

Informação que gera produtividade! • www.revistacultivar.com.br

Cultivar

Caderno Técnico

SOJA



Estrobilurinas no controle

Fungicidas desse grupo químico são ferramentas indispensáveis no manejo da ferrugem da soja e mancha-alvo; devem ser usados, conforme recomendações, em conjunto com os demais



Estrobilurinas no controle

Fungicidas desse grupo químico são ferramentas indispensáveis no manejo da ferrugem da soja e da mancha-alvo; devem ser usados, conforme recomendações, em conjunto com os demais

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é protagonista no agronegócio brasileiro. Com área cultivada superior a 40 milhões de hectares e uma produção de 122 milhões de toneladas (Conab, 2022), é cada vez maior a atenção para a sanidade das lavouras de soja e crescente o nível de investimento visando proteger seu potencial produtivo.

Quando se fala em doenças que acometem a cultura, o primeiro pensamento que vem à tona é o prejuízo que pode resultar da sua presença na lavoura. Sabe-se que a capacidade em reduzir produtividade é variável conforme o patógeno, e a ferrugem-asiática da soja, causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi*, figura entre as doenças mais severas. Em função de sua fácil disseminação com o vento, pode ser encontrada em todas as regiões produtoras de soja do País (Nepomuceno *et al.*, 2021) com danos que chegam a 90% (Yorinori *et al.*, 2005).

Com tamanha facilidade de disseminação, não é surpresa que grande preocupação técnica seja direcionada à ferrugem. Entretanto, é crescente a importância de doenças como a mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) e o crestamento foliar de cercospora (CFC) causado por fungos do gênero *Cercospora*. Alguns fatores contribuem para esse notório aumento, uma vez que podem ser transmitidos por semente, sobreviver em restos culturais e, em alguns casos, como para a *Corynespora cassiicola*, ser patogênicos a culturas que fazem parte do sistema de produção – o algodão.

Neste cenário de ameaça à produtividade, várias medidas, como vazios sanitários, escolha da cultivar considerando ciclo/suscetibilidade a doenças e rotação de culturas, são rotina nas tomadas de decisão. Além dessas estratégias, tendo ciência do risco que as doenças representam à rentabilidade, a escolha do fungicida a ser empregado faz toda a diferença no sucesso da lavoura.

Fungicidas que atuam em uma única enzima ou ponto específico da via metabólica dos patógenos são os denominados sítio-específicos. Dentre os disponíveis no mercado para o controle de doenças foliares da soja, os principais mecanismos de ação (MOA) são: inibidores da desmetilação (IDM-triazóis), inibidores da succi-

nato desidrogenase (ISDH-carboxamidas) e inibidores da quinona externa (IQe-estrobilurinas). As estrobilurinas interferem na respiração mitocondrial, afetando principalmente a germinação de esporos e o crescimento de hifas (Bartlett *et al.*, 2002). Independentemente da cultura hospedeira ou do patógeno em questão, o uso frequente e em larga escala de fungicidas com um único MOA pode acarretar gradual ou abrupto desenvolvimento de patógenos resistentes, já que uma única mutação no patógeno ou mesmo uma simples adaptação metabólica pode resultar em queda significativa na eficácia do fungicida. Observando o histórico da ferrugem-asiática e da mancha-alvo no Brasil, podemos facilmente notar uma mudança gradual na efetividade dos fungicidas adotados para seu controle devido à presença de indivíduos com mutações que acabaram por reduzir a efetividade de alguns ingredientes ativos.

Uma vez que são poucos os MOA disponíveis para controlar as doenças da soja, ainda que a maioria dos produtos comerciais combinem dois ou três ingredientes ativos, é de enorme importância o entendimento da efetividade de cada ativo dentro de um MOA.

Assim, o presente trabalho teve por objetivo avaliar, em condições de campo, a eficácia de diferentes ingredientes ativos: azoxistrobina (IQe), piraclostrobina (IQe), trifloxistrobina (IQe), picoxistrobina (IQe),

benzovindiflupir (ISDH), fluxapiroxade (ISDH), bixafem (ISDH) e protioconazol (IDM) no controle de ferrugem-asiática, mancha-alvo e crestamento foliar de cercospora.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram instalados 26 experimentos na safra 2021/2022, conduzidos por pesquisadores da Corteva Agriscience e de outras instituições (Tabela 1). O delineamento experimental foi de blocos casualizados com quatro repetições, sendo cada repetição constituída de parcelas com, no mínimo, quatro linhas de cinco metros. As avaliações foram definidas em protocolo único – permitindo sumarização conjunta dos experimentos. Os tratamentos contemplam diferentes ingredientes ativos do grupo das estrobilurinas (IQe) e carboxamidas (ISDH), e um inibidor da desmetilação (IDM-protioconazol) como referência. Os tratamentos e as respectivas dosagens aplicadas estão listados na Tabela 2. A época de semeadura de cada experimento se deu considerando o momento principal de ocorrência da doença-alvo e por região: plantios do cedo para os estudos onde manchas foliares (*Cercospora* spp e *Corynespora cassiicola*) eram o alvo e plantios tardios onde o alvo era a ferrugem-asiática. Cultivares sensíveis foram selecionadas conforme o alvo.

Foram incluídos na análise conjunta os experimentos cujas testemunhas apresen-



Observando o histórico da mancha-alvo no Brasil, podemos facilmente notar uma mudança gradual na efetividade dos fungicidas adotados para seu controle

Tabela 1 - Instituição, localidade, doença avaliada e severidade observada nos tratamentos sem aplicação de fungicida (testemunha) de cada experimento

| Instituição | Cidade/Estado | Doença | Severidade na testemunha (%) |
|---|-----------------------|-------------|------------------------------|
| Instituto Phytus | Itaara-RS | Ferrugem | 39% |
| EMBRAPA | Londrina-PR | Ferrugem | 84% |
| Corteva | Ponta Grossa-PR | Ferrugem | 85% |
| Corteva | Mogi Mirim-SP | Ferrugem | 70% |
| Corteva | Bandeirantes-MS | Ferrugem | 45% |
| Corteva | Sinop-MT | Ferrugem | 91% |
| Corteva | Diamantino-MT | Ferrugem | 74% |
| Corteva | Primavera do Leste-MT | Ferrugem | 63% |
| Corteva | Luis E. Magalhães-BA | Ferrugem | 87% |
| Corteva | Rio Verde-GO | Ferrugem | 71% |
| Corteva | Indianópolis-MG | Ferrugem | 77% |
| Severidade média da Testemunha sem aplicação fungicida – 11 ensaios | | | 71% |
| UPF | Passo Fundo-RS | Cercospora | 22% |
| Instituto Planta | Coxilha-RS | Cercospora | 20% |
| Corteva | Tibagi-PR | Cercospora | 30% |
| Corteva | Mogi Mirim-SP | Cercospora | 18% |
| Corteva | Chapadão do Sul-MS | Cercospora | 33% |
| Corteva | Diamantino-MT | Cercospora | 36% |
| Corteva | Primavera do Leste-MT | Cercospora | 26% |
| AgroCarregal | Rio Verde-GO | Cercospora | 84% |
| Instituto Phytus | Brasília-DF | Cercospora | 56% |
| Corteva | Brasília-DF | Cercospora | 19% |
| Severidade média da Testemunha sem aplicação fungicida – 10 ensaios | | | 34% |
| Corteva | Mogi Mirim-SP | Mancha-Alvo | 35% |
| Corteva | Chapadão do Sul-MS | Mancha-Alvo | 15% |
| Corteva | Sinop-MT | Mancha-Alvo | 34% |
| Corteva | Primavera do Leste-MT | Mancha-Alvo | 34% |
| Proteplan | Sorriso-MT | Mancha-Alvo | 54% |
| Severidade média da Testemunha sem aplicação fungicida – 5 ensaios | | | 34% |

Tabela 2 - Tratamentos

| TRT # | Legenda | Ingrediente Ativo (i.a) | Conc. (g ai/L) | Dose (g ai/ha) |
|-------|-----------------------|-------------------------|----------------|----------------|
| 1 | Testemunha | - | - | - |
| 2 | Azoxy ² | Azoxistrobina | 250 | 80 |
| 3 | Pyra ³ | Piraclostrobina | 250 | 90 |
| 4 | Onmira ² | Picoxistrobina | 250 | 60 |
| 5 | Trifloxy ¹ | Trifloxistrobina | 500 | 70 |
| 6 | Benzo ² | Benzovindiflupir | 100 | 30 |
| 7 | Fluxa ³ | Fluxapiroxade | 300 | 50 |
| 8 | Bixafen ¹ | Bixafen | 125 | 60 |
| 9 | Prothio ¹ | Prothioconazol | 250 | 70 |

1 – Adicionado éster metílico de óleo de soja (720g/L) na dose de 0,25% v/v; 2 – Adicionado alquil éster fosfatado (752 g/L) na dose de 250 mL/ha; 3 – Adicionado óleo mineral (756 g/L) na dose de 500 mL/ha.

taram severidade acima de 15% de *Cercospora* spp., 15% de *Corynespora cassicola* e 39% de *Phakopsora pachyrhizi*. Os dados de controle estão expressos em porcentagem.

As aplicações iniciaram-se no pré-fechamento das linhas, aos 45 dias (\pm cinco dias). O intervalo entre as aplicações foi de 14 dias (\pm dois dias), totalizando quatro aplicações (com RET). Para a aplicação dos produtos foram utilizados costal pressurizado a CO₂ e volume de aplicação de 150L/ha. Para a análise estatística conjunta foram utilizados os dados brutos das avaliações de severidade submetidos à análise de variância e as comparações das médias foram realizadas pelo Teste de Tukey (1953). Para a elaboração dos gráficos foram utilizados os dados de controle (Abbott, 1925), calculados com base nas avaliações da severidade de doença estimadas com o auxílio de escalas diagramáticas para mancha-alvo (Soares *et al.*, 2009), crestamento foliar de cercospora (Martins *et al.*, 2004) e ferrugem-asiática (Godoy *et al.*, 2006). Para o cálculo do controle de cercosporiose, foram consideradas as avaliações realizadas entre os estádios fenológicos R5 e R6 (Fehr; Caviness, 1977), e para a mancha-alvo e a ferrugem-asiática, considerada a Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) (Campbell & Madden, 1990).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de controle para a ferrugem-asiática da soja são apresentados na Figura 1. Nota-se que dentre os ativos analisados, mais alto nível de controle foi alcançado pelo protioconazol (60%), seguido por Onmira (51,1%), fluxapiroxade (46,7%), benzovindiflupir (45,3%) e trifloxistrobina (45,2%), bixafen (37,4%), piraclostrobina (31,2%) e azoxistrobina (29,5%).

Percebe-se que dentre as estrobilurinas, os ativos fungicidas Onmira e trifloxistrobina apresentaram eficácia



significativamente superior no controle da ferrugem-da-soja quando comparadas a piraclostrobina e azoxistrobina, consequência da predominância de indivíduos com a mutação F129L nas populações do agente causal, *Phakopsora pachyrhizi*. A mutação F129L foi reportada pela primeira vez na safra 2014/15 em todas as regiões produtoras de soja do Brasil em baixas e altas frequências, variando de 0% a 100% (Klosowski *et al.*, 2016a).

A Corteva, dentro do seu programa de monitoramento interno, verificou estabilidade da presença e frequência da mutação F129L desde a safra de 2014/15 (Figura 2), corroborando com os resultados de Klosowski *et al.*, 2016b, que demonstrou baixo custo adaptativo desses mutantes. É fato também que as estrobilurinas foram impactadas diferentemente pela mutação F129L, que afetou todo o grupo das estrobilurinas (IQe), onde Onmira (picoxistrobina – 51% de controle) se apresenta como a menos afetada e com a melhor eficácia no controle da atual população do fungo que causa a ferrugem-da-soja, seguida pela trifloxistrobina (45% de controle) (Figura 2).

Já a piraclostrobina (31% de controle) e a azoxistrobina (29% de controle) foram as mais afetadas pela mutação F129L, como se observa desde a safra 2014/15 (Figura 2). Resultados semelhantes foram vistos nos ensaios de rede, cujos dados são anualmente publicados nas circulares técnicas ds Embrapa (Figura 3) (Godoy *et al.*, 2022),

Figura 1 - % de Controle da ferrugem da soja (*Phakopsora pachyrhizi*) safra 2021/2022. Valores de controle de 11 ensaios distribuídos nos estados de RS, PR, SP, MT, MS e GO (% em relação à Testemunha sem aplicação fungicida = 71%). A severidade da doença em cada ensaio é apresentada na Tabela 1

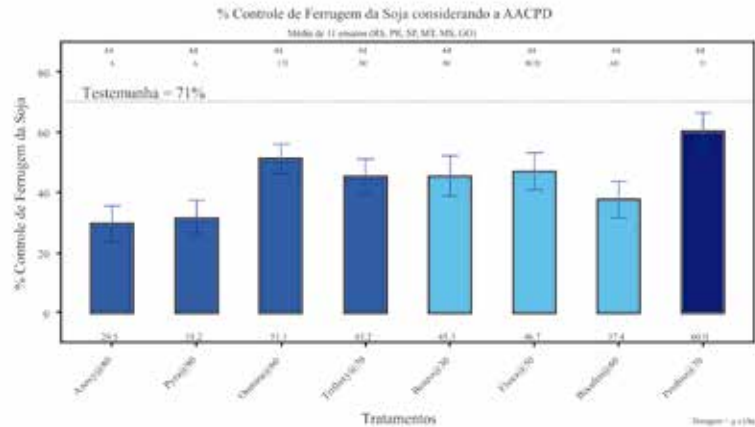


Figura 2 - % de Controle da ferrugem da soja para as estrobilurinas (IQe) aplicadas isoladas e frequência (%) da população da *Phakopsora pachyrhizi* com a presença da mutação F129L. Entre parêntesis e com asterisco, o número de populações analisadas

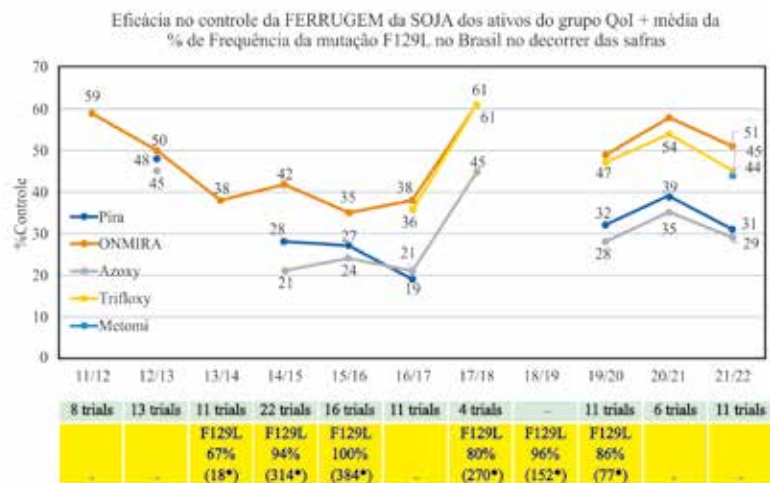
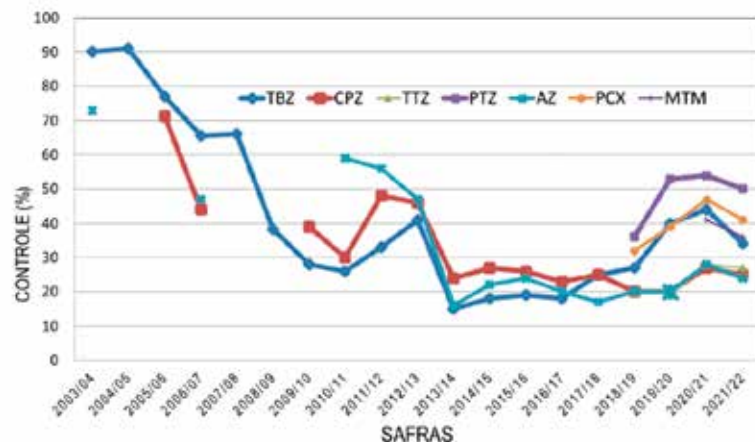


Figura 3 - Média da porcentagem de controle da ferrugem da soja com os fungicidas tebuconazol (TBZ), ciproconazol (CPZ), tetraconazol (TTZ), prothioconazol (PTZ), azoxistrobina (AZ), picoxistrobina (PCZ) e metominostrobin (MTM) nos experimentos cooperativos da safra 2003/2004 a 2021/2022, em diferentes regiões produtoras de soja no Brasil (Godoy *et al.*, 2022)



12 dias após 4º Aplicação. Rio Verde/GO

Fotos Danilo Ferezin



14 dias após 4º Aplicação. Ponta Grossa/PR

Fotos Guilherme Hüller



14 dias após 4º Aplicação. Mogi Mirim/SP

Fotos Jaqueline B. de Campos



onde Onmira (picoxistrobina), de maneira consistente, se mostra superior às demais estrobilurinas ao longo das últimas safras. Dentre as carboxamidas (ISDH) analisadas, benzovindiflupir (45%) e fluxapiróxade (46%) apresentaram controles similares para ferrugem-da-soja, com níveis de controle próximos da estrobilurina (IQe) de melhor performance (Onmira- 51%).

Quando comparados, os dados do presente artigo e os publicados na circular técnica da Embrapa (Godoy *et al.*, 2022) (Figura 3) referente aos ensaios de monitoramento, fica claro que o nível de controle dos ativos isolados de maior eficácia vem se mantendo constante ao longo das últimas safras, sendo eles: protioconazol e Onmira (picoxistrobina).

Os dados de controle para a mancha-alvo estão apresentados na Figura 4. Para a mancha-alvo da soja, os fungicidas que apresentaram controles similares e superiores foram o protioconazol (IDM_46%), fluxapiróxade (ISDH- 44%), trifloxistrobina e Onmira (IQe- 41% e 40%, respectivamente) (Figura 4).

Estão no site do Frac os comunicados

referentes à detecção das mutações no fungo causador da mancha-alvo (*C. cassiicola*) que afetaram a eficácia dos fungicidas do grupo químico das carboxamidas (ISDH – B-H278Y e C-N75S) e das estrobilurinas (IQe – G143A). Apesar dessas mutações estarem presentes e amplamente distribuídas, ambos os grupos químicos (ISDH e IQe) apresentaram eficácia satisfatória de controle da mancha-alvo da soja quando comparados ao protioconazol (IDM), que tem sido considerado o mais eficaz no controle dessa doença atualmente.

Os dados de controle para CFC (*Cercospora* spp.) estão apresentados na Figura 5. Para a cercospora da soja, novamente o fungicida que apresentou controle superior foi o protioconazol (IDM - 56%). Entre as carboxamidas, os fungicidas que apresentaram controles similares e superiores foram o fluxapiraxade e o bixafem (ISDH- 52% e 51%, respectivamente) e entre as estrobilurinas foram a piraclostrobina e a Onmira (IQe- 50% e 48%, respectivamente) (Figura 5).

Recentemente foram publicados resultados de estudos em placas de Petri (in vitro), onde avaliou-se a inibição do crescimento micelial de *Cercospora* spp. (Sautua *et al.*, 2020; Mello *et al.*, 2021). Esses dados de inibição do crescimento micelial indicaram que o grupo químico das estrobilurinas (IQe) não apresentava boa efetividade no controle de diferentes espécies de *Cercospora*, porém, os resultados apresentados na Figura 5 demonstram eficácia mediana para os três grupos químicos analisados (IDM, ISDH e IQe) no controle do CFC.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, fica evidente o papel das estrobilurinas (IQe) como ferramenta indispensável no controle da ferrugem-da-soja e da mancha-alvo tanto quanto os

Figura 4 - % de Controle da mancha-alvo (*Corynespora cassiicola*) da soja, safra 2021/2022. Valores de controle de 5 ensaios distribuídos nos estados de SP, MS e MT (% em relação à Testemunha sem aplicação fungicida = 34%). A severidade da doença em cada ensaio é apresentada na Tabela 1

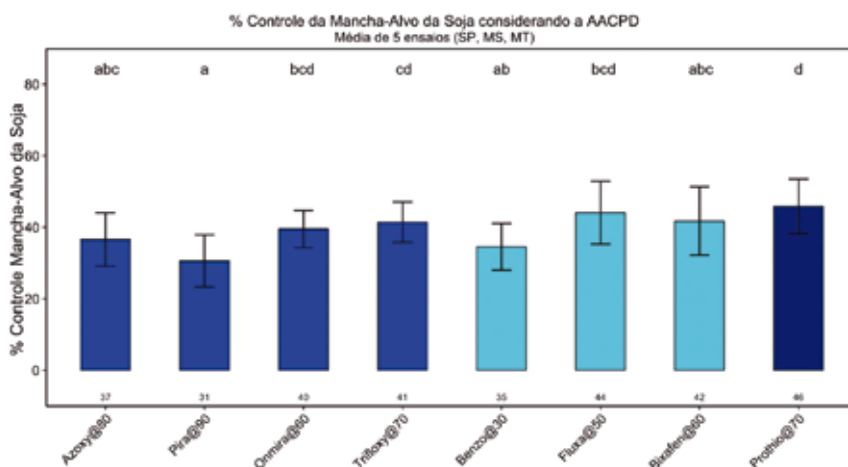
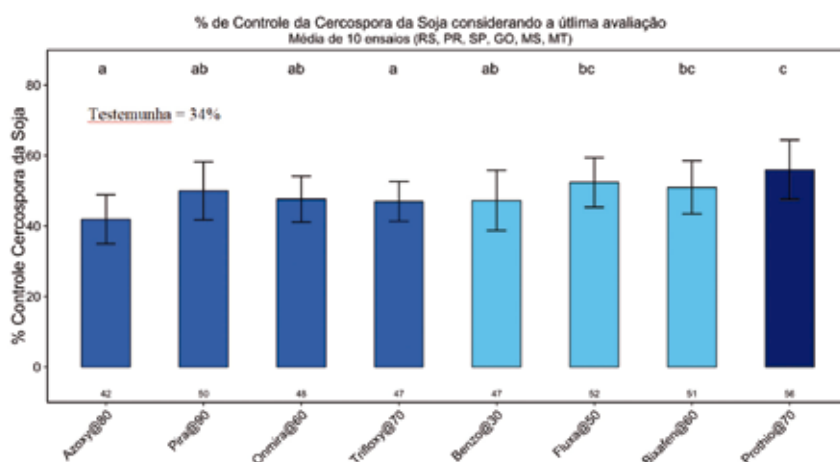


Figura 5 - % de Controle do crestamento foliar de cercospora (*Cercospora* spp), safra 2021/2022. Valores de 10 ensaios distribuídos nos estados de RS, PR, SP, GO, MS e MT (% em relação à Testemunha sem aplicação fungicida = 34%). A severidade da doença em cada ensaio é apresentada na Tabela 1



demais grupos químicos (IDM e ISDH). Dentre as estrobilurinas (IQe), Onmira se destaca por apresentar eficácia consistente não somente no controle da ferrugem-da-soja, mas também da mancha-alvo e por sua contribuição no manejo de CFC similar às carboxamidas (ISDH) aqui representadas.

Guilherme de C. Hüller
Jaqueline B. de Campos
Rogério Rubin
Carolina Deuner
Claudia V. Godoy
Nélio Tormen
Luís H. Carregal
Lucas Navarini
Monica Debortoli
Fabrizio Packer
Lais C. da Silva
Iara Dias
Danilo Ferezin
Mauro Peraro
Humberto O. Guimarães
Wagner Harter
Jaedino Rossetto
William Soares e
Lucimara Koga

Caderno Técnico
 Circula encartado na revista
 Cultivar Grandes Culturas nº 282 • Novembro 2022
 Capa - shutterstock
 Reimpressões podem ser solicitadas através do telefone: (53) 3028.2000
www.revistacultivar.com.br





Uma colheita bonita de se ver

Onmira™ active

Manejo Campeão Onmira™

Plantas fortes. Resultados excelentes.

O Manejo Campeão Onmira™ é o programa mais eficiente para o controle de doenças da soja. Formulados com Onmira™ active, os produtos oferecem a melhor performance e proporcionam plantas saudáveis por mais tempo.

**Portfólio completo
para lavouras vigorosas
e resultados visivelmente
melhores.**



Acesse e saiba mais

MANEJO CAMPEÃO ONMIRA™

Aproach® Power Viovan® Vessarya® Aproach® Power
MULTISSÍTIOS

ATENÇÃO PRODUTO PERIGOSO À SAÚDE HUMANA, ANIMAL E AO MEIO AMBIENTE; USO AGRÍCOLA; VENDA SOB RECEITUÁRIO AGRÔNOMICO; CONSULTE SEMPRE UM AGRÔNOMO; INFORME-SE E REALIZE O MANEJO INTEGRADO DE PRAGAS; DESCARTE CORRETAMENTE AS EMBALAGENS E OS RESTOS DOS PRODUTOS; LEIA ATENTAMENTE E SIGA AS INSTRUÇÕES CONTIDAS NO RÓTULO, NA BULA E NA RECEITA; E UTILIZE OS EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL.