren, M. K.; 2000: Crop yield, grape quality, and winter injury of eight wine grape cultivars in Northern Virginia. *Journal of American Pomological Society*. 54, 34-43.

Wolf, T. K.; Warren, M. K.; 1995: Shoot Growth Rate and Density Affect Bud Necrosis of Riesling' Grapevines. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 120,989-996.

Vasudevan, L.; Wolf, T. K.; Welbaum, G. G.; Wisniewski, M. E.; 1998: Reductions in bud carbohydrates are associated with grapevine bud necrosis. *VITIS-GEILWEILERHOF*. 37, 189-190.

Vasconcelos, M. C.; Greven, M.; Winefield, C. S.; Trought, M. C., & Raw, V. (2009).; 2009: The flowering process of *Vitis vinifera*: a review. *American Journal of Enology and Viticulture* 60, 411-434

Ziv, M.; Melamud, H.; Bernstein, Z.; Lavee, S.; 1981: Necrosis in grapevine buds (*Vitis vinifera* cv. Queen of Vineyard). II. Effect of gibberellic acid (GA3) application. *Vitis* 20, 8-14.