

### Construindo o controle com o manejo da resistência do fungo e a indução da resistência na planta.

A cada safra fica mais evidente a necessidade de trabalharmos de forma conjunta todas as estratégias de controle de doenças. Conhecer o modo e mecanismo de ação do fungicida a ser aplicado (plano de tratamento), como aplicar (tecnologia de aplicação) e quando aplicar (momento e intervalo) se tornam uma premissa básica, porque ambos convergem, para o aumento no controle das doenças. Entretanto, somente isto não basta! O manejo da resistência através da utilização de fungicidas protetores (multi-sítios) e a indução de resistência se tornam imperativos. Assim, dessa forma, podemos potencializar o controle químico com fungicidas e elevar a eficiência no controle das doenças. Todavia, quando utilizamos essas novas ferramentas, de forma integrada ao controle químico, os benefícios são visíveis: a- maior eficiência no controle das doenças, b- menor desfolha; c- redução da maturação forçada; d- maior peso de mil sementes (PMS); e- maior rendimento de grãos. (Figura 1 e Figura 5).

### Resistência do fungo *P. pachyrhizi* aos fungicidas

A ferrugem asiática, na cultura da soja, foi detectada no Brasil na safra 2001/02 e na safra seguinte teve início o seu controle com fungicidas. Pesquisas conduzidas em campos experimentais e em laboratório confirmaram a redução da sensibilidade de linhagens do fungo aos fungicidas triazóis na safra 2005/06. Mais tarde, na safra 2012/13, foi detectada a redução da sensibilidade do fungo também para as estrobilurinas, nas mesmas condições, lavouras, campos experimentais e em laboratório. Mais recentemente, na safra 2016/17, também foi confirmado (consórcio anti-ferrugem) a redução da sensibilidade de linhagens do fungo aos fungicidas carboxamidas. Contudo, a ferrugem asiática se tornou, em poucos anos, a única doença no mundo resistente á três modos de ação específicos caracterizando uma resistência múltipla e cruzada. Esse processo de perda de eficiência devido á resistência do fungo ao fungicida é irreversível e a cada nova safra aumenta-se o nível de resistência e diminui-se o nível de controle com os mecanismos de ação já resistentes. (Figura 2)

### Um controle mais complexo

A situação é gravíssima. Hoje não se trata mais de evitar o desenvolvimento da resistência, mas sim de recuperar a eficiência de controle. Para tanto, a melhor estratégia é a construção do controle, ou seja, edificar a eficiência com a utilização de varias ferramentas , utilizando-as de forma conjuntas e inter-relacionadas (Figura 1). Dada à resistência de *P. pachyrhizi* aos triazóis, estrobilurinas, e carboxamidas como mencionado anteriormente, os fungicidas multi-sítios se tornaram importante ferramenta para o manejo da ferrugem asiática. Estes geralmente são utilizados em mistura de tanque aos fungicidas tradicionais. Outra possibilidade, para o manejo da resistência das doenças é a combinação dos multi-sítios com compostos indutores de resistência na planta e ou produtos sanitizantes (anti-esporulantes) (Figura 3). Ocorrendo através dessa associação de ferramentas uma potencialização do controle e sobre tudo, uma desfolha menor.

Figura 1



Figura 2



Figura 3

Ferramentas de proteção CABEDA

FUNGICIDAS SÍLIO ESPECÍFICO	FUNGICIDAS MULTI-SÍLIO	INDUTOR DE RESISTÊNCIA	SANITIZANTES
Fungo	Fungo	Planta	Fungo
Penetrantes & Móveis	Contato & Imóveis	Penetrantes & Móveis	Contato & Imóveis
Triazóis Estrobilurinas Carboxamidas Morfolinas	ORGÂNICOS Mancozeb Clortalonil INORGÂNICOS Oxicloreto de Cu Óxido Cuproso Carbonato de Cu Sulfato de Cu Hidróxido de Cu	Fosfitos Ac. Salicílico Aminoácidos Terpeno Silício Polifenóis	Ácido Peracético Amônia Quaternária Extrato de Bigalina Tensaclor





## O cálcio na resistência física da planta

O cálcio é um elemento químico essencial para as plantas, uma vez que o cálcio divalente ( $\text{Ca}^{+2}$ ) é requerido para as funções estruturais na parede celular e na membrana plasmática. Desde o Século XIX, esse nutriente tem sido apreciado como um ligante crucial na determinação da rigidez da parede celular vegetal e além do mais tem sido reconhecido como o segundo mais importante mensageiro. Até 90% do total de Ca está localizado na parede celular, ou mais especificamente na lamela média, onde é o “cimento” que une as células, constituindo uma barreira física contra o ataque de patógenos. O teor de cálcio no tecido das plantas afeta a incidência das doenças de duas maneiras. Primeira: o cálcio é essencial para a estabilidade das biomembranas – quando seu nível é baixo, há aumento do efluxo de compostos de baixo peso molecular do citoplasma para o apoplasto. Segunda: os poligalacturonatos de cálcio são requeridos na lamela média para a estabilidade da parede celular.

Muitos fungos parasíticos e bactérias invadem o tecido vegetal através da produção extracelular de enzimas pectolíticas como a poligalacturonase, que dissolve a lamela média. A atividade desta enzima é inibida pelo cálcio. Existem duas áreas distintas na parede celular com altas concentrações do elemento cálcio, a lamela média e na extensão superficial da membrana plasmática. Esse elemento mineral também atua no fortalecimento da parede celular a partir da formação de ligações cruzadas entre ácidos pécnicos e polissacarídeos (Mota et al., 2002). Essas ligações estabilizam a estrutura da parede e da membrana celular por meio da formação de uma rede de pectina envolvendo pontes de cálcio dos grupos carboxílicos ( $\text{COO}^-$ ) não esterificados (Figura 7), o que dificulta o acesso e, ou, interfere na atividade de enzimas hidrolíticas, como a pectinametilesterase (Werner et al., 2009), que irá influenciar na resistência á patógenos. (Manganaris et al., 2007).

## Glifosato (rota do ácido chiquímico) e sua importância na defesa das plantas.

Segundo Yamada (2004), a eficiência do glifosato como excelente herbicida advém, em grande parte, da sua capacidade em comprometer a habilidade das plantas na sua auto-defesa contra os patógenos. O glifosato bloqueia a rota do ácido chiquímico e as conseqüências deste bloqueio na síntese de metabólitos secundários de importância vital para as plantas. Como se sabe, a fenilalanina, a tirosina e o triptofano são os três aminoácidos cuja síntese é inibida pela ação do glifosato. ( Figura 8, Figura 9 e Figura 10)

De acordo Calmak (2007), o uso rotineiro de glifosato em sistemas agrícolas causa consideráveis efeitos colaterais que afetam o desenvolvimento e a nutrição mineral das plantas, refletindo em:

- reduções no crescimento e na produtividade das culturas;
- aumento no uso de inseticidas e fungicidas;
- inibição da fixação biológica de nitrogênio;
- aumento no uso de fertilizantes foliares com micronutrientes; e
- sintomas de deficiências de micronutrientes.

Figura 7



Figura 8



Figura 9

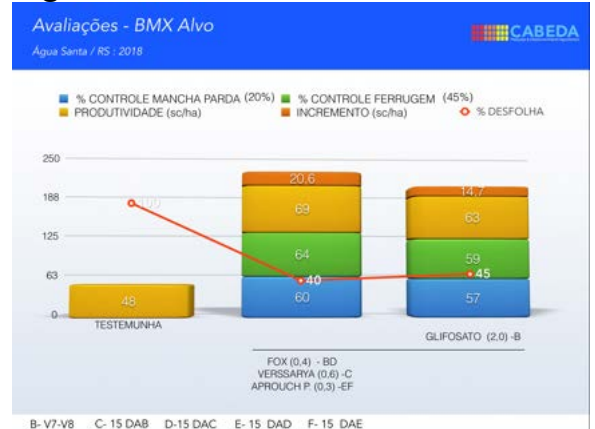
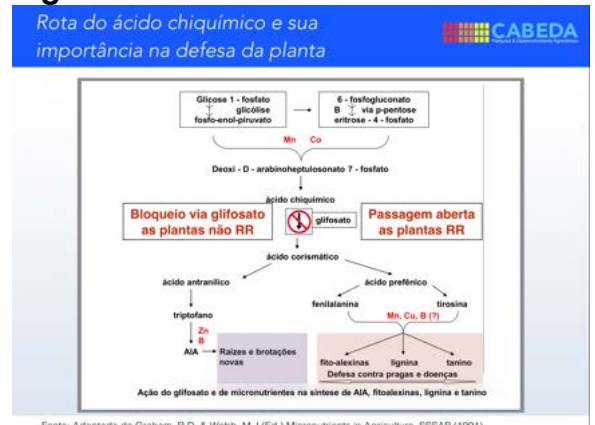


Figura 10



Fonte: Adaptada de Graham, R.D. & Webb, M.J.(Ed.) Micronutrients in Agriculture, SSSAP (1991)

