



## WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

### PRODUTOS BIOCOMPATÍVEIS PARA O CONTROLE DE DOENÇAS DE PLANTAS

BETTIOL, W.

Embrapa Meio Ambiente, CP 69, CEP 13820-000 Jaguariúna, SP. E-mail:  
wagner.bettiol@embrapa.br; Bolsista do CNPq.

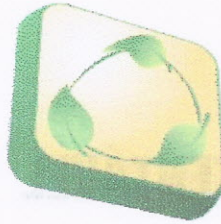
#### Introdução

A preocupação da sociedade com o impacto da agricultura no ambiente e a contaminação da cadeia alimentar com pesticidas químicos vem alterando o cenário agrícola mundial. Assim, tem aumentado as exigências de qualidade dos alimentos e muitos mercados exigem zero de resíduos de pesticidas em determinados alimentos. Dessa forma, os agricultores estão sendo obrigados a se adaptarem a essa nova tendência. Associado a esse aspecto, existe uma tendência de exigir que a produção seja realizada com base no manejo integrado dos problemas fitossanitários ou com produtos considerados biocompatíveis ou alternativos, que exibem baixa toxicidade ao ambiente e aos seres vivos.

Essas pressões tem levado ao desenvolvimento de sistemas de cultivo mais sustentáveis e, portanto, menos dependentes do uso de pesticidas químicos ou mesmo dos produtos biocompatíveis. O conceito de agricultura sustentável envolve o manejo adequado dos recursos naturais, evitando a degradação do ambiente de forma a permitir a satisfação das necessidades humanas das gerações atuais e futuras (Bird et al., 1990). Esse enfoque altera as prioridades dos sistemas convencionais de agricultura em relação ao uso de fontes não renováveis, principalmente de energia, e muda a visão sobre os níveis adequados do balanço entre a produção de alimentos e os impactos no ambiente. As alterações implicam na redução da dependência de produtos químicos e outros insumos energéticos e o maior uso de processos biológicos nos sistemas agrícolas (Bettiol & Ghini, 2003).

Essas tendências também estão alterando o foco de desenvolvimento de novos produtos para o uso agrícola pelas empresas do setor, tanto as grandes como as médio e pequeno porte. Dentre os produtos, aqueles biocompatíveis são os mais visados pelo mercado. Apesar dos agentes de biocontrole serem considerados como produtos biocompatíveis, os mesmos não serão analisados na oportunidade. Informações sobre os bioagentes são amplamente disponíveis na literatura (Bettiol et al., 2012). Também o controle físico não será discutido nesse documento, mas amplas informações sobre vapor, solarização, coletor solar, radiações, temperatura e atmosfera controladas, eliminação de comprimentos de ondas, termoterapia e outras estão disponíveis na literatura.

A seguir serão apresentados alguns dos produtos biocompatíveis utilizados para o controle de doenças de plantas.



## WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

### Leite de vaca e seus derivados para o controle de oídio

Bettiol *et al.* (1999) estudaram o efeito de leite de vaca sobre a severidade do Oídio da abobrinha em condições de alto potencial de inóculo e verificaram que o controle da doença foi superior ao fungicida padrão utilizado com aplicações de leite na concentração de 10%. Assim, os autores recomendam que o leite na concentração entre 5 e 10% seja aplicado uma vez por semana desde o aparecimento dos sintomas. Ferrandino *et al.* (2007) também demonstraram a eficiência do leite no controle de oídio da abóbora em condições de campo. O leite vem sendo utilizado em diversas partes do mundo por produtores orgânicos e convencionais para o controle de Oídio da abobrinha, abóbora, pepino, uva, alface, eucalipto, melão e quiabo entre outras. Bettiol *et al.* (1999) afirmam que o leite pode agir por mais do que um modo de ação no controle do Oídio. Pode ter ação direta sobre o patógeno devido às sua propriedade germicidas; agir devido à presença de sais; induzir a resistência do hospedeiro ou ainda estimular potenciais antagonistas existentes na superfície foliar. Medeiros *et al.* (2012) discutem a eficiência de diversos tipos e frações do leite, bem como os organismos por ele estimulados na superfície da folha de abobrinha no controle do oídio.

Bettiol *et al.* (2008) demonstraram que o soro de leite também apresenta potencial para o controle de oídio. Entretanto, os autores discutem que há necessidade de se conhecer adequadamente a concentração de sais do soro de leite, pois poderão ocorrer problemas de fitotoxicidade.

Recentemente foi lançado no mercado mundial um produto à base da enzima extraída do leite (lacto-peroxidase) mais sais de potássio, denominado Enzicur®, especificamente para o controle do oídio em várias culturas (<http://www.koppert.com/diseases/overview/products/detail/enzicur-1/>). Esse fato demonstra a possibilidade de se obter produtos originários desse alimento para diversas funções no controle de problemas fitossanitários.

### Sais para o controle de oídio e doenças em pós-colheita

Bicarbonato de sódio inibe a germinação de conídios, reduz o número de conídios formados nos conidióforos, causa ruptura da parede celular dos conídios e anomalias morfológicas nos conídios, inibe a formação de conidióforos, bem como controla a elongação das hifas de *Sphaerotheca fuliginea*. Agindo por esses mecanismos, o bicarbonato foi efetivo no controle do oídio do pepino (Homma *et al.* 1981). Também outros bicarbonatos são efetivos para o controle de oídio. Bicarbonato de potássio foi ainda efetivo no controle de *Sphaerotheca fuliginea*, do pepino e da abobrinha (Ziv & Zitter 1992). O bicarbonato de sódio tem sido demonstrado como efetivo no controle de Oídio de diversas culturas, pois apresenta efeito direto sobre o patógeno. Os bicarbonatos de sódio e de potássio são compatíveis com óleo (SunSpray Oil) para o controle de Oídio, sendo que a mistura dos produtos é mais efetiva no controle da doença do que a sua aplicação individual. Acredita-se que a maior efetividade da mistura seja devida tanto ao efeito dos produtos individualmente, como à maior fixação do bicarbonato pelo óleo (Ziv & Zitter 1992).



## WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

Outros sais têm se mostrados efetivos no controle de diversos fungos causadores de oídio: polifosfato de sódio e o monofosfato de potássio, quando aplicados semanalmente, foram efetivos em reduzir a incidência do oídio do tomateiro, causado por *Erisiphe* sp. (Garibaldi et al., 1994); monofosfato de potássio ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) a 1% reduziram em 50% a infecção de *Sphaerotheca fusca* da abobrinha (Titone et al., 1998);  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  controlou o oídio da roseira (Pasini et al., 1997). Franco & Bettiol (2002) demonstraram a eficiência de bicarbonato de sódio, carbonato de sódio, metabissulfito de sódio e suas misturas no controle de *Penicillium digitatum* em laranja. Palou et al. (2002) verificaram a eficiência de bicarbonato e carbonato de sódio em pós-colheita.

O bicarbonato não apresenta problemas de contaminação, tem baixo custo e é utilizado como alimento, portanto sem restrições de uso. O produto Kaligreen<sup>®</sup>, à base de bicarbonato de potássio, é registrado como fungicida para o controle de oídios ([www.agricultura.gov.br](http://www.agricultura.gov.br), na seção Agrofít).

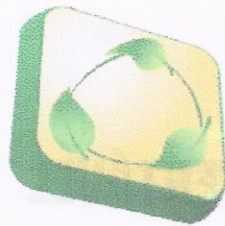
Reuveni & Reuveni (1995) e Reuveni et al. (1995/1997) observaram que  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  e  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  + KOH inibiram o desenvolvimento de Oídio nas inflorescências, flores, frutos e folhas de uva, manga e nectarina, e em pepino cultivado em casa de vegetação. Reuveni et al. (1997) observaram que a eficiência desses sais é diretamente proporcional à frequência de aplicação, sendo que com sete dias de intervalo a eficiência foi superior do que com 14 dias.

### **Silício para o controle de oídio e outras doenças**

O Silício (Si) é o segundo elemento mais abundante na terra após o oxigênio e um importante constituinte variando de 0,1 a 10% da massa seca das plantas. Esse elemento pode contribuir de forma significativa para a saúde das plantas, sendo que diversos autores discutem o efeito do silício solúvel no manejo de doenças. Bélanger et al. (1995) discute o efeito desse produto sobre Oídios. Bélanger et al. (1998) estimam que cerca de 60% dos produtores de pepino e 30% dos de rosa da Europa usam regularmente silício nessas culturas para o controle da doença. Menzies et al. (1991) verificaram que com o aumento na concentração de silício na solução nutritiva, onde plantas de pepino foram desenvolvidas, ocorreu acentuada redução no número de colônias de Oídio por folha e na porcentagem de área foliar coberta pelo patógeno, também ocorreu redução na germinação dos conídios coletados de folhas inoculadas que se desenvolveram na presença de silício. A eficiência de diversas fontes de silício para o controle de oídios de cucurbitáceas, ferrugens da soja e do cafeeiro, antracnose e brusone do arroz é amplamente discutida na literatura.

### **Extratos de plantas e de fungos e óleos**

O uso de extratos de plantas e de fungos e óleos fixos no controle de fitopatógenos vem sendo amplamente estudado, mas com poucos resultados práticos. Um dos motivos é a dificuldade em se obter os tecidos vegetais a serem processados e também ao preparo propriamente dito, pois existe o hábito de se adquirir o produto pronto. Além disso, dependendo da preparação a eficiência é



## WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

completamente alterada. Entretanto, sucesso, inclusive comercial, vem sendo obtido. Um dos exemplos de uso comercial de extratos de plantas é o produto comercial Milsana<sup>®</sup>, obtido de folhas de *Reynoutria sachalinensis*. Daayf et al. (1995) observaram que Milsana<sup>®</sup> controlou o Oídio de pepino de forma semelhante ao fungicida. O efeito do extrato no controle da doença está aparentemente relacionado com o aumento de compostos fenólicos nas folhas, isto é, com a indução de resistência em pepino. Dentre os óleos utilizados destacam-se os de Nim (*Azadirachta indica*) e os de melaleuca. Stadnik & Bettiol (2007) demonstraram que extratos do fungo *Oudemansiella canarii* foram ativos no controle de oídio do pepino. Em relação aos óleos, diversos autores demonstraram a sua eficiência em pós-colheita no controle do patógeno, mas nas concentrações efetivas ocorrem problemas de fitotoxicidade. A utilização desses produtos vai depender, principalmente, da disponibilização desses produtos no mercado, sendo que diversas empresas trabalham no desenvolvimento desses produtos.

### **Matéria orgânica na indução da supressividade a patógenos habitantes do solo**

O fenômeno de alguns solos ou substratos prevenirem naturalmente o estabelecimento de patógenos ou inibirem as suas atividades patogênicas é denominado supressividade e os solos com essas características, denominados solos supressivos, opostos de solos conducentes. Há relatos de solos supressivos para *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Sclerotium*, *Sclerotinia*, *Phytophthora*, *Verticillium*, *Gaeumannomyces* e outros. O efeito da incorporação de resíduos orgânicos na indução da supressividade do solo ou de substrato é bem relatado e pode ocorrer pelo estímulo da atividade da biota, pelo aumento da comunidade de agentes de biocontrole, pelos compostos liberados durante a decomposição da matéria orgânica ou pela composição do próprio resíduo orgânico. A estratégia de incorporar resíduos orgânicos vem recebendo atenção especial, pois é uma alternativa viável para reduzir o uso de fungicidas na agricultura e para uma adequada disposição dos resíduos.

Lazarovits et al. (2009) e Bettiol et al. (2009) discutem os modos de ação dos resíduos sobre os patógenos, bem como apresentam diversos exemplos de sucesso com o uso de emulsão de peixe, hidrolisado de peixe, chorume de porco, composto de lodo de esgoto, cama de frango, casca de camarão e outros.

### **Outros produtos**

Diversos outros produtos biocompatíveis são utilizados e estudados no controle de doenças de plantas, como por exemplo: alguns tipos de rocha, argilas, biofertilizantes, chá de composto, taninos e fosfitos entre outros.

### **Considerações finais**

Vários fatores contribuem para a adoção limitada dos produtos biocompatíveis, sendo o principal relacionado à cultura dos agricultores, que utilizam quase que exclusivamente agrotóxicos devido à



## WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

facilidade de uso e à eficiência desses produtos químicos. Outros fatores incluem a formação dos técnicos de assistência técnica e extensão rural voltada à recomendação de agrotóxicos para a solução dos problemas fitossanitários; e o papel das indústrias de agrotóxicos na assistência técnica aos produtores. Uma considerável responsabilidade para a adoção limitada de técnicas alternativas para o controle de problemas fitossanitários está associada às instituições de pesquisas e aos órgãos de fomento. Há necessidade de aumentar o número de profissionais e fornecer recursos, para que a Fitopatologia possa dar maior contribuição à sustentabilidade ambiental e social da agricultura brasileira. Há também necessidade de se estabelecer formas eficientes para que o conhecimento sobre as técnicas alternativas seja socializado e passe a ser utilizado pelos agricultores.

Uma das dificuldades para ampliar o uso de métodos alternativos é que normalmente esses produtos não são disponíveis no mercado, exigindo que o produtor prepare o seu próprio material a ser pulverizado. O desenvolvimento e a seleção de produtos alternativos é fundamental para a redução da contaminação causada pelos pesticidas. Assim, os produtos biocompatíveis, de baixo impacto ambiental e toxicidade aos organismos colaborarão para o caminho da sustentabilidade dos agroecossistemas. Se ocorrer um investimento intenso no desenvolvimento desses produtos, em curto espaço de tempo eles ocuparão uma importante porcentagem do mercado de produtos utilizados no controle dos problemas fitossanitários. Esse investimento foi iniciado, pois é uma exigência da sociedade.

### Referências bibliográficas

BÉLANGER, R.R.; BOWEN, P.A.; EHRET, D.L.; MENZIES, J.G. Soluble silicon. Its role in crop and disease management of greenhouse crops. **Plant Disease**, 79: 329-336, 1995.

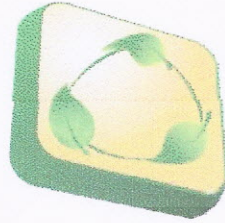
BÉLANGER, R.R.; Dik, A.J.; MENZIES, J.G. Powdery Mildews: Recent Advances Toward Integrated Control. In: Boland, GJ; KUYKENDALL, LD. (eds). **Plant microbe interactions in biological control**. New York: Marcel Dekker, 1998. p. 89-109, 1998.

BETTIOL, W.; GHINI, R. Proteção de plantas em sistemas agrícolas alternativos. In: Campanhola, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, p. 80-96, 2003.

BETTIOL, W.; ASTIARRAGA, B.D.; LUIZ, A.J.B. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. **Crop Protection**, 18: 489-492, 1999.

BETTIOL, W.; SILVA, H.S.A.; REIS, R.C. Effectiveness of whey against zucchini squash and cucumber powdery mildew. **Scientia Horticulturae**, 117: 82-84, 2008.

BETTIOL, W.; GHINI, R.; MARIANO, R.M.L.; MICHHEREFF, S.J.; MATTOS, L.P.V.; ALVARADO, I.C.M.; PINTO, Z.V. Supressividade a fitopatógenos habitantes do solo. In: Bettiol,



**WORKSHOP  
INSUMOS PARA  
AGRICULTURA SUSTENTÁVEL**

REUVENI, M.; AGAPOV, V.; REUVENI, R. Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. **Plant Pathology**, 44: 31-39, 1995.

REUVENI, M.; AGAPOV, V.; REUVENI, R. Controlling powdery mildew caused by *Sphaerotheca fuliginea* in cucumber by foliar sprays of phosphate and potassium salts. **Crop Protection**, 15: 49-53, 1997.

REUVENI, M.; AGAPOV, V.; REUVENI, R. A foliar spray of micronutrient solutions induces local and systemic protection against powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in cucumber plants. **European Journal of Plant Pathology**, 102: 581-588, 1997.

STADNIK, M.J.; BETTIOL, W. Association between lipoxygenase and peroxidase and peroxidase-activity and systemic protection of cucumber plants against *Podosphaera xanthii* induced by *Oudemansiella canarii* extracts. **Journal of Plant Disease and Protection**, 114: 9-13, 2007.

ZIV, O.; ZITTER, T. Effects of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. **Plant Disease**, 76: 513-517, 1992.