

Foto: Lucas da Ressurreição Garrido.



Redução da adição ambiental de cobre utilizando outras formulações cúpricas em relação à calda bordalesa para o controle do míldio tardio da videira

Lucas da Ressurreição Garrido¹

Introdução

A aplicação de fungicidas à base de cobre na vitivinicultura da Serra Gaúcha tem mais de cem anos. Nesta região é comum o emprego da calda Bordalesa para o controle do míldio da videira. O uso sistemático deste produto em altas concentrações e altos volumes, repetindo por diversas vezes ao ano tem acarretado o acúmulo de cobre nos solos da região. Essas pulverizações são responsáveis pelos teores altos de cobre encontrado nos tecidos da videira e no solo. O acúmulo desse elemento no solo afeta negativamente a qualidade produtiva e ambiental dos solos.

O cobre tende a formar ligações físico-químicas com os grupos funcionais de partículas reativas do solo que, por sua vez, definem os fenômenos de sorção. A disponibilidade desses elementos no solo depende do teor e da composição da matéria orgânica do solo, da fração mineral do solo, que possui alta afinidade pela fração argila, especialmente o grupo dos óxidos, e do valor de pH (AMBROSINI, 2015). No entanto, após anos de aplicações sucessivas de fungicidas à

base de cobre há um aumento de todas as frações deste metal no solo, com consequente aumento da disponibilidade do mesmo no solo, especialmente em solos ácidos e arenosos, como aqueles da Campanha Gaúcha (BRUNETTO et al., 2014).

O cobre é um nutriente essencial às plantas, fazendo parte de vários compostos orgânicos, como proteínas e enzimas vitais ao metabolismo vegetal, atuando no controle da síntese de DNA e RNA, e participando de vários processos fisiológicos, como fotossíntese, respiração e distribuição de carboidratos (KABATA-PENDIAS, 2011). Porém, quando em excesso pode provocar alterações anatômicas, morfológicas e fisiológicas, tal como danos às raízes, inibição da absorção de nutrientes, redução da taxa fotossintética e no crescimento das plantas (MICHAUD et al., 2008; TOSELLI et al., 2009; LEQUEUX et al., 2010; CAMBROLLÉ et al., 2015).

Os sais de cobre tornaram-se importantes na supressão de doenças durante o século XIX. A eficácia de uma mistura complexa do cobre para controlar o míldio da videira foi descoberta

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr., Pesquisador, Empresa Uva e Vinho, Caixa Postal 130, CEP 95701-008, Bento Gonçalves, RS. E-mail: lucas.garrido@embrapa.br.

acidentalmente. Em 1882 na região de Medoc, França, Millardet noticiou que a mistura do sulfato de cobre e cal virgem salpicada sobre as folhas da videira suprimiam o desenvolvimento do míldio. Inicialmente esta mistura foi utilizada para desencorajar o furto de uvas de um vinhedo (FRY, 1982). Desde então, vem sendo utilizada em várias culturas para o controle de doenças fúngicas e bacterianas.

A calda Bordalesa é uma suspensão coloidal, de cor azul celeste, obtida pela mistura de uma solução de sulfato de cobre penta hidratado ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e suspensão de cal virgem. A solução de sulfato de cobre penta hidratado é ligeiramente ácida, ao que se atribui a formação de pequenas quantidades de ácido sulfúrico por hidrólise. Na presença do hidróxido de cálcio, este se combinará com o ácido livre, formando sulfato de cálcio. Em seguida, haverá nova hidrólise do sulfato e nova neutralização do ácido formado e, assim sucessivamente, até que todo o sulfato seja decomposto. Entretanto, estudos posteriores mostraram que o produto inicial formado no hidrogel é o trióxissulfato de cobre ($\text{Cu}_2\text{SO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) que teria a mesma constituição do sulfato tribásico de cobre. A calda Bordalesa, portanto, é uma série de compostos em processo de transição, em vez de um produto final único. Quando a calda é aplicada à planta, o hidrogel contém, provavelmente, trióxissulfato de cobre com cal adsorvida, cal livre e sulfato de cobre.

O míldio causado por *Plasmopara vitícola* (Berk. & Curt.) Berl. & de Toni, é a doença da videira mais importante no Brasil, bem como em outras regiões vitícolas do mundo. Causa sérios prejuízos à viticultura, em regiões com alta precipitação, principalmente no final da primavera e verão. É também conhecida como peronóspora, mufa ou mofo. Os maiores danos diretos estão relacionados com a destruição parcial ou total dos frutos, podendo também produzir efeitos negativos sobre a produção futura, porque provoca desfolha e conseqüentemente enfraquece a planta. Geralmente as variedades de uvas européias (*Vitis vinifera* L.) são mais suscetíveis ao míldio que as americanas e híbridas (SÔNEGO et al., 2003), pois o patógeno é originário da América do Norte e o processo de seleção natural ocorrido naquela região deu origem a genótipos de videira com maior resistência genética à doença (TESSMANN et al., 2007).

A fase de maior suscetibilidade da videira ao míldio ocorre desde o início da brotação dos ramos até o início da compactação do cacho. Todas as partes verdes da videira podem ser infectadas, sendo os primeiros sintomas observados cerca de 5 a 7 dias após a infecção. Os sintomas foliares iniciam-se com manchas circulares amarelas com a aparência de manchas de óleo apresentando um halo castanho-amarelado nas folhas novas que com o tempo acaba desaparecendo. Sob condições climáticas favoráveis, grande número de manchas pode surgir nas folhas que se coalescem com o tempo. Noites quentes e úmidas contribuem para o surgimento de esporangióforos com esporângios, que saem dos estômatos na parte abaxial da folha. As lesões tornam-se castanhas e folhas altamente infectadas caem com o tempo (SÔNEGO et al., 2005).

Nos estádios da floração e em bagas pequenas, o patógeno penetra pelos estômatos, causando escurecimento e secamento destes órgãos, nos quais se observa uma eflorescência branca que é a frutificação do patógeno. Normalmente, a frutificação não é muito intensa, pois o engajo e as bagas não possuem muitos estômatos. Após o estágio de grão ervilha, a infecção ocorre somente no pedicelo das bagas, que toma a coloração amarelo-escuro. As bagas apresentam depressões e consistência endurecida na região próxima ao pedicelo, ficando total ou parcialmente marron-escuras, destacando-se facilmente do cacho. As bagas infectadas nessa fase apresentam uma coloração pardo-escuro, e são facilmente destacadas do cacho, não havendo formação de eflorescência branca característica (GALET, 1977), sendo denominada peronóspora larvada, porque apresenta sintomas semelhantes aos causados pelas larvas da mosca-das-frutas. A doença causa as maiores perdas na cultura quando a inflorescência é infectada na fase pré-florada, florada e pós-florada. O ataque intenso do míldio nas folhas ocasiona a desfolha precoce e conseqüentemente acarretará uvas com menor teor de açúcar, produção de vinhos mais ácidos, menos substâncias nitrogenadas e menor vigor na safra seguinte.

O cromista *Plasmopara vitícola* é um parasita biotrófico obrigatório, que obtém seus nutrientes das células vivas dos tecidos da planta. Os zoósporos formados no interior dos esporângios são liberados sobre a planta, germinam e penetram

somente através dos estômatos. As hifas crescem nos espaços intercelulares das folhas produzindo haustórios globosos que irão absorver os nutrientes do interior das células.

Nas regiões de clima temperado o patógeno sobrevive durante o inverno na forma de oósporos e micélio. Estas estruturas de sobrevivência tornam-se maduras e germinam em solo encharcado e temperatura acima de 11 °C, produzindo macrosporângios, dos quais saem os zoosporângios que vão produzir as infecções primárias. A partir destas infecções, em condições climáticas favoráveis, como alta umidade relativa e temperaturas acima de 11 °C, diversos ciclos da doença serão produzidos. Todos os fatores que contribuem para o aumento da umidade, favorecem o desenvolvimento da doença. Portanto, a chuva é o principal fator na promoção das epidemias, enquanto a temperatura exerce um papel moderador, acelerando ou retardando o desenvolvimento do patógeno (NAVES et al., 2012).

No Rio Grande do Sul, nos meses de setembro a março, período do desenvolvimento da videira, a precipitação média fica entre 1.000 a 1.200 mm, enquanto a temperatura oscila entre 16 a 22 °C. Nestas condições, o controle da doença é uma tarefa difícil e delicada, e o produtor deve estar em vigilância constante (SÔNEGO et al., 2003).

Algumas medidas preventivas para o manejo da doença consistem na escolha de áreas bem drenadas, plantio de cultivares resistentes, redução das fontes de inóculo como a poda de brotações contaminadas, adubação equilibrada, evitando o excesso de nitrogênio, fazer desbrota, poda verde para melhorar a penetração da luz solar, visando reduzir a duração do molhamento foliar no interior da copa. Nem todas estas medidas são práticas de serem executadas, nem suficientes para controle eficaz da doença em condições favoráveis, sendo necessária a utilização do controle químico. Uma das razões da necessidade do uso de fungicidas para o controle do míldio é a capacidade do patógeno causar grandes danos em um curto espaço de tempo, tornando os fungicidas a melhor ferramenta de controle da doença. O sucesso do controle químico depende da escolha adequada do produto, bem como a sua dose, do momento e método da aplicação, do conhecimento do organismo e da qualidade da aplicação (NAVES et al., 2012).

Foto: Lucas da Ressurreição Garrido.

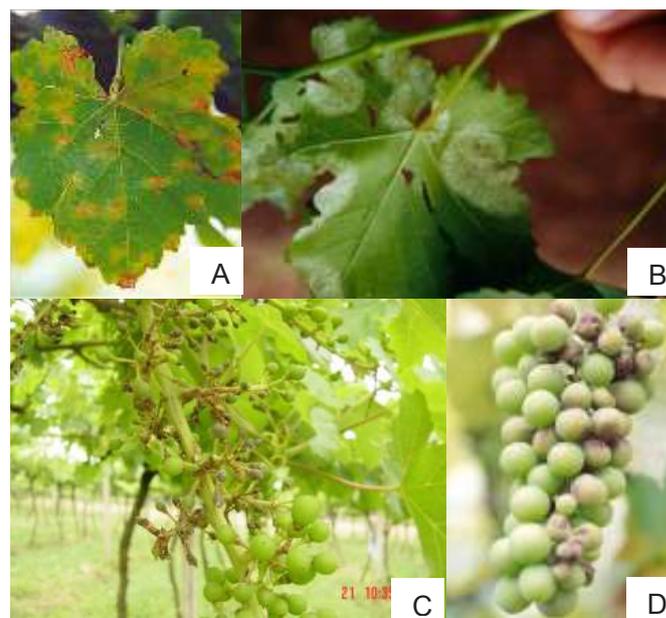


Fig. 1. Sintomas e sinais do míldio nas folhas e bagas da videira. Manchas de óleo e necróticas (A); frutificação do patógeno na parte abaxial da folha (B); bagas menores infectadas (C) e míldio larvado (D).

O controle químico é uma das partes importantes no manejo das doenças de plantas, principalmente nas regiões de alta umidade relativa e temperaturas favoráveis ao patógeno. De um modo geral, o controle costuma ser realizado à base de fungicidas que, além de aumentar os custos de produção, podem contaminar o ambiente e o homem.

Comumente o controle do míldio da videira é realizado com fungicidas sintéticos até o estágio de grão ervilha. A partir daí até a maturação da uva é realizado com a aplicação de fungicidas cúpricos, sendo o mais utilizado há décadas a calda Bordalesa. Em média, dependendo do cultivar precoce ou tardia, são realizadas duas a quatro aplicações em alto volume (1.000 L/ha) utilizando uma concentração de sulfato de cobre de 1%, ou seja, a cada pulverização são utilizados 10 kg de sulfato de cobre neutralizado com cal virgem. Contudo, em muitos solos, devido ao uso anual e contínuo da calda Bordalesa tem ocasionado o acúmulo de cobre em níveis acima do tolerável. O número de pulverizações com produtos à base de cobre é muito maior no sistema orgânico. O uso de outras formulações, de baixo custo, baixa toxicidade, à base ou não de cobre, para o controle do míldio da videira, torna-se uma medida importante para a redução do impacto deste elemento sobre o meio ambiente e os efeitos negativos sobre o

desenvolvimento das plantas. Recentemente novas formulações foram lançadas no mercado contendo concentrações menores de cobre, porém complexado por aminoácidos e outros elementos, o que pode ser bastante interessante no manejo de doenças de plantas, principalmente em áreas contendo elevados teores de cobre no solo.

O trabalho teve por objetivo avaliar o controle do míldio tardio da videira com outras formulações à base de cobre em relação à calda Bordalesa, visando reduzir a adição ambiental desse elemento.

Metodologia

Dois ensaios foram realizados em um vinhedo, da Vinícola Miolo, em Monte Belo do Sul, (latitude -29.142344 e longitude -51.623823) cv. Cabernet Sauvignon conduzida no sistema espaldeira, com espaçamento 2,0 m x 1,5 m, durante a safra 2014/2015, para avaliação do controle do míldio tardio da videira.

As aplicações foram realizadas com pulverizador a CO₂, ajustado para um volume por hectare de 600 L, pulverizando-se os produtos sobre a vegetação (folhas e cachos). As aplicações foram realizadas a partir do estádio de grão-chumbinho (Tabela 1).

O ensaio 1 apresentou os seguintes tratamentos: 1 – Testemunha; 2 – Calda Bordalesa 1%; 3 – CopperCrop® 0,5 Lha⁻¹; 4 – SoilSet® 1,0 Lha⁻¹ e 5 – CopperCrop® 0,5 Lha⁻¹ + SoilSet® 1,0 Lha⁻¹. Já no ensaio 2 foram avaliados os seguintes tratamentos: 1 – Testemunha; 2 – Calda Bordalesa 1%; 3 – Kocide® WDG 1,8 kg ha⁻¹ e 4 – Recop® 2,5 kg ha⁻¹. O tratamento com calda Bordalesa foi reaplicado a cada 15 dias (19/12/2014; 05/01/2015; 19/01/2015 e 02/02/2015) compreendendo os estádios de grão ervilha, início do fechamento do cacho, mudança de cor e início da maturação, respectivamente. Já os demais tratamentos foram aplicados semanalmente (19/12/2014; 26/12/2014; 05/01/2015; 12/01/2015; 19/01/2015; 26/01/2015; 02/02/2015 e 09/02/2015). Nas datas 05/01/2015 e 02/02/2015 foi aplicado em todos os tratamentos o fungicida tebuconazol (Folicur®) 1,0 Lha⁻¹ para controle da podridão da uva madura, contudo sem efeito para a doença alvo (míldio).

O CopperCrop® apresenta na sua composição nitrogênio (N) 4,09% (54,81 g/L); cobre (Cu) 10,0% (134 g/L); carbono orgânico 3,53%. Todos elementos solúveis em água e complexados por aminoácidos 5%. Já o SoilSet é composto de enxofre (S) 3,75% (46,12 g/L); cobre (Cu) 2,00% (24,60 g/L); ferro (Fe) 1,60% (19,68 g/L); manganês (Mn) 0,80% (9,84 g/L) zinco (Zn) 3,20% (39,36 g/L) carbono orgânico 2,13. Todos elementos solúveis em água e complexados por aminoácidos 5%. Ambos produtos são fabricados pela empresa Alltech® Crop Science.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições com cinco plantas por parcela. A incidência e a severidade das doenças foram avaliadas em cada parcela nas três plantas centrais. O míldio foi avaliado inicialmente antes da instalação do ensaio e depois a intervalos de aproximadamente 15 a 20 dias até a colheita (15/12/2014; 30/12/2014; 23/01/2015 e 18/02/2015). A avaliação da incidência foi realizada calculando-se a percentagem de folhas que apresentavam sintomas, indiferente da severidade da doença. Para avaliação da severidade nas folhas foi utilizada a avaliação visual da percentagem da folha apresentando sintomas e esporulação do patógeno. A cada avaliação foram avaliadas 50 folhas por parcela. Os valores foram analisados utilizando análise de variância e o teste de Tukey a 5%, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e a taxa aparente da doença (r) calculada por meio $\ln(y/1-y) - \ln(y_0/1-y_0) / t$, onde y é a quantidade de doença no tempo t. Durante o estádio da colheita foi avaliado o peso dos cachos colhidos nas duas plantas centrais da parcela. As análises de variância e teste médias e teste de t foram realizadas utilizando o software SAEG 9.0.

Dados de temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média, umidade relativa e precipitação foram coletados durante a condução do ensaio pela estação agrometeorológica da Embrapa Uva e Vinho (Figuras 2, 3 e 4).

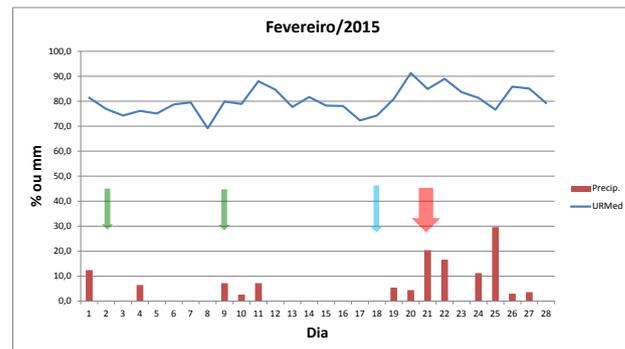
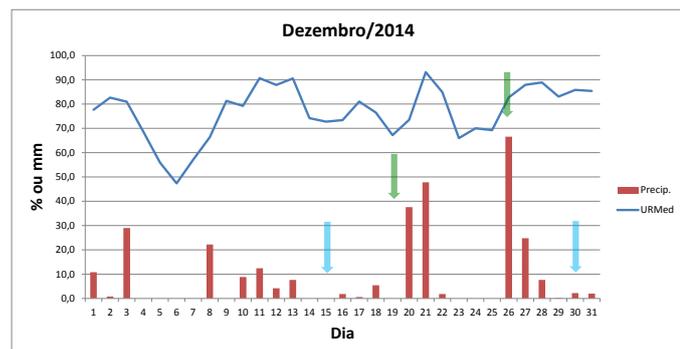
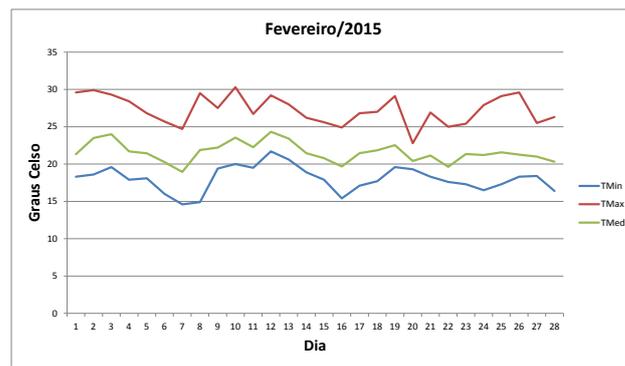
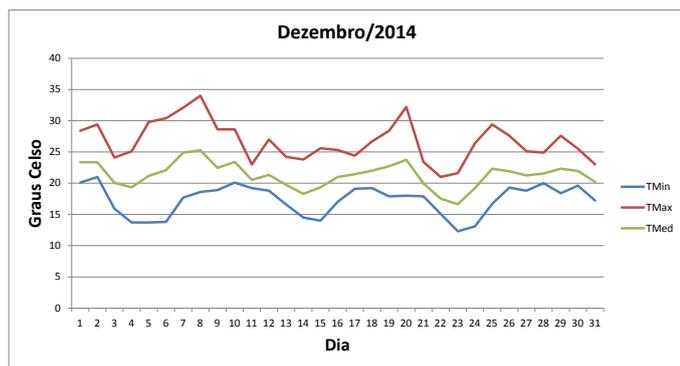


Fig. 2. Temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média (a); umidade relativa e precipitação (b) no mês de Dezembro de 2014. Seta azul = avaliação e Seta verde = pulverização. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

Fig. 4. Temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média (a); umidade relativa e precipitação (b) no mês de fevereiro de 2015. Seta azul = avaliação e seta verde = pulverização e seta vermelha = colheita. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

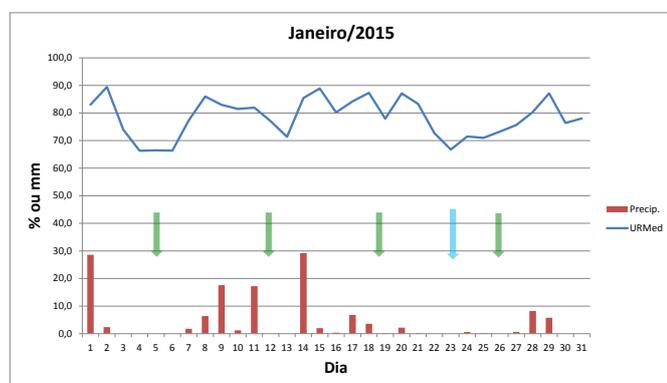
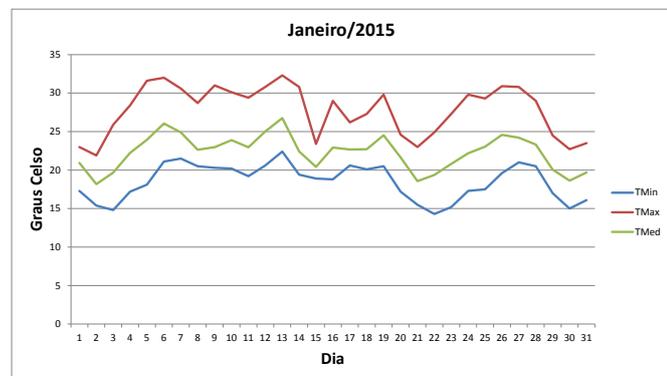


Fig. 3. Temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média (a); umidade relativa e precipitação (b) no mês de Dezembro de 2014. Seta azul = avaliação e Seta verde = pulverização. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

Resultados e Discussão

No ensaio 1, nas primeiras três avaliações da incidência e da severidade do míldio tardio não se observaram diferenças significativas, entre os efeitos dos tratamentos com os diferentes produtos ou mesmo em relação à testemunha. Contudo, na quarta avaliação, os efeitos dos tratamentos com a calda Bordalesa 1%, CopperCrop® 0,5 L/ha, Soilset® 1,0 L/ha, CopperCrop® 0,5 L/ha + SoilSet® 1,0 L/ha diferiram significativamente, pelo teste de Tukey a 5%, em relação ao tratamento testemunha, contudo não houve diferença no controle proporcionado por eles (Figura 5 e 6). Enquanto as plantas testemunhas apresentaram incidência de 92,5% e severidade média do míldio de 9,2%, nas plantas tratadas com a calda Bordalesa e com o CopperCrop® observou-se 50% e 57% de incidência e severidade média de 1,53% e 1,89%, respectivamente.

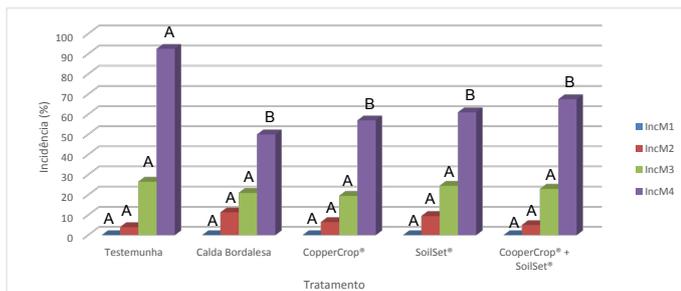


Fig. 5. Incidência média do míldio tardio da videira, na cv. Cabernet Sauvignon em relação aos tratamentos aplicados. Tratamentos com mesmas letras e na mesma época de avaliação, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

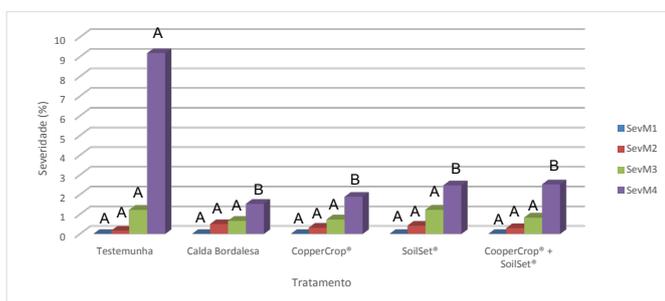


Fig. 6. Severidade média do míldio da videira, na cv. Cabernet Sauvignon em relação aos tratamentos aplicados. Tratamentos com mesmas letras e na mesma época de avaliação, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

A mistura CopperCrop® + SoilSet® não possibilitou, neste ensaio, melhor performance no controle do míldio da videira em relação ao produto CopperCrop® isolado. Contudo, vale destacar que, o produto SoilSet®, além de não diferir estatisticamente em relação à calda Bordalesa quanto ao controle do míldio, pode ser utilizado na produção orgânica por ser um insumo agrícola aprovado pelo IBD, tornando-se mais uma alternativa no controle da doença. Outras formulações de adubos foliares contendo cobre, presentes no comércio, não estão registrados para utilização no sistema orgânico.

No ensaio 2 foi comparada a eficácia da calda Bordalesa em relação ao hidróxido de cobre e ao oxiclreto de cobre. Da mesma forma, não houve diferenças estatísticas nas três primeiras avaliações da incidência e da severidade da doença em relação aos valores encontrados na testemunha. Já na última avaliação, estes produtos cúpricos não apresentaram diferenças significativas no controle obtido, porém se diferenciaram do tratamento testemunha (Figuras 7 e 8).

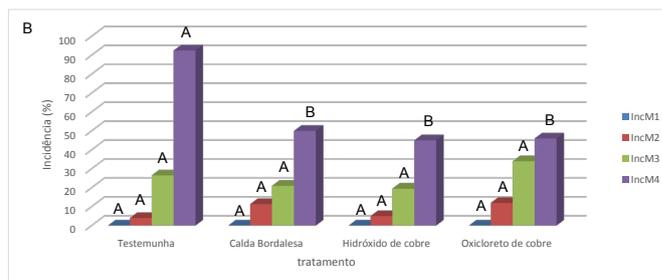


Fig. 7. Incidência média do míldio tardio da videira, na cv. Cabernet Sauvignon em relação aos tratamentos aplicados. Tratamentos com mesmas letras e na mesma época de avaliação, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

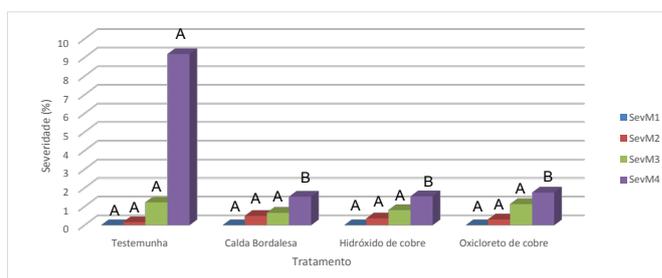


Fig. 8. Severidade média do míldio da videira, na cv. Cabernet Sauvignon em relação aos tratamentos aplicados. Tratamentos com mesmas letras e na mesma época de avaliação, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves, RS.

Já em relação ao peso da produção colhida nos tratamentos, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos. Isto pode ser explicado pelo fato de que o maior efeito do míldio sobre a produção da videira ocorre durante o período de floração. Após este estágio, o efeito da incidência da doença sobre a planta será em cima do acúmulo de açúcar nas bagas, produção de compostos nitrogenados e produções futuras. Como o tratamento testemunha apresentou a maior incidência (92,5%) e severidade da doença (9,2%) cerca de 7 dias antes da colheita, isto não refletiu em redução na produtividade.

Pelos dados obtidos pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), que nos dá uma ideia do acumulado de doença no período, pode-se observar que a menor AACPD foi obtida com o tratamento com calda Bordalesa (46,01) seguido pelo CopperCrop® (49,02). Já a taxa aparente de doença (r), que descreve a inclinação da reta em relação à linearização dos dados, apresentou maior valor na testemunha (0,080) e menor valor

no tratamento com calda Bordalesa (0,022), seguindo pelos demais tratamentos (Tabela 1). O tratamento com CopperCrop® e o oxiclreto de cobre apresentaram menores taxas aparentes de doença, embora a AACPD tenha sido diferentes.

Tabela 1. Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa aparente da doença (r), na cv. Cabernet Sauvignon em relação aos tratamentos efetuados para o controle do míldio tardio.

Tratamento	AACPD	r
Testemunha	153,28	0,080
Calda Bordalesa	46,01	0,022
CopperCrop®	49,02	0,035
SoilSet®	70,84	0,036
CopperCrop® + SoilSet®	59,21	0,040
Hidróxido de cobre	50,83	0,038
Oxiclreto de cobre	60,19	0,035

A safra 2014/2015 foi caracterizada por um volume maior de precipitações ao longo de todo o ciclo vegetativo e reprodutivo da videira, ao contrário dos anos anteriores que foram anos de La Niña, ou seja, mais seco na região sul do Brasil. A incidência e a severidade do míldio foram mais elevadas principalmente nas brotações novas nas pontas dos ramos. Mesmo com este volume maior de precipitação e pressão da doença, foi observado que os diversos produtos testados mostraram-se eficazes para substituir a calda Bordalesa nas aplicações nos vinhedos.

Em décadas passadas, a utilização da calda Bordalesa foi mais intensa para o controle do míldio da videira. Inglez de Souza (1996) recomendava para as cultivares americanas oito aplicações ao longo do ciclo e para as cultivares viníferas o dobro ou o triplo. Não havia a preocupação com o efeito cumulativo do cobre nos solos dos vinhedos. Naquela época, preocupações com a toxicidade à videira se restringiam à ação depressiva sobre o vigor das plantas, ou seja, choque de crescimento e as queimaduras nas folhas e frutos verdes, variando a sensibilidade de um cultivar para outro. Contudo,

as cultivares viníferas eram consideradas mais resistentes ao cobre do que as americanas.

Os fungicidas cúpricos apresentam múltiplos sítios de ação, assim há menor risco de patógenos desenvolverem resistência a esses produtos. Os íons de cobre (Cu^{+2}) atuam nas células dos fungos bloqueando enzimas envolvidas no processo de respiração, inibem a síntese de proteínas, reduzem a atividade da membrana celular e de organelas e afetam as trocas de elementos. Óxidos cuproso e oxiclretos são compostos altamente insolúveis que atuam na parede celular e membranas de fungos e bactérias sem penetrar profundamente no interior da célula. No processo, o patógeno libera metabólitos secundários que reagem com os compostos de cobre resultando no envenenamento e morte das células.

A eficiência biológica atual das formulações convencionais de cobre (sulfato de cobre, hidróxido de cobre e oxiclreto de cobre) é de menos que 5% e o restante é espalhado pelo ambiente. O desenvolvimento de novas formulações apresentando quantidades de 2 a 8% de cobre complexado com aminoácidos, peptídeos, ácidos graxos, pectinas, açúcares e outros compostos orgânicos são novas estratégias para aumentar a eficiência biológica, sem reduzir sua eficácia e minimizando a contaminação ambiental (KOVACIC et al., 2013). Dentro dessa linha de produtos estão o CopperCrop® e SoilSet® que apresentaram controle do míldio similar ao obtido com a calda Bordalesa.

Na viticultura convencional são utilizadas em média três aplicações com a calda Bordalesa por safra, a partir do estágio de grão ervilha. Muitos vinhedos da Serra Gaúcha possuem uma concentração elevada de cobre no solo, resultante de décadas de utilização da calda Bordalesa, ocasionando efeitos negativos sobre o desenvolvimento das plantas, entre os quais a inibição do desenvolvimento de radículas nas raízes. A contaminação do ambiente é outro ponto a ser considerado, pensando na sustentabilidade do sistema de produção em longo prazo. Na União Européia, a partir da Regulamentação EC Nº 473/2002, a quantidade máxima de cobre metálico, que o produtor pode aplicar a cada safra, é de 6 kg/ha, sendo que na Alemanha algumas associações de produtores limitaram em 3,0 kg/ha. A busca por alternativas à calda Bordalesa com mesma eficácia no controle do míldio é uma demanda por parte

dos produtores e da assistência técnica. Outras formulações à base de cobre (hidróxido de cobre e oxicloreto de cobre) presentes no comércio têm se mostrado alternativas interessantes, com bom controle do míldio da videira quando aplicadas semanalmente, porém a redução do cobre aplicado não foi expressiva, ou seja, contribuindo com 50,4% e 84%, respectivamente, da quantidade aplicada

com a calda Bordalesa (produto padrão). Por outro lado, os produtos CopperCrop® e SoilSet®, além de apresentarem resultado no controle do míldio da videira similar ao encontrado com a calda Bordalesa, adicionaram ao ambiente apenas 5,3%, 1,94%, respectivamente, de cobre metálico, da quantidade aplicada pelo produto padrão, constituindo-se excelentes alternativas a este último (Tabela 2).

Tabela 1. Produtos, formulações à base de cobre, quantidades de cobre metálico, dosagens recomendadas, quantidade aplicada e relação da quantidade aplicada do produto em relação à calda Bordalesa (CB).

Tratamento	Formulação	g/kg ou L	Cu ⁺² (g/kg ou L)	Dose (kg ou L/ha)	Cu ⁺² por aplicação (g/ha)	Cu ⁺² (kg/safra)	% Cu/CB
Calda bordalesa	Sulfato de cobre	985	250	10	2500	10,0	100
Kocide® WDG	Hidróxido de cobre	538	350	1,8	630	5,04	50,4
Recop®	Oxicloreto de cobre	588	350	2,5	875	7,00	70,0
CopperCrop®	Cobre bioativo	134	134	0,5	67	0,53	5,30
SoilSet®	Cobre bioativo	24,6	24,6	1,0	24,6	0,196	1,96

Já em relação ao ponto de vista econômico, o tratamento com o produto Copper Crop® apresentou o menor custo, ou seja, R\$ 50,00/ha comparado aos demais tratamentos. Contudo, quando se comparou o custo na safra 2014/2015, onde foram realizadas 4 aplicações com calda Bordalesa (produto padrão) e 8 aplicações com os demais produtos testados, observa-se que os produtos CopperCrop® e Recop® apresentaram valores ligeiramente superiores ao produto padrão, enquanto que o custo do tratamento com hidróxido de cobre (Kocide® WDG) e SoilSet® foi de 1,84x e 2,8x, respectivamente, superior (Tabela 3), durante a safra. Na prática, a utilização da calda Bordalesa permite um período de proteção de 15 dias, devido à fixação do cobre nas folhas

pelo cálcio, o que não é observado quando se utiliza outras formulações de fungicidas cúpricos. Contudo em anos com chuvas com frequência menos intensa, é possível estender o período de proteção dos produtos alternativos à calda Bordalesa para 10 a 12 dias, o que representaria redução no número de aplicações e nos custos com a proteção contra o míldio da videira. Ressalta-se também que ao lado dos custos da aplicação, o vinicultor deve levar em consideração o aspecto da menor contaminação ambiental com o cobre, pois o acúmulo desse elemento no solo acarretará danos a médio e longo prazo nos vinhedos novos e já é um problema nos vinhedos localizados em áreas onde a videira é cultivada há décadas.

Tabela 3. Produtos, custo unitário, dose por hectare, custo por aplicação, custo na safra e relação do custo do produto alternativo à calda Bordalesa (CB).

Produto	Un	Custo unitário (R\$)	Dose/ha (kg ou L)	Custo R\$/ha	Custo R\$/safra	Custo produto/CB
Calda bordalesa	Kg	8,90	10	89,00	356,00	1,00
Kocide® WDG	Kg	45,70	1,8	82,26	658,08	1,84
Recop®	Kg	21,70	2,5 a 3,0	54,25 a 65,10	434,00 a 520,80	1,22 a 1,46
CopperCrop®	L	100,00	0,5	50,00	400,00	1,12
SoilSet®	L	125,00	1,0	125,00	1.000,00	2,80

Conclusão

- Os tratamentos: CopperCrop®, SoilSet®, CopperCrop® + Soilset® mostraram-se adequados para substituir as aplicações com calda Bordalesa nos vinhedos para controlar o míldio tardio;
- As aplicações com CopperCrop® além de apresentar resultado no controle do míldio da videira similar ao obtido com a calda Bordalesa, adiciona ao ambiente apenas 5,3% de cobre metálico em relação a este último;
- Já o produto SoilSet® também não apresentou diferenças significativas no controle do míldio em relação à calda Bordalesa, sendo uma alternativa no controle desta doença em sistemas orgânicos, tendo em vista que o mesmo apresenta registro no IBD, além de contribuir muito pouco com a adição de cobre metálico no ambiente;
- Dos produtos testados o CopperCrop® apresentou o melhor custo benefício em relação aos demais produtos comparado à calda Bordalesa;
- As formulações de hidróxido de cobre e oxiclreto de cobre também são alternativas à calda Bordalesa.

Agradecimentos

O autor agradece à Vinícola Miolo e ao agrônomo Ciro Pavan por ceder o vinhedo para os testes com os produtos;

À empresa, Alltech pela cedência dos produtos utilizados;

Ao apoio do técnico Léo Carollo e dos assistentes da Embrapa Uva e Vinho, João Sartori e Valdair Debiasi durante a execução dos ensaios.

Referências

AMBROSINI, V. G. Calagem como amenizante da toxidez de cobre em aveia preta (*Avena Strigosa*) e em videiras jovens (*Vitis* sp.). 2015. 115

p. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas). Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Agrossistemas, Florianópolis, SC, 2015.

BRUNETTO, G.; MIOTTO, A.; CERETTA, C. A.; SCHIMITT, D. E.; HEINZEN, J.; MORAES, M. P.; CANTON, L.; TIECHER, T. L.; COMIN, J. J.; GIROTTO, E. Mobility of copper and zinc fractions in fungicide-amended vineyard sandy soils. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 60, n. 5, p. 609-624, 2014.

CAMBROLLÉ, J.; GARCÍA, J. L.; FIGUEROA, M. E.; CANTOS, M. Evaluating wild grapevine tolerance to copper toxicity. **Chemosphere**, v. 120, p. 171-178, 2015.

FRY, W. E. **Principles of plant disease management**. Orlando: Academic Press, 1982. 378p.

GALET, P. **Les maladies et les parasites de la vigne**. Montpellier: Paysan du Midi, 1982. v. 2.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace elements in soil and plants**. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2011. 505 p.

KOVACIC, G. R.; LESNIK, M.; VRSIC, S. An overview of the copper situation and usage in viticulture. **Bulgarin Journal of Agricultural Science**, v. 19, n. 1, p. 50-59, 2013.

LEQUEUX, H.; HERMANS, C.; LUTTS, S.; VERBRUGGEN, N. Response to copper excess in *Arabidopsis thaliana*: impact on the root system architecture, hormone distribution, lignin accumulation and mineral profile. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 48, n. 8, p. 673-682, 2010.

MICHAUD, A. M.; CHAPPELLAZ, C.; HINSINGER, P. Copper phytotoxicity affects root elongation and iron nutrition in durum wheat (*Triticum turgidum durum* L.). **Plant and Soil**, v. 310, n. 1, p. 151-165, 2008.

NAVES, R. de L.; GARRIDO, L. da R.; FAJARDO, T. V. M. Doenças da videira causadas por fungos, vírus e bactérias. In.: MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. (Eds.). **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 187-228.

SAEG. **Sistema para Análises Estatísticas**. Versão 9.0. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes - UFV, 2006.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. Doenças fúngicas. In.: FAJARDO, T. V. M. (Ed.). **Uva para processamento: fitossanidade**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 131 p.

SÔNEGO, O. R.; GARRIDO, L. da R.; GRIGOLETTI JÚNIOR, A. **Principais doenças fúngicas da videira no sul do Brasil**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 32 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular Técnica, 56.)

SOUSA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ. 1996. 791 p.

TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B.; GENTA, W.; KISHINO, A. Y. Doenças e seu manejo. In.: KISHINO, A. Y.; CARVALHO, S. L. C. de; ROBERTO, S. R. (Eds.). **Viticultura tropical: o sistema de produção do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2007. p. 255-304.

TOSELLI, M.; BALDI, E.; MARCOLINI, G.; MALAGUTI, D.; QUARTIERI, M.; SORRENTI, G.; MARANGONI, B. Response of potted grapevines to increasing soil copper concentration. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 15, n. 1, p. 85-92, 2009.

Comunicado Técnico, 195

Embrapa Uva e Vinho
Rua Livramento, 515 - Caixa Postal 130
95701-008 Bento Gonçalves, RS
Fone: (0xx) 54 3455-8000
Fax: (0xx) 54 3451-2792
<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/>
<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



1ª edição
Publicação digitalizada (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: *César Luis Girardi*
Secretária-executiva: *Sandra de Souza Sebben*
Membros: *Adeliano Cargnin, Alexandre Hoffmann, Ana Beatriz da Costa Czermainski, Henrique Pessoa dos Santos, João Caetano Fioravanco, João Henrique Ribeiro Figueredo, Jorge Tonietto, Rochelle Martins Alvorcem e Viviane Maria Zanella Bello Fialho*

Expediente

Editoração gráfica: *Cristiane Turchet*
Normalização bibliográfica: *Rochelle Martins Alvorcem*