

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - PPGA
MESTRADO E DOUTORADO

DARCI DA FONTOURA

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM MILHO SAFRINHA POR
ACIBENZOLAR-S-METIL E MANANOLIGOSSACARÍDEO FOSFORILADO**

Marechal Cândido Rondon

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – UNIOESTE
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - PPGA
MESTRADO E DOUTORADO

DARCI DA FONTOURA

**INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM MILHO SAFRINHA POR
ACIBENZOLAR-S-METIL E MANANOLIGOSSACARÍDEO FOSFORILADO**

Tese apresentada como pré-requisito a conclusão do curso de Doutorado da Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

ORIENTADOR: Dr. ANTONIO CARLOS TORRES DA COSTA

CO-ORIENTADOR: Dr. JOSÉ RENATO STANGARLIN

Marechal Cândido Rondon

2013

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR.,
Brasil)

F684i	Fontoura, Darci da Indução de resistência em milho safrinha por acibenzolar-s- metil e mananoligossacarídeo fosforilado / Darci da Fontoura. - Marechal Cândido Rondon, 2013. 79 p. Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa Coorientador: Prof. Dr. José Renato Stangarlin Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2013. 1. Milho safrinha - Cultura - Defensivos químicos. 2. Indutores químicos. 3. Agromos. 4. Bion. I. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. II. Título. CDD 22.ed. 633.15 CIP-NBR 12899
-------	---

Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini-Leitzke CRB-9/539



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46
Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - http://www.unioeste.br
Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000
Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

Ata da reunião da Comissão Julgadora da Defesa de Tese do Biólogo **DARCI DA FONTOURA**. Aos dezesseis dias do mês de agosto de 2013, às 8 horas, sob a presidência do Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa, em sessão pública, reuniu-se a Comissão Julgadora da Defesa da Tese do Biólogo Darci da Fontoura, discente do Programa de Pós-Graduação *stricto sensu* em Agronomia – Nível Mestrado e Doutorado, com área de concentração em **"PRODUÇÃO VEGETAL"**, visando à obtenção do título de **"DOUTOR EM AGRONOMIA"**, constituída pelos membros: Prof. Dr. Roberto Luiz Portz (UFPR), Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht (UFPR), Prof. Dr. Odair José Kuhn (Unioeste), Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior (Unioeste), Prof. Dr. José Renato Stangarlin (Unioeste) e Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa (Orientador).

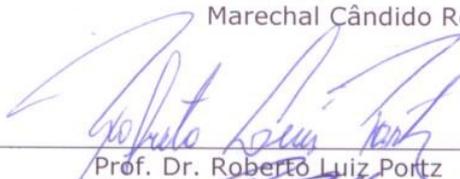
Iniciados os trabalhos, o candidato apresentou seminário referente aos resultados obtidos e submeteu-se à defesa de sua tese, intitulada: **"Indução de resistência em milho safrinha por acibenzolar-s-metil e mananoligossacarídeo fosforilado"**.

Terminada a defesa, procedeu-se ao julgamento dessa prova, cujo resultado foi o seguinte, observada a ordem de arguição:

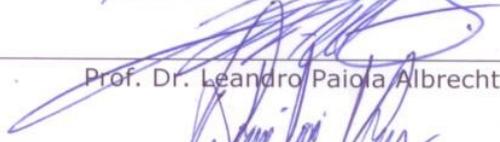
Prof. Dr. Roberto Luiz Portz.....	Aprovado
Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht.....	Aprovado
Prof. Dr. Odair José Kuhn	Aprovado
Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior.....	Aprovado
Prof. Dr. José Renato Stangarlin.....	Aprovado
Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa (Orientador).....	Aprovado

Apurados os resultados, verificou-se que o candidato foi habilitado, fazendo jus, portanto, ao título de **"DOUTOR EM AGRONOMIA"**, área de concentração: **"PRODUÇÃO VEGETAL"**. Do que, para constar, lavrou-se a presente ata, que vai assinada pelos senhores membros da Comissão Julgadora.

Marechal Cândido Rondon, 16 de agosto de 2013.



Prof. Dr. Roberto Luiz Portz



Prof. Dr. Leandro Paiola Albrecht

Prof. Dr. Odair José Kuhn

Prof. Dr. José Barbosa Duarte Júnior

Prof. Dr. José Renato Stangarlin

Prof. Dr. Antonio Carlos Torres da Costa (Orientador)

À minha esposa Margarete, filhas Alana e Larissa, pela compreensão e apoio incondicional em todos os momentos desta e de outras jornadas.

Dedico

Agradecimentos

À empresa Du Pont do Brasil S.A. - Divisão Pioneer Sementes, pelo apoio na realização do curso de pós-graduação, especialmente na condução do experimento para esta tese.

Aos colegas do departamento, pela ajuda na condução e avaliação do experimento e pela disponibilidade em dar cobertura às minhas atividades profissionais, principalmente nos momentos em que a atividade acadêmica exigia mais minha atenção.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Campus de Marechal Cândido Rondon, pela oportunidade.

Ao orientador, professor Dr. Antonio Carlos Torres da Costa, ao co-orientador, professor Dr. José Renato Stangarlin, por terem me acolhido como orientado e ao professor Dr. Cláudio Yuji Tsutsumi pela efetiva assessoria na análise estatística.

Aos professores e colegas do curso, pelo incentivo, pela colaboração e pelo relacionamento amigável e harmonioso, marcando para sempre essa caminhada em conjunto.

Aos meus pais Oswaldo (*in memoriam*) e Irma, aos meus irmãos Lisete, Marlene e Darso que desde a mais tenra idade me apresentaram à importância da família e ao caminho da honestidade e persistência.

Finalmente, mas não por último, agradeço de modo muito especial à minha família, esposa Margarete e filhas Alana e Larissa, pela paciência, compreensão, companheirismo ao longo dessa caminhada.

...na natureza, resistência é a regra e suscetibilidade a exceção!

Sérgio Florentino Pascholati

RESUMO

INDUÇÃO DE RESISTÊNCIA EM MILHO SAFRINHA POR ACIBENZOLAR-S-METIL E MANANOLIGOSSACARÍDEO FOSFORILADO

Nos últimos anos os produtores tem aumentado gradativamente o uso de defensivos químicos para amenizar os prejuízos com doenças da cultura do milho. Uma alternativa visando diminuir o uso de tais produtos poderá ser a aplicação de indutores de resistência, tirando proveito da resistência genética latente, gerando menor impacto negativo sobre o meio ambiente e a saúde humana. Entretanto, poderá haver elevado dispêndio de energia nessa indução que torne inviável essa forma de controle. Objetivando verificar a indução de resistência em milho safrinha pelos indutores acibenzolar-S-metil (ASM) e mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), foram conduzidos experimentos com quatro híbridos de milho (30F90H, 30K64H, 30K73H e P4042H), em dois anos consecutivos (2011 e 2012), na safrinha no município de Toledo – PR. Além dos indutores de resistência, realizou-se também tratamento com fungicida (azoxistrobina + ciproconazol), além de água como testemunha. Foi utilizado delineamento experimental de blocos casualizados com esquema fatorial triplo e tratamento adicional, em três repetições. Os fatores testados foram: (A) híbrido em quatro níveis, (B) produto em três níveis e, (C) dose em três níveis. O tratamento adicional foi realizado com pulverização de água, representando o nível zero do fator dose. As aplicações dos produtos aconteceram nos estádios fenológicos V_8 e V_T . Observou-se incidência de patógenos distintos nos dois anos consecutivos sobre os mesmos híbridos, no mesmo local e nas mesmas condições de manejo, provavelmente em função da condição climática distinta de um ano para o outro, embora a resposta de hipersensibilidade tenha acontecido em ambos os anos no tratamento com MOS. Na safrinha de 2011 houve incidência de *Exserohilum turcicum*, um patógeno necrotrófico, e não foram encontrados grãos ardidos, enquanto que na safrinha de 2012 houve incidência de *Puccinia polysora*, um patógeno biotrófico, além de significativo percentual de grãos ardidos. Nenhum dos produtos aplicados influenciou as características altura de planta, altura de inserção de espiga, teor de nitrogênio foliar e percentual de grãos ardidos. Houve efeito dos indutores de resistência quanto à resposta de hipersensibilidade e acamamento em função da raiz, sem redução da produtividade em relação ao tratamento com água. MOS aumentou a severidade da resposta de hipersensibilidade e acibenzolar-S-metil reduziu o acamamento em função da raiz. O tratamento com fungicida (azoxistrobina + ciproconazol) apresentou o melhor controle das doenças foliares (*P. polysora* e *E. turcicum*) e a maior produtividade em ambos os anos, sendo que em 2011 ainda reduziu o acamamento de colmo e aumentou a massa de mil grãos.

Palavras-chave: Agromos, Bion, fungicida, polissora, turcicum, hipersensibilidade.

ABSTRACT

RESISTANCE INDUCTION IN OFF-SEASON MAIZE BY ACIBENZOLAR-S-METHYL AND PHOSPHORYLATED MANNANOLIGOSACCHARIDE

In recent years farmers have gradually increased the use of chemical pesticides to mitigate the losses from diseases in corn. An alternative to reduce the use of such products may be the application of resistance inducer, taking advantage of latent genetic resistance, causing less negative impact on the environment and human health. Although, there may be an energetic expense with this induction which could hold up this form of control. With the objective of verifying the resistance induction in off-season (*safrinha*) corn by acibenzolar-S-methyl (ASM) and phosphorylated mannanoligosaccharide (MOS), experiments were conducted with four corn hybrids (30F90H, 30K64H, 30K73H and P4042H) in two consecutive years (2011 and 2012) in off-season environment in the municipality of Toledo - PR. In addition to the resistance inducers, a fungicide (azoxystrobin + ciproconazole) was applied, as well as water as a check. A randomized block design, with a triple factorial scheme, plus an additional treatment and three replications was used. The factors were: (A) hybrid in four levels (B) product in three levels and, (C) dose in three levels. The additional treatment was carried out with water spray, representing the level zero of the dose factor. The application of the products happened in phenological stages V_8 and V_T . There was observed an incidence of diverse plant pathogens in the two consecutive years, on the same hybrids, in the same location and under the same manageable conditions, probably due to diverse climatic conditions from one year to another, although hypersensitive response occurred in both years under MOS treatment. In the 2011 off-season, there was an incidence of *Exserohilum turcicum*, a necrotrophic pathogen, and no damaged kernels were found, while in the 2012 off-season, there was an incidence of *Puccinia polysora*, a biotrophic pathogen, plus significant percentage of damaged kernels. None of the applied products affected the traits plant height, ear placement, content of foliar nitrogen and percentage of damaged kernels. There was significant effect of resistance inducers on the hypersensitivity response and root lodging, without reducing the productivity compared to the water treatment. MOS increased hypersensitivity response severity and ASM reduced root lodging. The fungicide treatment (azoxystrobin + ciproconazole) showed better control of foliar diseases (*P. polysora* and *E. turcicum*) and higher yield in both years, and in 2011 it reduced stalk lodging and increased the mass of thousand kernels.

Key words: Agromos, Bion, fungicide, polysora, turcicum, hypersensitivity.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01.** Série histórica da área plantada com milho no verão e safrinha no Brasil nos últimos 20 anos..... 16
- Figura 02.** Temperatura máxima e mínima e precipitação pluvial registradas durante o período da safrinha de 2011 e 2012..... 35
- Figura 03.** Escala diagramática para avaliação de doenças foliares..... 41
- Figura 04.** Escala diagramática para avaliação da resposta de hipersensibilidade... 41
- Figura 05.** Relação entre dose de azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) e nota para mancha de turcicum (MT) na safrinha 2011..... 47
- Figura 06.** Relação entre dose de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS) e nota para Resposta de Hipersensibilidade na safrinha 2011..... 51
- Figura 07.** Relação entre dose de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS) e nota para Resposta de Hipersensibilidade na safrinha 2012..... 51
- Figura 08.** Relação entre dose de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS) e nota para Resposta de Hipersensibilidade na safrinha 2011 e 2012..... 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Análise físico-química do solo na camada de 0-20 cm, antes da implantação do experimento.....	34
Tabela 02. Características dos híbridos avaliados nos experimentos da safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR.....	35
Tabela 03. Produtos comerciais aplicados nos experimentos da safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR.....	36
Tabela 04. Variáveis avaliadas nos experimentos da safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR.....	40
Tabela 05. Nota para mancha de turcicum (MT) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2011.....	46
Tabela 06. Nota para ferrugem polissora (FP) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2012.....	48
Tabela 07. Nota para resposta de hipersensibilidade (RH) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol na safrinha do ano agrícola de 2011.....	49

Tabela 08. Nota para resposta de hipersensibilidade (RH) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol na safrinha do ano agrícola de 2012.....50

Tabela 09. Nota para resposta de hipersensibilidade (RH) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil ou azoxistrobina + ciproconazol na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012.....50

Tabela 10. Média da análise conjunta (2011 e 2012) da nota para resposta de hipersensibilidade em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil ou azoxistrobina + ciproconazol na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012.....52

Tabela 11. Nota para acame de colmo (AC) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol na safrinha do ano agrícola de 2011.....54

Tabela 12. Percentual de acame de colmo (AC) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol na safrinha do ano agrícola de 2012.....54

Tabela 13. Massa de mil grãos (MMG) de híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2012.....57

Tabela 14. Rendimento de grãos (RG) de híbridos de milho na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012.....58

Tabela 15. Rendimento de grãos (RG) de híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012.....59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Cultura do Milho.....	15
2.2 Doenças do Milho	17
2.2.1 Doenças foliares.....	19
2.2.2 Podridões de colmo.....	20
2.2.3 Podridões da espiga.....	20
2.2.4 Principais doenças do milho safrinha.....	21
2.2.4.1 Ferrugem polissora.....	21
2.2.4.2 Ferrugem tropical ou Ferrugem branca.....	22
2.2.4.3 Mancha de feosféria.....	23
2.2.4.4 Cercosporiose	24
2.2.4.5 Mancha de turcicum.....	25
2.3 Indução de Resistência.....	25
2.4 Resposta de Hipersensibilidade.....	32
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.1 Local do Experimento.....	34
3.2 Híbridos Avaliados.....	35
3.3 Produtos Aplicados.....	36
3.3.1 Indutores de resistência.....	36
3.3.2 Fungicida.....	37
3.4 Unidade Experimental.....	38
3.5 Delineamento Experimental.....	38
3.6 Semeadura.....	38
3.7 Tratos Culturais.....	39
3.8 Coleta de Dados.....	40

3.8.1 Nota para doenças foliares (Mancha de turcicum e Ferrugem polissora).....	41
3.8.2 Nota para resposta de hipersensibilidade (RH).....	41
3.8.3 Altura de inserção da espiga (AIE) e altura de planta (AP).....	42
3.8.4 Acamamento de colmo (AC) e acamamento em função da raiz (AR).....	42
3.8.5 Nitrogênio foliar (NF).....	42
3.8.6 Percentual de grãos ardidos (PGA).....	43
3.8.7 Massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG).....	43
3.9 Análise Estatística.....	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Doenças Foliares.....	45
4.1.1 Mancha de turcicum.....	46
4.1.2 Ferrugem polissora.....	47
4.1.3 Resposta de hipersensibilidade.....	49
4.2 Altura de Planta e Altura de Inserção de Espiga.....	53
4.3 Acamamento em Função da Raiz e Acamamento de Colmo.....	53
4.4 Nitrogênio Foliar.....	55
4.5 Percentual de Grãos Ardidos	55
4.6 Massa de Mil Grãos (MMG).....	56
4.7 Rendimento de Grãos.....	57
5 CONCLUSÕES.....	60
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
APÊNDICES.....	68

1 INTRODUÇÃO

Vários fatores podem influenciar a plena expressão do potencial genético de produtividade da cultura do milho, dentre eles, o fator relacionado à fitossanidade atualmente é um dos mais relevantes. A seleção de cultivares tolerantes tem ajudado muito a diminuir as perdas por ataque de fitopatógenos, por outro lado, a busca por tolerância genética às doenças tem feito com que os fitomelhoristas abram mão de alelos que confeririam potencial produtivo quando cultivados na ausência dos fitopatógenos. O equilíbrio entre alelos de tolerância e alelos de rendimento tem sido uma equação difícil na prática do melhoramento na cultura do milho.

O cultivo de milho safrinha tem se intensificado nos últimos anos, chegando bem próximo à metade do total da área cultivada com esse cereal no Brasil. Do ponto de vista fitopatológico, essa situação é preocupante por aumentar a disponibilidade de hospedeiros no campo. Além disso, atualmente muitos produtores estão optando por semear cultivares com menor tolerância a doenças e partindo para a aplicação de defensivos químicos para ajudar no controle das doenças da cultura do milho, situação que tem gerado preocupação aos órgãos governamentais, que, por sua vez, têm estimulado a busca por alternativas que resultem em menor impacto sobre o meio ambiente e sobre a saúde humana.

Nesse sentido, o uso de indutores de resistência poderá se apresentar como uma alternativa econômica e ecologicamente viável para reduzir as perdas resultantes das doenças na cultura do milho, desde que aplicados dentro de uma eficiente estratégia de manejo integrado de doenças, e não apenas como “fungicidas seguros”. Indutores podem ser usados para exploração de mecanismos de defesa em plantas por agirem diretamente como moléculas sinalizadoras ou então por induzirem a ativação de genes que codificam a síntese de substâncias endógenas que conferem resistência.

A exposição aos indutores de resistência resulta numa cascata de transdução de sinais, onde mecanismos latentes de defesa da planta são ativados pela ação de agentes biológicos, físicos ou químicos. O indutor abiótico acibenzolar-S-metil (Bion, Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, São Paulo-SP), considerado ativador de plantas, possui propriedades de ativar mecanismos de defesa em diversas espécies de plantas e contra um amplo espectro de patógenos. Entre os indutores de origem

biótica, o mananoligossacarídeo fosforilado derivado de parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* (Agro-Mos, Improcrop Brasil, Curitiba-PR), também tem demonstrado eficiência no controle de doenças de várias culturas.

Contudo, percebe-se carência de relatos da utilização desses indutores sobre a cultura do milho, justificando, portanto, o teste da hipótese de que os indutores acibenzolar-S-metil e mananoligossacarídeo fosforilado possam induzir mecanismos latentes de defesa em milho e assim compor um pacote de manejo integrado de controle de doenças para essa cultura.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a indução de resistência em milho safrinha pelos indutores acibenzolar-S-metil e mananoligossacarídeo fosforilado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do Milho

O milho (*Zea mays* L.) é cultivado em todos os estados brasileiros e em quase todas as propriedades agrícolas, tanto na agricultura familiar quanto na de exportação e está presente em toda a cadeia produtiva de animais. É uma cultura de grande e diversificada utilização na sociedade moderna e um dos produtos agrícolas de mais ampla distribuição mundial, tanto na produção, quanto no consumo (VILARINHO, 2005). Em termos de área semeada e de produção de grãos é a segunda cultura em importância no Brasil, uma vez que na última década perdeu a primeira colocação para a cultura da soja (CONAB, 2013).

A produção nacional de milho para safra de 2011/12 foi de mais de 72,9 milhões de toneladas, produzidos em 15,2 milhões de hectares de cultivo, sendo que a estimativa para a safra 2012/13 é de 78,5 milhões de toneladas, representando aumento de 7,6% e, do montante produzido em 2011/12, a safrinha participou com produção de 39,1 milhões de toneladas, colhidos em 7,6 milhões de hectares cultivados, ou seja, aproximadamente a metade do volume total. Na Região Sul, onde o estado do Paraná destaca-se como maior produtor, foram semeados 2,0 milhões de hectares de milho safrinha, segundo levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2013) sobre a safra de grãos. Observando-se a série histórica da área plantada com milho no Brasil nos últimos vinte anos (Figura 01), fica nítida a importância da safrinha de milho no cenário nacional pelo aumento da área plantada nesse ambiente, e, mantendo-se essa tendência, em breve a área de safrinha será maior que a área da safra de verão. Em função disso, há um grande risco da pressão de doenças crescer em proporção similar, tendo em vista a disponibilidade de hospedeiro aos principais patógenos. Embora a produtividade média da safrinha na região centro-sul esteja mostrando tendência em aumentar, tendo ultrapassado os 5.000 kg ha⁻¹ em 2012 (CONAB, 2013), ainda está bem abaixo do real potencial produtivo da cultura, indicando que há muito a fazer em termos de melhoria de manejo. Como referência, constam no relatório do ensaio nacional de cultivares de milho da EMBRAPA no Paraná, híbridos com produtividade acima de

7.000 kg ha⁻¹ na safrinha de 2011/12 e com produtividade superior a 12.000 kg ha⁻¹ na safra de verão do mesmo ano agrícola (EMBRAPA, 2013).

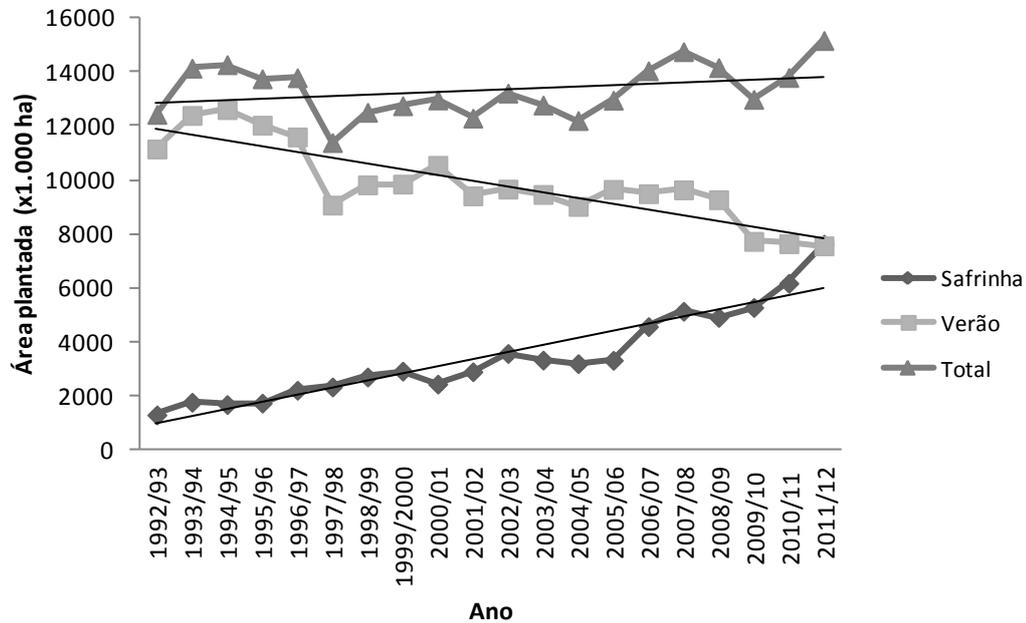


Figura 01. Série histórica da área plantada com milho no verão e na safrinha do Brasil nos últimos 20 anos. Fonte: CONAB.

Segundo Mattoso e Melo Filho (2003), a denominação de safrinha de milho se refere à lavoura cultivada extemporaneamente, semeada de janeiro a março, sendo também frequentemente chamada de segunda safra. Com a intensificação da produção de soja, houve o deslocamento da época de semeadura de milho, que passou a acontecer na sucessão a essa oleaginosa, caracterizando uma segunda safra e, por essa ter tido historicamente menor área plantada quando comparada à safra de verão, acabou levando nome no diminutivo (milho safrinha), o que já não parece mais adequado, porém como já faz parte da cultura popular, deverá ser mantido. Para piorar, a denominação segunda safra também não é adequada quando se leva em consideração a ordem cronológica da semeadura do milho, ou seja, a segunda safra, ou safrinha, é a primeira a ser semeada quando o ano inicia (janeiro e fevereiro). Contudo, considerando que numa atividade agrícola com diversas culturas com períodos de colheita distintos, prevalece o ano agrícola com base na participação econômica de cada cultura (RAUBER *et al.*, 2013), é correto considerar o segundo semestre do ano como início do ano agrícola na região sul do Brasil, dada a

importância da soja e milho de verão nessa área e, nessa perspectiva, o termo segunda safra mostra-se adequado para o milho semeado de janeiro a março.

2.2 Doenças do Milho

A ocorrência de doenças na agricultura representa relevante fator de redução de produtividade e qualidade dos produtos, prejudicando diretamente a lucratividade, sendo que estima-se redução anual de 30% da produção agrícola mundial em função de problemas fitossanitários (KIMATI *et al.*, 2011). Basicamente, a ocorrência de doenças é em função da interação de três fatores: (I) planta ou hospedeiro suscetível; (II) patógenos específicos e (III) ambiente favorável a sua manifestação (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). Semelhante às demais culturas, o milho é suscetível a muitas doenças, causadas principalmente por fungos, sendo que a intensidade dessas doenças pode ser dependente das práticas culturais usadas pelo agricultor (REIS *et al.*, 2004).

O manejo integrado de doenças requer boa compreensão da complexa relação entre hospedeiro, patógeno e ambiente. Os patógenos são classificados segundo seus requerimentos nutricionais porque isso implica na sua sobrevivência, de modos que essa informação torna-se importante na estratégia de controle. Patógenos biotróficos são aqueles que extraem seus nutrientes exclusivamente de tecidos vivos, sendo assim parasitas obrigatórios. Já os patógenos necrotróficos apresentam importante atividade enzimática e toxicogênica para matar as células do hospedeiro e então extrair seus nutrientes do tecido morto, por isso são capazes de viver sobre o hospedeiro morto ou mesmo as custas de matéria orgânica morta de outra natureza (REIS *et al.*, 2004; GLAZEBROOK, 2005; LEITE e STANGARLIN, 2008). Há ainda um terceiro grupo, chamado de hemibiotrófico, ao qual pertencem os patógenos que retiram nutrientes preferencialmente de células vivas, mas que podem também crescer e esporular em tecido morto do hospedeiro (LEITE e STANGARLIN, 2008).

O hospedeiro também pode apresentar estratégias brilhantes na tentativa de “ganhar o jogo”. Uma delas é a resposta de hipersensibilidade, que por matar células adjacentes ao ponto de infecção, prejudica a propagação dos patógenos biotróficos já que restringe o acesso desses à água e nutrientes, tornando-se também uma forma de controle da propagação da doença. Porém, no caso dos patógenos necrotróficos, a

morte programada de células não afeta sua propagação e pode até facilitar a sua vida, ou seja, os patógenos necrotróficos não são limitados pela lesão resultante da resposta de hipersensibilidade e nem pelos mecanismos de defesa dependentes do ácido salicílico, mas por outros mecanismos de defesa ativados por ácido jasmônico e etileno (GLAZEBROOK, 2005).

Ambientes distintos propiciam o desenvolvimento de diversos patógenos. Trabalhos de monitoramento de doenças realizados pela Embrapa Milho e Sorgo e pelo setor privado, têm demonstrado que mancha branca (*Phaeosphaeria maydis*), cercosporiose (*Cercospora zea-maydis* e *C. sorghi f. sp. maydis*), ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem tropical (*Physopella zea*), ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum* e *Bipolaris maydis*) e os enfezamentos pálido e vermelho causados por fitoplasmas estão entre as principais doenças da cultura do milho (EMBRAPA, 2009). A importância de cada uma dessas doenças é variável de ano para ano e de região para região, por isso fica difícil afirmar que alguma delas apresente maior importância em relação às demais. Além das doenças já mencionadas, novos desafios têm surgido ao longo dos últimos anos, como o aumento na severidade da antracnose (*Colletotrichum graminicola*) em algumas regiões do país e a ocorrência de podridões causadas por *Stenocarpella maydis* e *S. macrospora*, antes mais comuns em áreas de plantio da Região Sul do país e em algumas áreas do Centro-Oeste (EMBRAPA, 2009).

Dentre os princípios gerais de controle de Whetzel, citados por Kimati *et al.* (2011), a imunização, quando funcional, foi considerada como método ideal de controle por não onerar o custo de produção e reduzir o impacto ambiental. A indução de resistência enquadra-se nesse princípio de controle de doenças. Contudo, esse recurso muitas vezes implica em sacrifício de produtividade ou valor comercial do produto, da mesma forma como a utilização de cultivares com tolerância hereditária. Porém, se por um lado o princípio da imunização apresenta a limitação de não afetar a reprodução do patógeno, favorecendo o aumento do inóculo no campo, tornando-os verdadeiros reservatórios de inóculo, por outro lado também preserva os inimigos naturais desses patógenos (CAMARGO, 2011).

Já o uso de fungicidas químicos reduz o inóculo e pode aumentar a duração da área foliar, mas só é recomendado nas condições onde a doença esteja causando danos significativos, ou seja, tenha atingido o limiar de dano econômico (LDE), que é conceituado como a intensidade de doença que determina uma perda igual ao custo

do controle. A ferrugem polissora, a mancha de turcicum e a cercosporiose são doenças foliares normalmente controladas com uso de fungicidas (REIS *et al.*, 2004). Porém, conforme comentado por Leite e Stangarlin (2008), o controle de doenças de plantas em monoculturas é extremamente dependente de fungicidas, situação que preocupa os órgãos governamentais, que estão estimulando a busca por alternativas que causem menor impacto ambiental.

2.2.1 Doenças foliares

Doenças foliares ocorrem praticamente em todas as regiões onde se pratica a agricultura, entretanto o dano é maior em ambientes com clima quente e úmido. Resultam em mau funcionamento e destruição de tecido fotossintético, prejudicando a interceptação da radiação solar e translocação de fotoassimilados para o desenvolvimento de grãos, com prejuízos à produtividade (REIS *et al.*, 2004; BEDENDO, 2011). Além da lesão visível, normalmente representada por mancha ou pústula, há que se considerar outro impacto, de difícil avaliação visual, que é o efeito deletério ao tecido adjacente não infectado, mas que sofre alteração na atividade fotossintética, conforme Bastiaans (1991), citado por Stangarlin e Leite (2008). Outra consequência, no caso do milho, é o enfraquecimento do colmo em função do deslocamento dos fotoassimilados do colmo para os drenos reprodutivos, favorecendo o enchimento de grãos, o que pode ocasionar acamamento na pré-colheita (REIS *et al.*, 2004).

As manchas são os sintomas típicos das doenças foliares e são caracterizadas principalmente pela forma, tamanho e coloração, sendo facilmente perceptíveis, embora o agente causal nem sempre possa ser identificado de imediato. Manchas individuais podem coalescer e provocar a necrose de grandes áreas do limbo foliar. (BEDENDO, 2011).

Dentre as doenças foliares, destacam-se: ferrugem comum (*Puccinia sorghi*), ferrugem polissora (*Puccinia polysora*), ferrugem tropical (*Physopella zae*), mancha de feosféria (*Phaeosphaeria maydis*), cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*) e macha de turcicum (*Exserohilum turcicum*) (MCGEE, 1990; PINTO *et al.*, 1997; REIS *et al.*, 2004).

2.2.2 Podridões de colmo

As podridões do colmo, com prevalência dos sinais na base do colmo, consistem no apodrecimento dos tecidos internos da medula do colmo. Na maioria das vezes estão associadas a podridões radiculares, à quebra do colmo e acamamento. São consideradas doenças de final de ciclo, porque os fatores envolvidos na aceleração da senescência contribuem para aumentar a suscetibilidade da planta (REIS *et al.*, 2004).

Destacam-se, no mundo, entre as mais importantes doenças que atacam a cultura do milho por causarem redução de produção e de qualidade de grãos e forragens. No Brasil, os plantios sucessivos, a ampla adoção do sistema de semeadura direta sem rotação de culturas e a utilização de genótipos suscetíveis favorecem a ocorrência da doença em função da elevada capacidade dos patógenos de sobreviverem no solo e em restos de cultura, resultando no rápido acúmulo de inóculo nas áreas de cultivo. Incidência de podridão de colmo acima de 70% e perdas de produtividade em torno de 50% têm sido relatadas em cultivares suscetíveis sob condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos. As podridões do colmo geralmente se iniciam pelas raízes, passando para os entrenós superiores ou diretamente pelo colmo, através de ferimentos. De um modo geral, não ocorrem uniformemente na área, sendo possível encontrar plantas saudias ao lado de plantas danificadas (COSTA *et al.*, 2012a), sendo mais frequentes a diplodia (*Stenocarpella*), fusariose (*Fusarium moniliforme*), giberela (*Gibberella zeae*) e antracnose (*Colletotrichum graminicola*) (MCGEE, 1990; PINTO *et al.*, 1997; REIS *et al.*, 2004).

2.2.3 Podridões da espiga

As podridões da espiga ocorrem em todas as regiões onde o milho é cultivado, embora normalmente não causem danos elevados numa grande região. A intensidade desse tipo de doença é maior em lavouras de monocultura e semeadura direta, principalmente em ambiente com alto índice de pluviometria no período entre a fecundação e a colheita. Como regra, os fungos patogênicos do colmo são também responsáveis pelas podridões da espiga (REIS *et al.*, 2004), com destaque para

diplodia (*Stenocarpella maydis*), fusariose (*Fusarium moniliforme*) e giberela (*Gibberella zeae*) (MCGEE, 1990; PINTO *et al.*, 1997; REIS *et al.*, 2004).

Alguns fungos causadores das podridões de espiga, durante o processo de colonização dos grãos, podem, além dos danos físicos (descolorações dos grãos, reduções nos conteúdos de carboidratos, de proteínas e de açúcares totais), produzir substâncias tóxicas denominadas micotoxinas, inviabilizando seu consumo na alimentação (COSTA *et al.*, 2012a).

2.2.4 Principais doenças do milho safrinha

O milho safrinha, por ser cultivado de janeiro a agosto, acaba por estender a fase de parasitismo de todos os fitopatógenos (biotróficos e necrotróficos), garantindo quase que durante o ano todo, presença de hospedeiro vivo. A intensificação do cultivo de safrinha determinou uma alteração no comportamento das doenças do milho, principalmente as ferrugens, manchas foliares e podridões de espiga e colmo. As doenças foliares reduzem a quantidade de luz absorvida pela planta, alterando também os processos de absorção de água e nutrientes pelas raízes e translocação de carboidratos na planta e, por fim, reduzem a produtividade (REIS *et al.*, 2004).

Segundo Roscoe *et al.* (2013), as doenças de grande importância para o milho safrinha são: ferrugem polissora, ferrugem tropical ou ferrugem branca, mancha de feosféria ou mancha branca, cercosporiose e mancha de turcicum ou helmintosporiose, as quais serão descritas na sequência.

2.2.4.1 Ferrugem polissora (*Puccinia polysora*)

No Brasil, foram determinadas perdas superiores a 40% na produção de milho devido à ocorrência de epidemias de ferrugem polissora. Apresenta maior importância na região central do Brasil, podendo também ocorrer esporadicamente na região sul do Brasil, em função de híbridos suscetíveis e clima favorável. A ocorrência da doença é dependente da altitude, ocorrendo com maior intensidade em altitudes abaixo de 700 m, onde predominam temperaturas mais elevadas (25 a 35 °C). A ocorrência de

períodos prolongados de elevada umidade relativa do ar também é um fator importante para o desenvolvimento da doença (COSTA *et al.*, 2012a).

Esta doença normalmente ocorre na face superior do limbo e da bainha foliar, nas brácteas das espigas e até no pendão, causando secagem prematura das plantas e redução acentuada na produtividade. A ferrugem polissora pode ser observada em qualquer estágio de desenvolvimento das plantas de milho, inicialmente nas folhas baixas, na forma de pústulas. Sua disseminação ocorre principalmente através do vento. As pústulas formadas são predominantemente circulares, de cor marrom clara em plantas jovens, e tornam-se marrom-escuras à medida que a planta se aproxima da fase de maturação. Essas pústulas encontram-se densamente distribuídas em ambas as faces das folhas e podem ser normalmente observadas ainda cobertas pela epiderme (PEREIRA, 1997; REIS *et al.*, 2004).

O agente causal é o fungo biotrófico *Puccinia polysora*. Os uredósporos de *P. polysora* são caracteristicamente de coloração amarelo-dourados, com forma elipsoidal a ovóide. Os teliosporos apresentam extremidades arredondadas, coloração marrom castanha e forma elipsóide (MCGEE, 1990; PINTO *et al.*, 1997; REIS *et al.*, 2004).

2.2.4.2 Ferrugem tropical ou ferrugem branca (*Physopella zae*)

Esta doença, apesar de já ter sido relatada em 1976, somente nos últimos anos passou a apresentar importância econômica, principalmente devido à frequente semeadura de cultivares suscetíveis (REIS *et al.*, 2004). No Brasil, a ferrugem tropical encontra-se distribuída nas regiões Centro-Oeste e Sudeste. A doença é mais severa em plantios contínuos de milho, principalmente em áreas irrigadas (COSTA *et al.*, 2012a).

Pode ser facilmente identificada em condições de campo pela coloração creme de suas pústulas, que ocorrem tipicamente em grupos em ambas as faces da folha, paralelos às nervuras. Com o desenvolvimento da doença, os grupos de pústulas tornam-se circundados por um halo escuro, frequentemente avermelhado (PEREIRA, 1997; REIS *et al.*, 2004).

O agente etiológico é o fungo *Physopella zae* (Mains) Cummins e Ramacha. Apresenta uredósporos hialinos a amarelo-claros, elípticos ou ovóides. Os teliosporos

são cilíndricos e sésseis, amarelo-dourados a marrom-castanhos, unicelulares, ocorrendo em cadeias de dois ou mais teliósporos (MCGEE, 1990; PINTO *et al.*, 1997).

Os uredósporos são o inóculo primário e secundário, sendo transportados pelo vento ou em material infectado. Não são conhecidos hospedeiros intermediários de *P. zea*. A doença é favorecida por condições de alta temperatura (22 a 34°C), alta umidade relativa e baixas altitudes. Por ser um patógeno de menor exigência em termos de umidade, a severidade da doença tende a ser maior nos plantios de safrinha (COSTA *et al.*, 2012a).

2.2.4.3 Mancha de feosféria (*Phaeosphaeria maydis*)

A mancha de feosféria ou mancha branca é considerada, atualmente, uma das principais doenças da cultura do milho no Brasil, estando presente em praticamente todas as regiões de plantio de milho no Brasil. As perdas na produção podem ser superiores a 60% em situações de ambiente favorável e de uso de cultivares suscetíveis (COSTA *et al.*, 2012a).

A incidência e severidade dessa doença estão relacionadas a altitudes acima de 600 m, com temperaturas noturnas amenas (15 a 20 °C), elevada umidade relativa do ar (>60%), preferencialmente com água livre na superfície da folha e elevada precipitação (COSTA *et al.*, 2012a).

Além da intensidade da doença, o dano econômico vai depender do estágio de desenvolvimento. Os plantios tardios favorecem elevadas severidades da doença devido à ocorrência dessas condições climáticas durante o florescimento da cultura, fase na qual as plantas são mais sensíveis ao ataque do patógeno e os sintomas são mais severos, apesar de que a doença possa se manifestar desde os estádios iniciais da cultura (COSTA *et al.*, 2012a).

Os sintomas da doença caracterizam-se pela presença, nas folhas, de lesões cloróticas, de cor esbranquiçada e bordos escuros, arredondadas a oblongas, com diâmetro de até 2 cm. No início, essas lesões são aquosas (tipo anasarca) de cor verde-claro. Em geral, os sintomas aparecem primeiro nas folhas inferiores, progredindo rapidamente em direção ao ápice da planta, e são mais severos após o pendoamento. Em condições favoráveis, essa doença pode causar secagem

prematura das folhas e redução no ciclo da planta (PEREIRA, 1997; REIS *et al.*, 2004).

A doença é causada pelo fungo *Phaeosphaeria maydis* (sin. *Sphaerulina maydis* = *Leptosphaeria zae maydis*). Os peritécios são esféricos, com ostíolo. Os ascos são hialinos, cilíndricos, retos ou curvados. Os ascósporos são hialinos, retos ou ligeiramente curvados e com septos. Os picnídios são esféricos ou globosos, escuros, com ostíolo arredondado, contendo esporos hialinos, alongados ou arredondados (MCGEE, 1990; PINTO *et al.*, 1997).

Segundo Reis *et al.* (2004), não são conhecidas plantas hospedeiras alternativas para essa doença.

2.2.4.4 Cercosporiose (*Cercospora zae-maydis*)

Segundo Reis *et al.* (2004), a cercosporiose é reconhecida como uma das doenças com maior impacto na redução de rendimento do milho, por afetar o número de grãos por espiga e o próprio tamanho dos grãos, além de enfraquecer a base do colmo e o sistema radicular em função do desvio dos fotossintatos. Costa *et al.* (2012a) relatam que atualmente a doença está presente em praticamente todas as áreas de plantio de milho no Centro Sul do Brasil. A doença ocorre com alta severidade em cultivares suscetíveis, podendo resultar em perdas superiores a 80%.

O sintoma da mancha de cercosporiose aparece por ocasião do florescimento, apresentando lesões alongadas com bordos paralelos à nervura, de cor verde oliváceo, ocorrendo posteriormente o coalescimento. Dado essa característica, poderia ser chamada de mancha retangular, pois é a única com esse tipo de lesão (REIS *et al.*, 2004).. O agente etiológico é o fungo necrotrófico *Cercospora zae-maydis* e os conídios apresentam característica hialina, com 6 a 12 septos. O sorgo (*Sorghum* spp.) aparece como hospedeiro alternativo (MCGEE, 1990; PINTO *et al.*, 1997).

A disseminação ocorre através de esporos e de restos de cultura levados pelo vento e por respingos de chuva. Os restos de cultura são, portanto, fonte de inóculo local e, também, para outras áreas de plantio. A ocorrência de temperaturas entre 25 e 30 °C e de umidade relativa do ar superior a 90% são consideradas condições ótimas para o desenvolvimento da doença (COSTA *et al.*, 2012a).

2.2.4.5 Mancha de turcicum (*Exserohilum turcicum* - *Trichometasphaeria turcica*)

É uma das doenças mais antiga e importante na cultura do milho no Brasil, sendo que as maiores severidades desta enfermidade têm ocorrido em plantios de safrinha. Em situações favoráveis ao desenvolvimento da doença, com ataques na pré-floração, as perdas na produção podem chegar a 50%. O patógeno apresenta boa capacidade de sobrevivência em restos de cultura. A disseminação ocorre pelo transporte de conídios pelo vento a longas distâncias. Temperaturas moderadas (18 a 27°C) são favoráveis à doença, bem como a ocorrência de longos períodos de molhamento foliar ou a presença de orvalho (COSTA *et al.*, 2012a).

Os sintomas típicos da mancha de turcicum são a formação de lesões foliares necróticas, elípticas, irregularmente distribuídas na superfície foliar, variando de 2,5 a 15,0 cm de comprimento. O tecido necrosado varia de verde-cinza a marrom (PEREIRA, 1997; RESENDE *et al.*, 2003; REIS *et al.*, 2004).

O agente causal desta doença é o fungo necrotrófico *Exserohilum turcicum* (sin. *Helminthosporium turcicum*), e tem como forma sexuada *Trichometasphaeria turcica*. Pode sobreviver de uma estação de cultivo para a outra sobre a palha, na forma de peritécios e clamidósporos, sendo o período determinado pelas condições ambientais (temperatura, umidade e luz). Em geral, enquanto existir nutrientes e fonte de carbono no substrato, o fungo continuará produzindo inóculo e, durante a fase saprofítica, esse inóculo é disseminado principalmente pelo vento e respingos de chuva (REIS *et al.*, 2004). Os conídios têm coloração verde-oliva ou marrom-escuro, são fusiformes, ligeiramente curvos e com hilo saliente. Os conidóforos são oliváceos, com 2 a 4 septos. Sorgo (*Sorghum* spp.) e teosinto (*Zea mays*) são hospedeiros intermediários (MCGEE, 1990; PINTO *et al.*, 1997), além do capim sudão (*Sorghum sudanense*) (REIS *et al.*, 2004; COSTA *et al.*, 2012a).

2.3 Indução de Resistência

Já na metade do século passado pesquisadores se dedicavam ao estudo desse fenômeno curioso, como por exemplo o experimento realizado com vírus do

mosaico do tabaco (TMV), onde foram inoculadas folhas da porção baixa de plantas com o vírus e notou-se lesões locais. No entanto, ao inocular-se uma segunda vez a mesma planta, só que em sua porção mais alta, percebeu-se que as lesões foram bem menores. Os resultados levaram à conclusão de que a primeira inoculação tinha induzido um mecanismo de resistência na planta com reflexos na segunda inoculação, ou seja, a proteção induzida pode se manifestar local ou sistemicamente, à distância do ponto de aplicação do indutor e penetração do patógeno (CAMARGO, 2011; PASCHOLATI, 2011).

De maneira geral, quando um patógeno entra em contato com a planta e tenta infectá-la, ele encontra uma primeira barreira, generalista, que não faz parte do mecanismo de resistência da planta. Conseguindo vencer essa barreira, o patógeno poderá encontrar uma segunda barreira de defesa que foi ativada quando a planta reconheceu o patógeno. Esse fenômeno é conhecido como indução de resistência e pode ser definido como a ativação de mecanismos latentes de resistência de uma planta por meio de agentes externos abióticos ou bióticos, sem alteração do genoma da planta. Caso essa barreira não seja ativada, começará o processo da doença, porém, mesmo que a ativação ocorra tardiamente, a intensidade da doença poderá ser reduzida (CAMARGO, 2011; PASCHOLATI, 2011).

As plantas podem induzir vários mecanismos que previnem a entrada e o avanço de organismos potencialmente patogênicos. Esses mecanismos podem ser estruturais ou bioquímicos, os quais são geneticamente determinados e sua efetividade depende da expressão no momento certo, em magnitude adequada e em uma sequência lógica, após o contato do patógeno com o hospedeiro (PASCHOLATI, 2011). Além do mais, a exposição antecipada a patógenos ou a tratamentos bióticos ou abióticos também pode melhorar a resposta de defesa. Durante a indução de resistência, o reconhecimento do patógeno ativa uma cascata sinalizadora que leva à expressão de genes associados à resposta defensiva, a qual pode durar períodos de tempo variáveis, por isso, nem sempre a indução de resistência leva ao controle efetivo de uma doença (METRAUX, 2007).

A resistência induzida é um fenômeno biológico complexo que envolve a ativação de vários processos, incluindo a resposta de hipersensibilidade, barreiras estruturais, aumento de síntese de fitoalexinas e acúmulo de proteínas relacionadas à patogênese (proteínas-RP), como a hidrolase β -1,3-glucanase que degrada paredes celulares de patógenos fúngicos (DANTAS *et al.*, 2004). O sucesso da resistência

induzida resulta da interação entre a planta com um adequado agente indutor, que deve estimular a rápida resposta do tecido saudável à infecção dos patógenos (HAMMERSCHMIDT, 2007). Dentre os produtos sintetizados estão os fenilpropanóides, que conforme Lyons *et al.* (1993), citados por Pascholati *et al.* (2008), em estudo da resposta de resistência em milho detectaram que os fenilpropanóides (constituintes normais da planta) são essenciais à expressão da resistência, sendo a resistência em milho uma resposta ativa na qual os fenilpropanóides são sintetizados em excesso e mobilizados para diferentes sítios na parede celular, onde exercem diferentes papéis.

Existem basicamente duas vias distintas de indução de resistência em plantas. De acordo com Romeiro (2009), duas siglas em inglês – ISR (“Induced Systemic Resistance”) e SAR (“Systemic Acquired Resistance”), ou conforme Pascholati (2011), em português, RSI (Resistência Sistêmica Induzida) e RSA (Resistência Sistêmica Adquirida) – são usadas para designarem o fenômeno através do qual as plantas, após exposição a um agente indutor, têm seus mecanismos de defesa ativados, não apenas no sítio de indução como também em outros locais dele distantes, de forma mais ou menos generalizada. A resistência induzida pode ser inclusive transmitida por enxertia. O agente indutor pode ser um ativador químico como os derivados benzotiadiazólicos e outros compostos extraídos de tecido de microrganismos ou de microrganismos vivos. Em verdade, autoridades contemporâneas parecem concordar que RSA e RSI são fenômenos distintos quanto à forma através da qual são induzidos e desencadeados, governados por mecanismos bioquímicos diferentes, mas bastante semelhantes, se não idênticos, no que concerne ao resultado fenotípico final que se expressa sob forma de indução de resistência, inclusive com caráter de sistemicidade. Segundo Heil (2007), RSA é geralmente mais eficiente contra doenças fúngicas, sendo menos efetiva contra bacterioses e muito menos efetiva contra viroses. Ryals *et al.* (1996), citados por Pascholati *et al.* (2008), relatam que RSA refere-se a uma via distinta de transdução de sinais que resulta no desenvolvimento de resistência sistêmica, duradoura e de amplo espectro, sendo iniciada após a inoculação com patógenos necrotróficos ou com tratamento com indutores químicos.

A resistência sistêmica adquirida, induzida geralmente por patógenos necrotróficos, é controlada por um caminho de sinalização dependente do acúmulo de ácido salicílico e da proteína de regulação NPR1, enquanto que a resistência

sistêmica induzida, promovida por bactérias não-patogênicas e promotoras de crescimento, funciona independentemente do ácido salicílico, no entanto também requer a proteína NPR1 e é regulada por ácido jasmônico e etileno (PASCHOLATI, 2011).

Duas premissas básicas devem ser consideradas para explicar o fenômeno da resistência induzida: I) a planta deve ter todos os genes necessários para montar uma defesa efetiva; II) o tratamento com agente indutor é capaz de ativar alguns mecanismos de defesa diretamente, contudo, é mais importante que o agente indutor sensibilize aquela planta de modo que ela esteja apta a expressar um largo conjunto de defesa tão logo se inicie a infecção por patógeno. O primeiro pressuposto é fácil de explicar: já é sabido que as plantas resistem à vasta maioria dos patógenos existentes na natureza e que esse fenômeno está associado com a expressão da defesa. Porém, muitas plantas são suscetíveis a alguns patógenos ou raças isoladas desses patógenos e isso não significa necessariamente que a planta não tenha defesa contra eles, mas que pode simplesmente não ter meios de identificar rapidamente a sua presença. O segundo pressuposto também tem suporte significativo: plantas que foram induzidas apresentam melhoria na sua capacidade de expressar defesa contra uma nova infecção (HAMMERSCHMIDT, 2007).

Conforme sugerido por Romeiro (2009), não se pode assumir simplesmente que ocorreu indução de resistência quando plantas expostas a agentes bióticos ou abióticos, supostamente indutores de resistência, ficam protegidas contra patógenos, já que o agente de controle tanto pode estar realmente induzindo resistência como atuando diretamente sobre o patógeno ou até fazendo as duas coisas ao mesmo tempo. Para dirimir essa dúvida, Van Loon *et al.* (1998), Steiner e Schönbeck (1995), Sticher *et al.* (1997) e Whipps (1997) propuseram alguns critérios para verificar se a resistência exibida pela planta foi induzida: 1) ausência de efeitos tóxicos do agente indutor sobre o patógeno desafiante; 2) supressão da resistência induzida pela exposição prévia da planta a substâncias que inibem a expressão de genes do hospedeiro; 3) necessidade de um intervalo de tempo entre a exposição da planta ao indutor e a expressão da resistência; 4) não haver uma relação entre magnitude da resistência expressa e quantidades crescentes do indutor aplicado, à semelhança do que se observa em casos típicos de uso de defensivos; 5) inespecificidade da proteção ou proteção generalizada contra uma ampla gama de patógenos; 6) que a resistência seja local e sistêmica e, 7) que seja dependente do genótipo da planta.

Lyon (2007) relata que indutores tem por característica não serem específicos e por isso induzem resistência genérica, que pode ser efetiva contra um grande espectro de patógenos e para um diverso grupo taxonômico de plantas. Cita diversos agentes que podem ser agrupados em três categorias: 1) sub-produtos de fungos e bactérias (antibióticos, quitina, ergosterol, glucano, lipopolissacarídeos, proteínas, peptídeos e ácido salicílico); 2) extratos e produtos de plantas (brassinoloides, jasmonatos, oligogalactorunoides, oxalatos, ácido salicílico, espermina, etileno e compostos orgânicos voláteis) e, 3) carboidratos (quitosana, sacarina e glucano de algas marinhas).

Existem vários produtos comerciais disponíveis no mercado, seja na forma de fungicidas convencionais que também podem atuar como indutores, seja como indutores sintéticos, tais como: Bion (acibenzolar-S-metil) fabricado pela Syngenta, Oxycom (ácido acético + peróxido de hidrogênio + mistura de nutrientes de plantas) fabricado pela Redox Chemicals e ReZist (1,75% de cobre + 1,75% de manganês + 1,75% de zinco com poliaminas e extratos naturais de plantas) comercializado pela Micromix International, além de ProAct™, Elexa e Phytogard, os quais representam uma nova geração de protetores de cultivo, com possibilidade de utilização em programas de manejo de doenças de plantas (LYON, 2007; PASCHOLATI, 2011). Lyon (2007) comenta ainda que provavelmente Bion tenha sido o melhor indutor sintético já produzido, uma vez que mostrou-se eficiente no controle do mofo do trigo, permanecendo efetivo por 10 semanas, além de controlar mosca branca (*Bemisia tabaci*) em tomate.

A indução de resistência em plantas se apresenta como uma alternativa viável para o controle de doenças vegetais, além de propiciar estudos bioquímicos e fisiológicos. Há um grande esforço de pesquisas sobre a especificidade entre o patógeno e hospedeiro, fenômeno de reconhecimento, papel das fitotoxinas e enzimas microbianas extracelulares na patogênese e fatores bioquímicos de resistência, como compostos fenólicos, fitoalexinas e proteínas relacionadas a patogênese (STANGARLIN *et al.*, 2011). Pascholati (2011) sugere que a proteção resultante da indução de resistência é viável tanto em casa-de-vegetação quanto em condições de campo e que apresenta vantagens como: efetividade contra vírus, bactérias, fungos e nematoides; estabilidade devido à ação de diferentes mecanismos de resistência; caráter sistêmico, persistente e natural de proteção; transmissão por enxertia; economia de energia metabólica porque a planta permanece em “estado de

alerta”, preparada para se defender numa próxima tentativa de infecção. Pressupõe-se que os indutores de resistência não atuem diretamente sobre os patógenos e também é desejado que não prejudiquem os microrganismos benéficos. Nesse sentido, Mamprim (2011), avaliou o efeito de defensivos agrícolas naturais e extratos vegetais sobre parâmetros biológicos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok, que é um fungo entomopatogênico que atua no controle biológico de pragas, e constatou que ambos os indutores, ASM e MOS, não afetaram a viabilidade do fungo.

Por outro lado, conforme relatado por Newton e Pons-Kühnemann (2007), a indução de resistência resulta em dispêndio de energia para planta e, portanto, só deveria ser desencadeada com o reconhecimento real de um patógeno. A interação entre hospedeiro, patógeno e ambiente conduzirá a planta na “decisão” para onde alocar seus recursos: I) para melhorar os mecanismos de defesa ou, II) para o seu crescimento e desenvolvimento (HAMMERSCHMIDT, 2007). Em experimento em cevada com um patógeno avirulento e que não se hospeda nessa cultura, foi constatada uma redução de 7% no rendimento de grãos, redução de 4% no peso do grão, redução de 11% na proteína do grão, redução de 3% na massa de palha e redução de 5% no comprimento da palha. Isso é um indicativo de que a melhoria na tolerância a doenças resultante de aplicação de indutores pode não resultar em aumento de produtividade e que mesmo na ausência de indutores aplicados, a indução de resistência pode ser iniciada pela alta pressão de inóculo.

Piccinin *et al.* (2005) relatam que *Saccharomyces cerevisiae* é uma levedura com potencial para o controle de doenças de plantas, pois apresenta a capacidade de sintetizar compostos antibióticos, habilidade de competição por espaço e nutrientes no filoplano de muitas espécies vegetais, além de possuir indutores na parede celular. Em seu trabalho objetivando avaliar a produtividade de cultivares de sorgo (*Sorghum bicolor*) tratadas com a levedura para verificar o controle da antracnose, causada por *Colletotrichum sublineolum* e da mancha foliar, provocada por *Exserohilum turcicum*, constataram que *S. cerevisiae* reduziu significativamente a antracnose e melhorou a produtividade da cultivar suscetível. Já a mancha foliar apresentou redução no progresso, porém a produtividade da cultivar suscetível não foi aumentada. Os autores concluíram que *S. cerevisiae* apresentou bom desempenho no campo para o controle de doenças foliares em sorgo, melhorando ou não comprometendo a produtividade da cultura. Roncatto e Pascholati (1998), apresentaram estudo para verificar a influência de *S. cerevisiae* na atividade da peroxidase em milho e sorgo e

constatarem que as alterações ocorridas com a peroxidase refletem o reconhecimento das células ou metabólitos da levedura por parte das plantas, acarretando uma alteração no metabolismo normal das mesmas.

Kuhn (2007) observou em plantas de feijoeiro a ocorrência da indução de resistência em função da aplicação dos dois indutores utilizados, acibenzolar-S-metil (ASM) e *Bacillus cereus*, sendo que para o indutor ASM a indução de resistência estava associada a aumentos na atividade de peroxidase, quitinase, β -1,3-glucanase e proteases, aumento da síntese de lignina e redução no teor de fenóis, aumentos no teor de proteínas solúveis e de açúcares redutores nas folhas, redução do crescimento e da produtividade, aumento do teor de proteína dos grãos e redução do teor de amido nestes. Verificou ainda que o indutor abiótico ASM alterou muito mais o metabolismo, gerando um custo metabólico e redirecionando os fotoassimilados para investir em defesas, causando redução da produtividade.

Viecelli *et al.* (2009) verificaram que os extratos obtidos do filtrado de cultura de *Pycnoporus sanguineus* reduziram a severidade da mancha angular (*Pseudocercospora griseola*) do feijoeiro, tanto local como sistemicamente, por meio do aumento da atividade de enzimas de defesa como peroxidase e polifenoloxidase e que alterações fisiológicas como o teor de proteínas e clorofilas foram incrementadas nas plantas de feijoeiro tratadas com os extratos, indicando a eficiência destes em reduzir a doença.

Dantas *et al.* (2004) testaram a hipótese de que os indutores acibenzolar-S-metil (ASM) e mananoligossacarídeo fosforilado (MOS) seriam capazes de induzirem respostas de defesa do fruto do mamoeiro contra fungos causadores de podridões. Ambos os tratamentos foram eficientes no controle da antracnose, proporcionando reduções na incidência em torno de 70%. Já para podridão de lasiodiplodia, o tratamento com acibenzolar-S-metil foi mais eficiente, constatando-se reduções médias de incidência de 50%, enquanto que para a podridão de *Fusarium* a redução da incidência em todos os tratamentos variou entre 23 a 51%.

Kuhn e Pascholati (2010) avaliaram os custos adaptativos da indução de resistência em feijoeiro induzido por um indutor biótico (*Bacillus cereus*) e um abiótico (acibenzolar-S-metil). Avaliaram o efeito protetor contra a bactéria *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*, além da atividade de peroxidase, quitinase, β -1,3-glucanase, síntese de lignina, fenóis e crescimento com base na matéria seca, onde detectaram

que os indutores protegeram a cultura contra *X. axonopodis* pv. *phaseoli* com base na redução da severidade, porém, a resistência induzida por acibenzolar-S-metil apresentou elevado custo associado, enquanto que *B. cereus* apresentou baixo custo e concluíram que a indução de resistência precisa ser melhor explorada e estudada para potencializar seu uso em feijoeiro.

Já Antoniazzi e Deschamps (2006), avaliando o desenvolvimento da cevada em resposta ao uso de indutores para o controle de *Bipolaris sorokiniana*, não detectaram diferença de desenvolvimento entre o tratamento com fungicida (epoxiconazole 80 g i.a. ha⁻¹ + pyraclostrobin 30 g i.a. ha⁻¹) e com indutores (goma xantana 0,50 g L⁻¹ e alicina 0,87 mg L⁻¹), embora os indutores tenham provocado alterações fisiológicas na planta.

Contudo, para otimizar a eficácia dos indutores de resistência, é necessária uma completa compreensão das interações entre planta, ambiente e patógeno. Também é importante entender como os indutores de resistência poderão se encaixar nas estratégias de controle das doenças, porque eles não são, e nem devem ser, considerados simplesmente como "fungicidas seguros". Isso, por sua vez, exigirá conhecimento sobre a interação dos indutores de resistência com todas as práticas de manejo da cultura (NEWTON e PONS-KÜHNEMANN, 2007).

2.4 Resposta de Hipersensibilidade

A resposta de hipersensibilidade (RH) é caracterizada pela morte programada das células em torno da infecção sendo mais eficiente contra patógenos biotróficos, pois restringe o acesso à água e nutrientes, com a participação das espécies reativas de oxigênio e do ácido salicílico. Morfologicamente, é reconhecida como uma clorose localizada, que aparece aproximadamente 24 horas após a infecção, podendo progredir para uma lesão necrótica (GLAZEBROOK, 2005). Por outro lado, Hammond-Kosak e Jones (1996), citados por Pascholati *et al.* (2008), sugerem que, em alguns casos, a morte celular na RH não é necessária para cessar o crescimento do patógeno já que é possível que alguns genes de resistência iniciem respostas de defesa tão efetivas que a morte celular nem seja ativada.

Havendo sucesso na RH, uma pequena região do tecido morto permanece no local do ataque do patógeno, mas o restante da planta não é afetado (TAIZ e ZEIGER,

2004). É considerada uma defesa induzida e pode impedir o crescimento do patógeno nos tecidos da planta. Fungos e bactérias são isolados e morrem rapidamente, já as partículas virais podem sobreviver por algum tempo, em baixas concentrações, porém sem possibilidade de movimentação para fora da lesão (PASCHOLATI, 2011).

A RH pode levar à morte local das células situadas onde o indutor se instala. O indutor pode ser um ativador químico, extratos de células de microorganismos ou microorganismos vivos. As harpinas são indutores protéicos produzidos por bactérias apenas quando há expressão de um gene *hrp* e são capazes de induzir respostas de defesa, como a RH em plantas não hospedeiras desse patógeno. O óxido nítrico apresenta importante papel como sinalizador da RH em plantas durante uma interação incompatível. Um efeito sinérgico entre o óxido nítrico e espécies reativas de oxigênio mostrou potencializar a RH em vegetais (DIAS e RANGEL, 2007).

Clarke *et al.* (2000) mostraram que o óxido nítrico é capaz de induzir morte em culturas de células de *Arabidopsis thaliana* de maneira similar à observada na tentativa de infecção dessas células com uma bactéria avirulenta, e, elevando o teor de óxido nítrico por meio de doadores, houve morte de células independentemente das espécies reativas de oxigênio. Também encontraram evidências de que células mortas por indução de óxido nítrico são análogas à característica hereditária de morte programada de células, portanto dependente de expressão gênica.

Gouvea (2007) relata que em seu experimento para avaliar o número de lesões causadas por *Mycosphaerella fragariae* em folhas de morangueiro, tratado com diferentes preparações de *Saccharomyces cerevisiae*, os dados obtidos em relação ao diâmetro da lesão não apresentaram diferenças entre os tratamentos, indicando que os tratamentos não afetaram a infecção pelo patógeno, não promovendo a formação de compostos ou RH que pudessem restringir o crescimento da lesão.

Segundo Schenck *et al.* (2000), durante o processo de defesa da planta existe uma substancial rede de interações entre as rotas sinalizadoras de salicilato e jasmonato, apesar de que em trabalhos anteriores tenha sido mostrado que atuam de modo antagônico. Os aspectos fisiológicos da RH incluem o aumento rápido e transitório de agentes oxidantes, a perda de íons potássio (K^+) e ganho de íons hidrogênio (H^+) pelas células, a destruição de compartimentos e o espessamento das paredes celulares e da cutícula (fina camada sobre a epiderme do caule e das folhas), além da síntese de toxinas (fitoalexinas) e proteínas relacionadas à defesa.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do Experimento

O experimento foi conduzido na safrinha de dois anos consecutivos (2011 e 2012) no município de Toledo, Paraná, em área localizada sob as seguintes coordenadas geográficas: latitude Sul de 24° 39' 37", longitude Oeste de 53° 45' 59" e altitude de 545 metros, onde o solo (Tabela 01) é de textura argilosa, originado do basalto e denominado de LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico (EMBRAPA, 2006).

Tabela 01. Análise físico-química do solo na camada de 0-20 cm, antes da implantação do experimento. Toledo - PR, 2011.

Características químicas										
Camada (cm)	pH	%		P (disp.)	Cmol _c dm ⁻³					
	CaCl ₂	MO	SB (V)	mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H ⁺ Al	H ⁺	CTC
0 - 20	5,1	4,6	55,6	38,7	0,5	4,2	1,7	5,1	5,1	11,6
Características físicas (granulometria)										
Densidade			Porcentagem (%)							
real			Areia	Silte		Argila				
2,2			30,4	18,9		50,7				

O índice de precipitação pluvial, bem como a temperatura máxima e mínima no período da safrinha de 2011 e 2012 pode ser visto na Figura 02 (média por mês) e no Apêndice A (média por decêndio). A diferença mais significativa entre os dois anos está relacionada à precipitação pluvial dos meses de abril, maio e junho, com extremos opostos nesse trimestre de cada ano, período que corresponde aos estádios de florescimento até enchimento de grãos do milho safrinha. Enquanto que em 2011 esse trimestre foi extremamente seco, somando apenas 143 mm de chuva, em 2012 foi muito chuvoso, somando 893 mm.

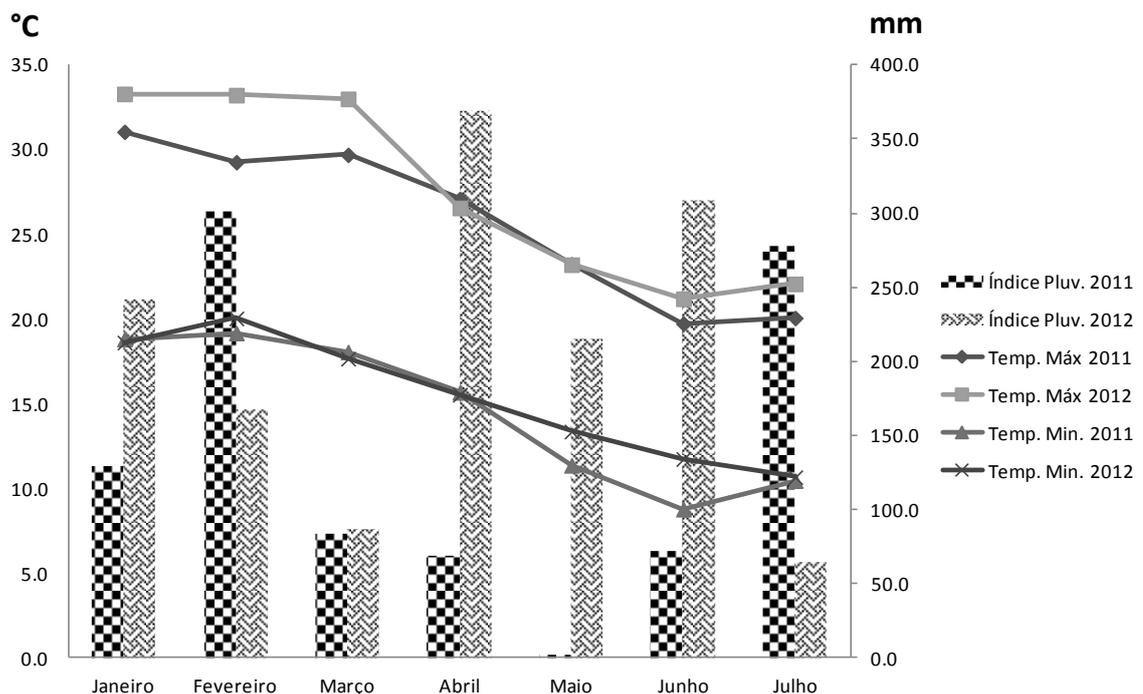


Figura 02. Média da temperatura máxima e mínima e precipitação pluvial total registradas durante o período da safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR.

3.2 Híbridos Avaliados

Foram testados quatro híbridos simples (Tabela 02) disponíveis no mercado com recomendação para cultivo no Oeste do Paraná, de forma que tivesse pelo menos um híbrido tolerante e outro suscetível às principais doenças foliares, uma vez que não há um padrão fitopatológico definido para a safrinha do Oeste do Paraná e a avaliação seria realizada a partir da infecção natural de patógenos.

Tabela 02. Características dos híbridos avaliados nos experimentos da safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR. Fonte: Departamento Técnico da DuPont - Pioneer.

Híbrido	Resposta às principais doenças foliares				Unidades de calor no florescimento
	Turcicum	Polissora	Feosféria	Cercosporiose	
30F90H	suscetível	tolerante	intermediário	suscetível	1540
30K73H	tolerante	intermediário	intermediário	tolerante	1540
P4042H	intermediário	tolerante	tolerante	tolerante	1560
30K64H	intermediário	suscetível	suscetível	intermediário	1580

Outro critério de escolha dos híbridos foi o ciclo de floração, que precisava ser semelhante para que todos os híbridos estivessem no mesmo estágio fenológico no momento da aplicação dos produtos e das avaliações.

3.3 Produtos Aplicados

Foram aplicados dois indutores de resistência, um de origem biótica e outro abiótico e um fungicida de amplo espectro de ação para avaliar o desempenho em ambiente com reduzida incidência de doenças (Tabela 03). Ainda foi realizado tratamento adicional com água, para avaliar o desempenho sem a interferência de indutores e fungicida sobre os patógenos, possibilitando uma variável adicional na análise de regressão, quando os dados mostrassem significância.

Tabela 03. Produtos comerciais aplicados nos experimentos da safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR.

Produto comercial	Proporção da dose media		
	0,5	1,0	1,5
Bion	12,5 g p.c. ha ⁻¹	25 g p.c. ha ⁻¹	37,5 g p.c. ha ⁻¹
Agro Mos	750 mL p.c. ha ⁻¹	1.500 mL p.c. ha ⁻¹	2.250 mL p.c. ha ⁻¹
Priori Xtra	150 mL p.c. ha ⁻¹	300 mL p.c. ha ⁻¹	450 mL p.c. ha ⁻¹

As aplicações dos produtos aconteceram nos estádios V_8 e V_T , respectivamente, de acordo com a classificação fenológica proposta por Ritchie *et al.* (1993). No estágio V_8 foi utilizado pulverizador manual, adaptado sobre um carrinho de mão e, no estágio V_T , utilizou-se pulverizador costal. Em ambos os estádios a aplicação foi realizada com ponteira de pulverização de jato cônico vazio e o volume de calda foi proporcional a 250 L ha⁻¹.

3.3.1 Indutores de resistência

O indutor de origem biótica foi o mananoligossacarídeo fosforilado (MOS) derivado da parede celular da levedura *Saccharomyces cerevisiae* 1026 (Hansen),

comercializado sob nome comercial de Agro-Mos¹ pela Improcrop Brasil, de Curitiba-PR. Já o indutor abiótico utilizado foi o acibenzolar-S-metil (ASM) que é comercializado com nome comercial de Bion¹ pela Syngenta Proteção de Cultivos Ltda, de São Paulo-SP.

Como ambos os produtos ainda não tem registro e recomendação específica para uso na cultura do milho, foram testadas três doses de cada produto, de forma que representassem proporção de 0,5, 1,0 e 1,5 vezes a dose média recomendada para outras culturas anuais (Tabela 03). Para o indutor Bion, a recomendação do fabricante é aplicar 25 g ha⁻¹ na batata (*Solanum tuberosum*) para o controle de *Phytophthora infestans*, no feijão (*Phaseolus* sp) para controle de *Colletotrichum lindemuthianum*, *Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli* e BGMV (Bean Golden Mosaic Vírus) e no algodão (*Gossypium hirsutum* L.) para o controle de *Ramularia areola* e *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* e no melão (*Cucumis melo* L.) para controle de *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli*. Já para Agro-Mos, o uso em culturas anuais como indutor de resistência ainda é bem incipiente, porém a Associação Brasileira da Batata (ABBA, 2009) relata em sua página eletrônica que tem observado que a aplicação alternada de Stubble-Aid (1.500 mL ha⁻¹) + Agro-Mos (1.500 mL ha⁻¹) tem trazido bons resultados no manejo de doenças da batata (*S. tuberosum*), principalmente a canela preta (*Erwinia carotovora*), em diversas regiões brasileiras.

3.3.2 Fungicida

Foi aplicado um fungicida à base de azoxistrobina (estrobilurina) e ciproconazol (triazol), comercializado com nome de Piori Xtra¹, seguindo recomendação técnica para o controle de doenças fúngicas (*Phaeosphaeria maydis* e *Cercospora zae-maydis*) na cultura do milho. Ciproconazol é um fungicida inibidor de biossíntese de esteróis, exibindo vários graus de sistemicidade. Faz parte do maior e mais importante grupo de compostos já desenvolvidos para o controle de doenças fúngicas. Já a azoxistrobina é o mais popular composto do grupo dos inibidores da respiração, as estrobilurinas, que são derivadas de um metabólito secundário do fungo *Strobilurus tenacellus* e apresentam amplo espectro com boa ação sobre ascomicetos, fungos anamórficos, basidiomicetos e oomicetos (KIMATI, 2011).

¹ Citações de marcas não indicam recomendação dos autores.

3.4 Unidade Experimental

Cada unidade experimental foi constituída por quatro linhas com espaçamento de 0,76 m entre linhas, das quais foram avaliadas as duas linhas centrais, ficando uma linha de bordadura em cada lateral da parcela, que somada à linha de bordadura da parcela adjacente, formavam uma barreira de duas linhas de semeadura com o intuito de minimizar o efeito de bordadura. O comprimento total de cada linha foi de 5,0 m com 23 plantas (total 92 plantas), ficando um corredor de 0,80 m no final de cada linha para permitir o acesso dos avaliadores. Ainda foram desconsiderados mais 0,35 m (3 plantas) de cada extremidade da linha para minimizar o efeito de deriva do tratamento realizado nas parcelas adjacentes. Dessa forma, cada parcela teve área útil de 5,32 m² (3,50 m de comprimento x 0,76 m entre linhas x 2 linhas), com 34 plantas no total (17 em cada linha).

3.5 Delineamento Experimental

Foi utilizado delineamento experimental de blocos casualizados com esquema fatorial triplo e tratamento adicional, em três repetições. Os fatores testados foram: (A) híbrido em quatro níveis, (B) produto em três níveis e, (C) dose em três níveis. O tratamento adicional foi realizado com pulverização de água, representando o nível zero do fator dose.

3.6 Semeadura

Os experimentos foram realizados em sistema de semeadura direta, sobre palhada de soja (*Glycyne max*). Para semear usou-se semeadora John Deere de quatro linhas, composta de sistema de distribuição de sementes em prato estriado, conjunto de corte adaptado para semeadura direta e com dispositivo elétrico que possibilita alternância automática de híbridos a cada cinco metros percorridos.

A semente foi previamente acondicionada em envelopes com 70 sementes. Na semeadura, cada envelope teve sua semente distribuída em duas linhas de 5 m, com excesso de plantas para que no desbaste, realizado no estágio V₃, fosse atingida população equivalente a 60.000 plantas ha⁻¹ (23 plantas por linha).

3.7 Tratos Culturais

Com exceção à aplicação dos produtos em estudo, os demais tratos culturais foram realizados igualmente em todas as parcelas. A adubação de base foi de 36 kg de nitrogênio (N), 90 kg de fósforo (P₂O₅) e 90 kg de potássio (K₂O) por hectare, ou seja, 450 kg ha⁻¹ da fórmula 8-20-20 (NPK). A adubação de cobertura foi realizada com ureia, em duas aplicações, sendo a primeira em V₃ com 54 kg ha⁻¹ de N e a última em V₆ com 81 kg ha⁻¹ de N, objetivando produtividade superior a 8.000 kg ha⁻¹ (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000).

No intuito de minimizar a perda de plantas ou partes delas por ataque de insetos, aplicou-se inseticida granulado carbofurano na dose de 1 kg i.a. ha⁻¹ incorporado na linha de plantio pela semeadora. Ainda com o mesmo objetivo e apesar dos híbridos conterem evento transgênico Bt, nos 45 dias subseqüentes à emergência, foram feitas aplicações de inseticidas na parte aérea com metomil na dose 129 g i.a. ha⁻¹, novaluron na dose de 15 g i.a. ha⁻¹ e espinosade na dose 48 g i.a. ha⁻¹, além de tiametoxam na dose de 35,2 g i.a. ha⁻¹.

Para o controle de plantas daninhas aplicou-se herbicida seletivo de ação sistêmica, pós-emergente, do grupo químico sulfoniluréia (nicosulfuron) na dose de 50 g i.a. ha⁻¹.

Houve suprimento de água por irrigação com pivot lateral móvel para manter a necessidade hídrica da cultura sempre que a precipitação pluvial natural fosse insuficiente para garantir a lâmina de água prontamente disponível (APD), que segundo Resende *et al.* (2003), corresponde à quantidade de água consumida pela cultura desde a última irrigação. Na safrinha de 2011, a precipitação pluvial durante o ciclo da cultura foi de 535 mm, sendo que houve complementação de 200 mm com irrigação (8 vezes de 25 mm) entre os estádios fenológicos V₁₂ e R₂. Já na safrinha de 2012 o suprimento de água através da precipitação pluvial foi bem mais abundante e regularmente distribuída durante as etapas mais críticas ao desenvolvimento, tendo

acumulado 969 mm durante o ciclo da cultura. Mesmo assim, na safrinha de 2012 houve complementação de água via irrigação com pivot lateral por quatro vezes, cada uma com 25 mm (totalizando 100 mm), nos estádios fenológicos compreendidos entre V_4 e V_T .

3.8 Coleta de Dados

O efeito da indução de resistência foi avaliado pela análise comparativa das variáveis listadas na Tabela 04. Para as variáveis avaliadas com escala de notas, foi registrada a média resultante da nota de três avaliadores treinados, que realizaram sua avaliação de forma independente, reduzindo assim o efeito natural de subjetividade decorrente da avaliação com escala de notas baseada em escala diagramática (Figura 03 e Figura 04).

Tabela 04. Variáveis avaliadas nos experimentos da safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR.

Ano	Variável avaliada	Abreviatura	Unidade
2011	mancha de turcicum	MT	nota
	resposta de hipersensibilidade	RH	nota
	altura de planta	AP	m
	altura de inserção da espiga	AIE	m
	acamamento em função da raiz	AR	%
	acamamento de colmo	AC	%
	nitrogênio foliar	NF	g kg ⁻¹
	massa de mil grãos	MMG	g
	rendimento de grãos	RG	kg ha ⁻¹
2012	ferrugem polissora	FP	nota
	resposta de hipersensibilidade	RH	nota
	altura de planta	AP	m
	altura de inserção da espiga	AIE	m
	acamamento em função da raiz	AR	%
	acamamento de colmo	AC	%
	percentual de grãos ardidos	PGA	%
	massa de mil grãos	MMG	g
	rendimento de grãos	RG	kg ha ⁻¹

3.8.1 Nota para doenças foliares (MT e FP)

O percentual de área foliar livre de sintomas da lesão foi avaliado com escala diagramática duas semanas após a finalização da polinização e convertido em escala de notas de 1 a 9 (Figura 03), onde: nota 1 (0 a 10% sem lesão) representa a menor sanidade; nota 2 (10 a 30%); nota 3 (30-40%); nota 4 (40-50%); nota 5 (50-60%); nota 6 (60-70%); nota 7 (70-80%); nota 8 (80-90%) e nota 9 (90-100%) representando a maior sanidade foliar e, por consequência, a menor severidade de MT ou FP.

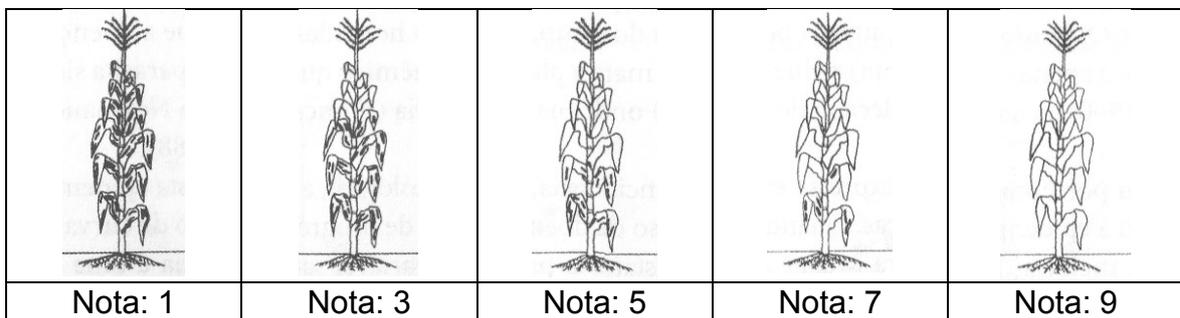


Figura 03. Escala diagramática para avaliação de doenças foliares (MT e FP).

3.8.2 Nota para resposta de hipersensibilidade (RH)

A severidade da RH foi avaliada com chave descritiva duas semanas após a última aplicação dos produtos e convertida em nota com escala de 1 a 9 (Figura 04), onde: nota 1 (0 a 10% sem lesão) representa a menor sanidade; nota 2 (10 a 30%); nota 3 (30-40%); nota 4 (40-50%); nota 5 (50-60%); nota 6 (60-70%); nota 7 (70-80%); nota 8 (80-90%) e nota 9 (90-100% sem lesão) representando a maior sanidade foliar e menor severidade RH.

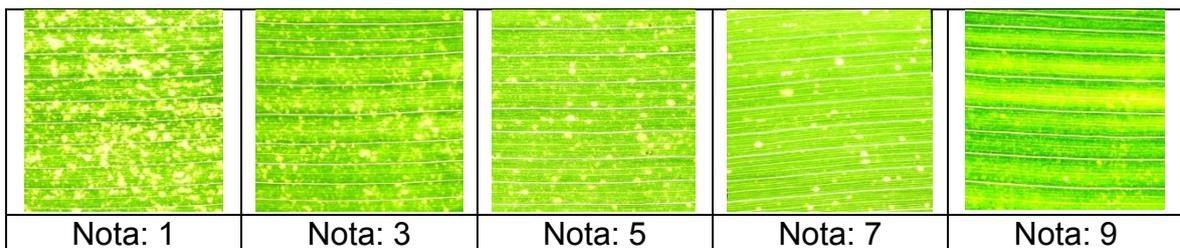


Figura 04. Escala diagramática para avaliação da resposta de hipersensibilidade.

3.8.3 Altura de inserção da espiga (AIE) e altura de planta (AP)

A medida a partir do nível do solo até a altura de inserção da espiga superior foi obtida três semanas após a floração. Foram avaliadas cinco plantas, alternadas a cada três plantas, dentro da área útil da parcela. A altura de planta, que é a medida do solo até o topo do pendão, também foi obtida três semanas após a floração e nas mesmas plantas onde foi avaliada a altura de inserção de espiga.

3.8.4 Acamamento de colmo (AC) e acamamento em função da raiz (AR)

O acamamento de colmo e o acamamento em função da raiz foram avaliados de forma genérica, sem diferenciação de patógenos. Foi considerado como acamamento de colmo toda planta que tivesse colmo quebrado abaixo da espiga e como acamamento em função da raiz toda planta com inclinação superior a 20 graus e que não estivesse quebrada. Os valores foram expressos em percentual de plantas afetadas em relação ao total de plantas da parcela útil.

3.8.5 Nitrogênio foliar (NF)

Para determinar o teor de nitrogênio foliar, foi coletada a folha inteira oposta e abaixo da primeira espiga (superior), excluída a nervura central, por ocasião do aparecimento da inflorescência feminina (embonecamento), de cinco plantas, alternadas a cada três plantas na linha de plantio. As amostras foram lavadas com água de torneira, posteriormente com detergente neutro, na concentração de 1 mL L⁻¹, e novamente com água de torneira para eliminar poeira e outros contaminantes. Na sequência o material foi posto para secar primeiramente ao ar, sobre superfície plástica limpa e à sombra. Posteriormente, foi embalado em sacos de papel etiquetados e colocado para secar em estufa com circulação forçada de ar em temperaturas variando de 60 a 65 °C até atingir peso constante. A moagem foi realizada em moinho tipo Willey, com facas e câmara de aço, visando assegurar a

homogeneização da amostra. Para a determinação do teor de N total utilizou-se a digestão sulfúrica seguida destilação em microdestilador Kjeldhal (AOAC, 2005).

3.8.6 Percentual de grãos ardidos (PGA)

Para a avaliação do percentual de grãos ardidos, tomou-se amostras de 250 gramas onde foi avaliada a podridão dos grãos, sem diferenciar patógenos. Conforme Pereira (1995) citado por Trento *et al.* (2002), as podridões de espiga, que originam os grãos ardidos, são caracterizadas por sintomas de descoloração devido à infecção por fungos e estão aliadas às condições climáticas e às práticas culturais. A incidência de grãos ardidos foi determinada segundo critério estabelecido pela portaria nº 11 de 12 de abril de 1996 (BRASIL, 1996). O método consistiu na separação visual e na determinação da porcentagem de grãos com alteração na coloração em mais de um quarto da sua superfície.

3.8.7 Massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG)

Para avaliação da produtividade, as espigas colhidas das parcelas foram debulhadas e em seguida avaliadas as variáveis peso e umidade dos grãos. Com base nesses dados e na área útil da parcela, foi calculado o rendimento de grãos por unidade de área, sendo registrado na forma de kg ha^{-1} com umidade corrigida a 15 %. Para avaliar massa de mil grãos, primeiro separou-se uma amostra de 0,5 kg durante a debulha e numa próxima etapa separou-se mil grãos dessa amostra em contador eletrônico de sementes. Em seguida foi avaliada a massa desses mil grãos em balança digital.

3.9 Análise Estatística

Foi realizada análise conjunta dos experimentos dos dois anos, sendo que os dados foram submetidos à análise de variância com posterior comparação de médias pelo teste de Tukey ou análise de regressão para verificar a relação entre duas

variáveis, dependendo da natureza dos dados, utilizando-se o programa computacional SAS e procedimentos conforme Pimentel-Gomes e Garcia (2002). Seguindo recomendações de Little e Hills (1978), os dados que não apresentavam distribuição normal foram transformados para raiz quadrada de $X+1$ ($\sqrt{x+1}$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se incidência de patógenos distintos nos dois anos consecutivos sobre os mesmos híbridos, no mesmo local e nas mesmas condições de manejo. Essa observação corrobora com o relato de Resende *et al.* (2003) e Fontoura (2005), evidenciando que não há padronização em relação ao comportamento fitopatológico na safrinha, provavelmente em função do ambiente resultante das condições climáticas variantes através dos anos no período de desenvolvimento da cultura, que vai de janeiro a julho. Conforme pode ser observado na Figura 02, tanto as temperaturas máxima e mínima, quanto o índice de precipitação pluvial, foram maiores na safrinha de 2012 quando comparadas à safrinha de 2011. O maior impacto provavelmente seja decorrente do índice de precipitação pluvial que foi seis vezes maior nos meses de abril, maio e junho de 2012, em relação ao mesmo período de 2011, sendo que esse trimestre corresponde ao período entre os estádios V_T e R_6 da cultura (Figura 02 e Apêndice A). Na safrinha de 2011 houve incidência da mancha de turcicum (*E. turcicum*), um patógeno necrotrófico, e não foram encontrados grãos ardidos, enquanto que na safrinha de 2012 houve incidência de ferrugem polissora (*P. polysora*), um patógeno biotrófico, além de significativo percentual de grãos ardidos (Apêndice B).

4.1 Doenças Foliaves

Conforme mencionado anteriormente, com relação à incidência de doenças foliares, a safrinha dos dois anos em questão apresentou padrão distinto, sendo que em 2011 houve incidência de mancha de turcicum, causada por um patógeno necrotrófico (*E. turcicum*) e em 2012 incidência de ferrugem polissora, um patógeno biotrófico (*P. polysora*), apesar da semeadura no mesmo local e mesma época do ano (25/01/2011 e 24/01/2012) (Apêndice B).

Segundo Reis *et al.* (2004), o milho safrinha, por ser cultivado na sequência da safra normal, acaba estendendo a fase de parasitismo de todos os fitopatógenos, favorecendo a sobrevivência, a manutenção e a multiplicação dos agentes biotróficos e necrotróficos. Assim, sob o ponto de vista epidemiológico, o cultivo de milho safrinha

está alterando profundamente o comportamento das doenças do milho. Desta maneira, mesmo o clima não sendo tão favorável ao desenvolvimento dos patógenos e do hospedeiro, podem ocorrer danos consideráveis com o ataque de ferrugens, míldio, manchas foliares e podridões de colmo e espiga.

4.1.1 Mancha de turcicum

A mancha de turcicum se manifestou apenas na safrinha de 2011, sendo que a análise de variância (Apêndice C e Apêndice H) indicou significância em todas as fontes de variação avaliadas. O híbrido 30F90H, comprovou ser o híbrido mais suscetível e o híbrido 30K73H o mais tolerante à essa doença, independentemente do tratamento. Com relação aos produtos, nenhum dos indutores (MOS e ASM) apresentou controle similar ao fungicida, que apresentou o melhor controle, sendo que o tratamento com água não se diferenciou dos indutores (Tabela 05). Piccinin *et al.* (2005) relataram contenção do progresso da mancha de turcicum na cultura do sorgo com a aplicação de *S. cerevisiae*, porém sem incremento na produtividade.

Já a dose do fungicida apresentou boa correlação com a nota para mancha de turcicum, indicando que metade da dose já resulta em significativo controle sobre o patógeno, e o controle melhora seguindo equação polinomial de segundo grau conforme pode ser observado na Figura 05. Costa e Cota (2009) relataram que o tratamento com fungicida azoxistrobina + ciproconazol apresentou controle positivo para a maioria das doenças fungicas, inclusive para a mancha de turcicum.

Tabela 05. Nota para mancha de turcicum (MT) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2011. Toledo - PR.

Híbrido	Água	MOS	ASM	Fungicida
30F90H	3,0000 Bc	3,5222 Bc	3,5000 Bc	7,0333 Ac
30K64H	5,6667 Bab	5,6111 Bb	5,5333 Bb	7,9666 Aab
30K73H	7,0000 Ba	7,0444 Ba	7,0444 Ba	8,6666 Aa
P4042H	5,0000 Bb	5,4222 Bb	5,0444 Bb	7,7777 Abc

Média geral: 6,1805

CV (%): 5,4326

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

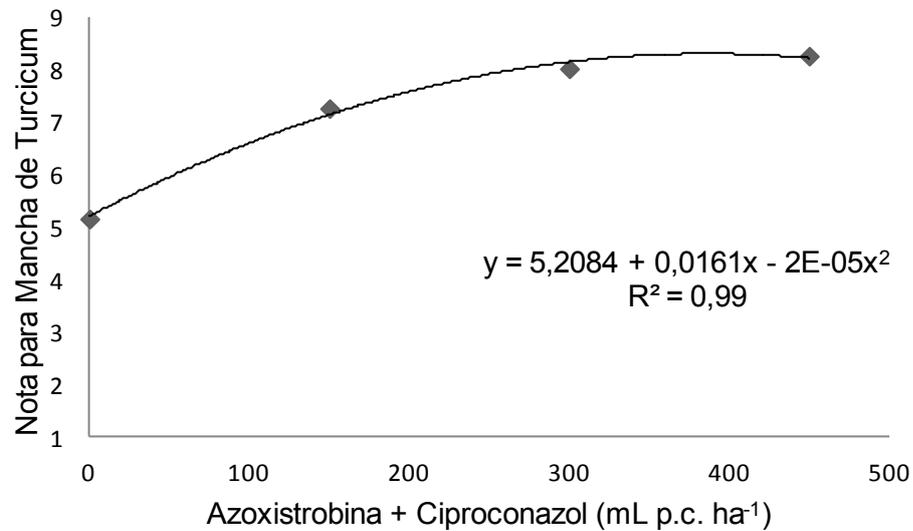


Figura 05. Relação entre dose de azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) e nota para mancha de turcicum (MT) em quatro híbridos na safrinha 2011. Toledo – PR.

4.1.2 Ferrugem polissora

Não houve incidência de ferrugem polissora em 2011, porém na safrinha de 2012 houve incidência com severidade apropriada para avaliação. A discussão será feita apenas na significância da interação entre híbrido e produto, que representam interesse para o presente trabalho. As interações na fonte de variação D (dose) e HxD (híbrido x dose), apesar de significativas, não apresentam interesse de discussão porque não houve interação significativa entre PxD (produto x dose) e dessa forma não foi possível distinguir o efeito da dose de cada produto isoladamente (Apêndice D e Apêndice I).

O híbrido 30K64H foi o mais suscetível à ferrugem polissora (menor nota) nos tratamentos com indutores de resistência, confirmando a metodologia adotada para escolha dos híbridos (Tabela 02), porém, quando tratado com fungicida não apresentou diferença significativa em relação aos demais híbridos (Tabela 06), indicando que azoxistrobina + ciproconazol realizaram bom controle para esta doença, corroborando com a indicação de Costa e Cota (2009) para uso desse fungicida no controle de ferrugem polissora. Bosquette *et al.* (2012) também relataram que o híbrido 30K64H apresentou a maior incidência da ferrugem polissora e que a

aplicação do fungicida azoxistrobina + ciproconazol proporcionou redução de 40% na incidência dessa doença e que a melhor época de aplicação foi o estágio V₈. Por outro lado, Costa *et al.* (2012b), em experimento para avaliar o uso de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho, não encontraram diferença significativa entre os tratamentos com fungicidas (piraclostrobina + epoxiconazol, azoxistrobina + ciproconazol e trifloxistrobina + tebuconazol) no controle de *P. polysora* e na produtividade do milho.

Com relação aos produtos aplicados, o híbrido P4042H não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, pois este tem boa tolerância de origem genética a esse patógeno. Já os híbridos 30F90H e 30K73H, que apresentam tolerância intermediária, apenas diferenciaram o tratamento com fungicida como melhor controle, da mesma forma que o híbrido 30K64H, classificado como suscetível, apresentou comportamento similar nos tratamentos com água, MOS e ASM (Tabela 06). Schipanski (2011), em seu trabalho para avaliar o efeito de fungicidas (fluquinconazole, flutriafol, azoxystrobin, carbendazin, carbendazim + thiram, carboxin + thiram, fludioxonil + metalaxyl, fludioxonil + mefenoxam + thiabendazole, difenoconazole e thiophanate methyl + fluazinam) e de indutor de resistência (ASM) aplicados via tratamento de sementes no controle da ferrugem comum (*P. sorghi*), também constatou que os tratamentos com azoxistrobina e fluquinconazole apresentaram os melhores níveis de controle, enquanto que os demais fungicidas e o indutor de resistência não diferiram entre si.

Tabela 06. Nota para ferrugem polissora (FP) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2012. Toledo - PR.

Híbrido	Água	MOS	ASM	Fungicida
30F90H	8,2667 Ba	8,1111 Ba	8,3111 Ba	8,9444 Aa
30K64H	4,7667 Bb	6,0556 Bb	5,4111 Bc	8,5333 Aa
30K73H	7,6000 Ba	7,9222 Ba	7,6667 Bb	8,8889 Aa
P4042H	8,5333 Aa	8,4111 Aa	8,5556 Aa	8,9556 Aa
Média geral: 7,9805				
CV (%): 4,4562				

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.1.3 Resposta de hipersensibilidade

A resposta de hipersensibilidade (RH) aconteceu na safrinha dos dois anos, viabilizando a análise conjunta dos dois experimentos (Apêndice E). Na safrinha de 2011 (Apêndice C) apresentou significância em todas as fontes de variação, enquanto que na safrinha de 2012 (Apêndice D) não houve significância com híbrido e nem nas interações de HxD (híbrido x dose) e HxPxD (híbrido x produto x dose). Segundo Pascholati (2011), RH é considerada uma defesa induzida e pode ser uma estratégia da planta para impedir o crescimento do patógeno nos tecidos da planta, já que ficam isolados e, se forem do tipo biotróficos, morrem rapidamente.

Em ambos os anos, 2011 (Tabela 07) e 2012 (Tabela 08), não houve diferença significativa entre os híbridos tratados com ASM e fungicida, nem para o tratamento adicional com água (Tabela 09), ficando a significância por conta do tratamento com MOS, que inclusive apresentou comportamento diferente entre híbridos nos dois anos, com maior severidade em 2012 para todos os híbridos, exceto 30K73H (Tabela 10). Em 2011, o híbrido P4042H não apresentou RH, enquanto que os demais apresentaram níveis diferenciados de severidade, agrupando 30F90H e 30K73H como piores e 30K64H como intermediário (Tabela 10). Já na safrinha de 2012, todos os híbridos apresentaram certa incidência de RH, sendo que os híbridos 30F90H e 30K64H apresentaram maior severidade e 30K73H e P4042H menor severidade (Tabela 10).

Tabela 07. Nota para resposta de hipersensibilidade (RH) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2011. Toledo - PR.

Híbrido	Água	MOS	ASM	Fungicida
30F90H	8,6667 Aa	5,7777 Bb	9,0000 Aa	9,0000 Aa
30K64H	9,0000 Aa	6,5555 Bb	9,0000 Aa	9,0000 Aa
30K73H	8,0000 Aa	5,8888 Bb	9,0000 Aa	9,0000 Aa
P4042H	9,0000 Aa	9,0000 Aa	9,0000 Aa	9,0000 Aa
Média geral: 4,9334				
CV (%): 8,2685				

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 08. Nota para resposta de hipersensibilidade (RH) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2012. Toledo - PR.

Híbrido	Água	MOS	ASM	Fungicida
30F90H	9,0000 Aa	4,6667 Bb	9,0000 Aa	8,8889 Aa
30K64H	9,0000 Aa	4,3333 Bb	9,0000 Aa	9,0000 Aa
30K73H	9,0000 Aa	5,2222 Ba	9,0000 Aa	9,0000 Aa
P4042H	9,0000 Aa	6,1111 Ba	9,0000 Aa	8,7778 Aa
Média geral: 7,6666				
CV (%): 11,1273				

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 09. Nota para resposta de hipersensibilidade (RH) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.

Produto	2011	2012
MOS	6,8055 Ab	5,0833 Bb
ASM	9,0000 Aa	9,0000 Aa
Fungicida	9,0000 Aa	8,9166 Aa
Água	8,6666 Aa	9,0000 Aa
Média geral: 7,9675		
CV (%): 8,6669		

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Com relação à dose de MOS, a análise de regressão de ambos os anos, 2011 (Figura 06) e 2012 (Figura 07), e, conseqüentemente a da análise conjunta (Figura 08), mostram que há uma grande correlação entre o aumento da dose de MOS com o aumento da severidade da RH. Roncatto e Pascholati (1998), em estudo para verificar a influência de *S. cerevisiae* na atividade da peroxidase em milho e sorgo, constataram que as alterações ocorridas com a peroxidase refletem o reconhecimento das células ou metabólitos da levedura por parte das plantas, acarretando uma alteração no metabolismo normal das mesmas. Por outro lado, Gouvea (2007) não encontrou diferença entre os tratamentos com *S. cerevisiae* para avaliar o número de lesões causadas por *Mycosphaerella fragariae* em folhas de morangueiro, indicando

que os tratamentos não promoveram a formação de compostos que pudessem restringir o crescimento da lesão.

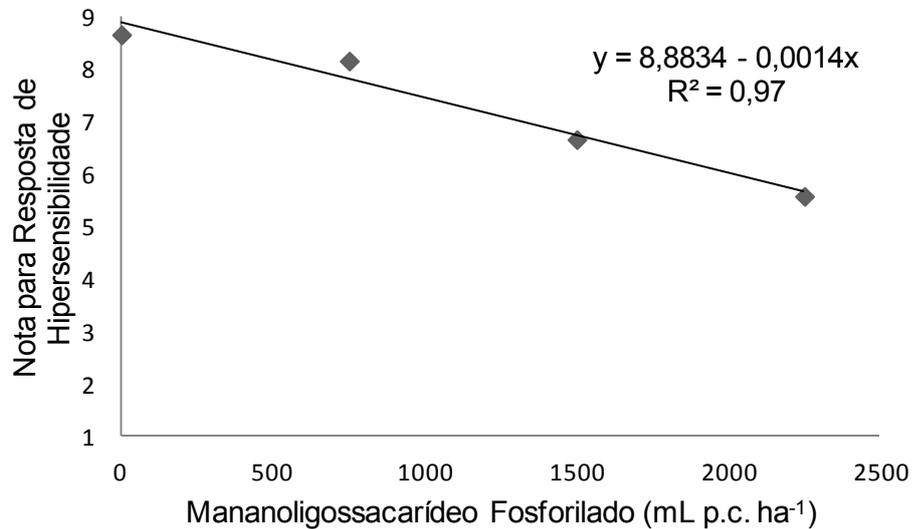


Figura 06. Relação entre dose de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS) e nota para resposta de hipersensibilidade em quatro híbridos na safra 2011. Toledo – PR.

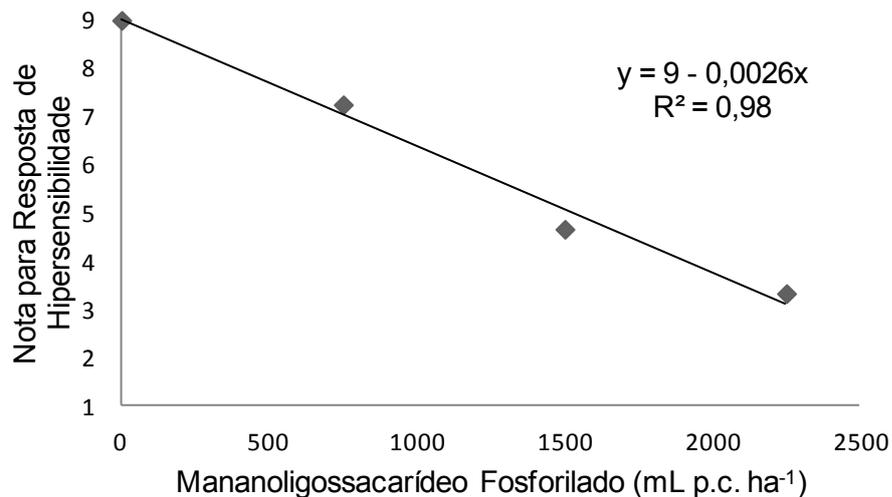


Figura 07. Relação entre dose de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS) e nota para resposta de hipersensibilidade em quatro híbridos na safra 2012. Toledo – PR.

Tabela 10. Média da análise conjunta (2011 e 2012) da nota para resposta de hipersensibilidade em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.

Híbrido	Produto			
	Água	MOS	ASM	Fungicida
2011				
30F90H	8,667 a A α	5,778 b B α	9,000 a A α	9,000 a A α
30K64H	9,000 a A α	6,556 b B α	9,000 a A α	9,000 a A α
30K73H	8,000 a A α	5,889 b B α	9,000 a A α	9,000 a A α
P4042H	9,000 a A α	9,000 a A α	9,000 a A α	9,000 a A α
2012				
30F90H	9,000 a A α	4,667 b B β	9,000 a A α	8,889 a A α
30K64H	9,000 a A α	4,333 b B β	9,000 a A α	9,000 a A α
30K73H	9,000 a A α	5,222 ab B α	9,000 a A α	9,000 a A α
P4042H	9,000 a A α	6,111 a B β	9,000 a A α	8,778 a A α

Média geral: 8,05
CV(%): 22,61

* Médias seguidas da mesma letra minúsculas na coluna (dentro de cada ano), maiúscula na linha e caractere grego na coluna (mesmo híbrido em anos diferentes), não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

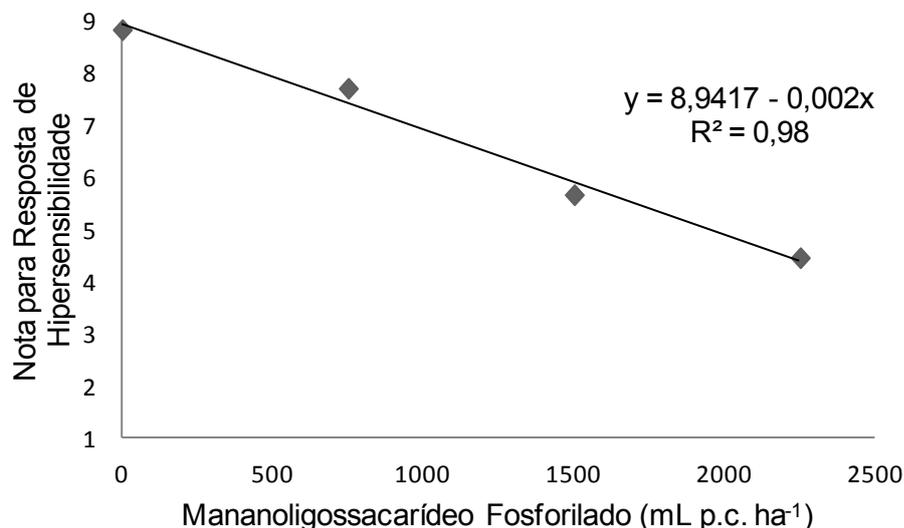


Figura 08. Relação entre dose de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS) e nota para resposta de hipersensibilidade em quatro híbridos na safrinha 2011 e 2012. Toledo – PR.

4.2 Altura de Planta e Altura de Inserção de Espiga.

Para a altura de planta e altura de inserção de espiga não foi observada diferença significativa para os tratamentos aplicados em nenhum dos dois anos. Contudo, houve diferença significativa na fonte de variação H (híbrido), indicando que apenas características intrínsecas do híbrido interferiram nessa variável, portanto não há interesse de discussão no presente trabalho (Apêndice C e Apêndice D). Da mesma forma, Vilela *et al.* (2012) não encontraram diferença para altura de planta e altura de inserção de espiga com a aplicação foliar dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol no pré-pendoamento do milho.

4.3 Acamamento de Colmo e Acamamento em Função da Raiz

O acamamento em função da raiz apresentou diferença entre híbridos em 2011 (Apêndice C) e entre híbridos e produtos em 2012 (Apêndice D). Em 2011 o híbrido P4042H apresentou maior índice de acamamento em função da raiz e em 2012 o híbrido 30K64H superou os demais (Apêndice F). Com relação aos produtos, houve diferença em 2012, onde o tratamento com ASM apresentou índice de acamamento em função da raiz similar ao tratamento com fungicida, tendo sido significativamente melhor (menor dano) que tratamento com água e MOS (Apêndice B). O acamamento de colmo apresentou diferença significativa em 2011 (Apêndice C) e 2012 (Apêndice D) para o híbrido e para a interação HxP, sendo que em 2011 ainda apresentou significância para produto (Apêndice C). O híbrido 30K64H apresentou maior índice de acamamento de colmo nos dois anos (Apêndice F). Já o desdobramento da interação HxP indica que em 2011 o híbrido 30K64H apresentou menor incidência de acamamento de colmo quando tratado com fungicida, em relação aos tratamentos com MOS e ASM (Tabela 11). Por outro lado, em 2012 o desdobramento da interação HxP indica que o híbrido 30F90H, quando tratado com MOS, apresentou incidência menor que o pior híbrido para essa variável (30K64H), diferente dos tratamentos com ASM e fungicida, onde ele não apresentou diferença com esse híbrido (Tabela 12).

A existência de variabilidade genética para resistência ao acamamento foi comprovado por Gomes *et al.* (2010) em seu estudo com genótipos de milho tropical.

Além disso, esses acamamentos provavelmente sejam decorrentes do enfraquecimento do colmo e raiz em função da remobilização de fotoassimilados dessas estruturas para alocação em drenos reprodutivos, já que as doenças foliares prejudicaram o aparelho fotossintético. Segundo Reis *et al.* (2004), as doenças foliares reduzem a quantidade de luz absorvida pela planta, alterando também os processos de absorção de água e nutrientes pelas raízes e translocação de carboidratos na planta.

Tabela 11. Percentual de acame de colmo (AC) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2011. Toledo – PR.

Híbrido	Água	MOS	ASM	Fungicida
30F90H	4,3333 Ab	1,9333 Ab	0,7333 Ab	0,2444 Aa
30K64H	14,5000 Aa	19,0777 Aa	13,7666 Aa	3,6111 Ba
30K73H	1,4667 Ab	2,4222 Ab	1,9222 Ab	0,9666 Aa
P4042H	5,8000 Ab	2,6555 Ab	2,1555 Ab	0,2444 Aa
Média geral: 4,1444				
CV (%): 44,22607				

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Tabela 12. Percentual de acame de colmo (AC) em híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2012. Toledo - PR.

Híbrido	Água	MOS	ASM	Fungicida
30F90H	2,9000 Aa	0,4778 Ab	2,1667 Aab	0,2444 Aa
30K64H	4,3333 Aa	3,1222 Aa	3,1333 Aa	0,7222 Aa
30K73H	0,0000 Aa	0,2444 Ab	0,0000 Ab	0,0000 Aa
P4042H	1,4667 Aa	0,2444 Ab	0,0000 Ab	0,2444 Aa
Média geral: 0,8833				
CV (%): 36,6113				

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Da mesma forma, Blum *et al.* (2003) avaliaram o efeito da desfolha e aumento da população de plantas sobre a incidência e a severidade de podridões de colmo e relataram que populações elevadas e redução de área foliar de plantas podem aumentar a competição intra-específica por luz, reduzindo a atividade fotossintética da

planta e fragilizando os colmos das plantas, tornando-os mais suscetíveis ao ataque de patógenos. No mesmo sentido, Gonçalves *et al.* (2012) relataram que na safrinha, o uso de fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole) resultou em redução do acamamento de plantas de milho. Esses relatos corroboram com os dados aqui apresentados, uma vez que em 2011 o híbrido com maior incidência de doença foliar apresentou maior percentual de AC quando não houve tratamento com fungicida (Tabela 11).

4.4 Nitrogênio Foliar

O teor de nitrogênio foliar foi avaliado em 2011, porém não apresentou diferença entre os produtos aplicados (Apêndice C), provavelmente em função do teor de matéria orgânica (Tabela 01) e do elevado volume de nitrogênio aplicado nas adubações de base (36 kg ha^{-1}) e de cobertura ($54 \text{ kg ha}^{-1} + 81 \text{ kg ha}^{-1}$), além de a cultura anterior ter sido uma leguminosa (*Glycine max*). Houve diferença apenas entre híbridos, independente do produto aplicado, sendo que o híbrido 30F90H apresentou teor significativamente superior ao híbrido P4042H, enquanto que os híbridos 30K73H e 30K64H não se diferenciaram de ambos (Apêndice F).

Aratani *et al.* (2006), avaliando a adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado em sistema de semeadura direta, detectaram efeito linear do rendimento de grãos e do N foliar em consequência das sete doses de N aplicado em cobertura, ou seja, o teor de N foliar aumentou linearmente com o aumento da dose de N em cobertura. Da mesma forma, Meira *et al.* (2009) e Valderrama *et al.* (2011) também relataram aumento de N foliar com o aumento da dose de N em cobertura, bem como incremento da produtividade.

4.5 Percentual de Grãos Ardidos

O percentual de grãos ardidos foi avaliado somente em 2012 porque em 2011 não houve incidência de podridão de espiga, provavelmente em função do baixo índice de precipitação pluvial (Figura 02) na fase de enchimento e maturação dos grãos. Mesmo em 2012, a única diferença significativa detectada foi no fator híbridos

(Apêndice D), indicando que essa variável esteve muito mais relacionada à predisposição genética do que aos tratamentos realizados.

Os híbridos 30K64H e P4042H apresentaram a pior qualidade de grãos, enquanto que o híbrido 30K73H teve menor percentual de grãos ardidos (Apêndice F). Moraes *et al.* (2003), em experimento para avaliar o controle químico de *F. moniliforme* (causador de grãos ardidos) em sementes de milho, detectaram que ASM não controlou o desenvolvimento do fungo, mostrando um maior crescimento do fungo do que a testemunha nas concentrações de 10 e 1 $\mu\text{g mL}^{-1}$, podendo esse fato ser explicado por ser um produto que atua como indutor de resistência da planta sem atuar sobre o patógeno. Também Small *et al.* (2012) relataram que o tratamento com cinco indutores de resistência (ácido beta-amino butírico, benzotiadiazole, proteína harpina, ácido 2,6-dicloroisonicotínico e metil-jasmonato) e com fungicida (difenoconazol + azoxistrobina) não reduziram a intensidade de *F. verticillioides*, porém houve diferença entre genótipos e ambientes.

Esse resultado difere do relato de Juliatti *et al.* (2007) que constataram que a aplicação de fungicidas foliares reduziu a incidência de grãos ardidos em experimento realizado com oito híbridos de milho e quatro fungicidas (piraclostrobin + epoxiconazole, hidróxido de cobre, azoxystrobin + ciproconazole, azoxystrobin), independente da época de aplicação. Da mesma forma, Stefanello *et al.* (2012) reportaram que a realização de duas aplicações (V_8 + pré-pendoamento), via foliar, do fungicida azoxistrobina + ciproconazol ou uma aplicação em pré-pendoamento, resultou em menor incidência do fungo *Fusarium* sp. nos grãos colhidos nas duas épocas de semeadura (verão e safrinha). Ainda, Brito *et al.* (2012) relataram que a aplicação de fungicida (azoxistrobina + cyproconazol) foi eficiente para o controle de doenças foliares e para a redução da incidência de grãos ardidos, além de proporcionar 12% de aumento na produtividade de grãos em experimento realizado em três locais (Lavras – MG, Passos – MG e Patos de Minas – MG) na safra 2007/08.

4.6 Massa de Mil Grãos

A massa de mil grãos apresentou diferença significativa para híbrido e para produto em 2011 (Apêndice C) e 2012 (Apêndice D), além da interação HxP em 2012. Com relação aos híbridos, P4042H demonstrou ter maior MMG em ambos os anos,

resultante da sua característica genética (Apêndice F), assim como o tratamento com fungicida também apresentou maior MMG nos dois anos, provavelmente por manter o órgão fotossintético mais protegido (Apêndice G). Da mesma forma, Gonçalves *et al.* (2012) relataram que o uso de fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole) proporcionou aumento da MMG na safrinha. Já Vilela *et al.* (2012) não encontraram diferença para MMG com a aplicação foliar dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol no pré-pendoamento do milho. O desdobramento da interação entre HxP de 2012 indica que no tratamento com ASM o híbrido 30F90H não está junto com o híbrido P4042H com a maior MMG, diferente do que aconteceu com os tratamentos com MOS e fungicida (Tabela 13).

Tabela 13. Massa de mil grãos (MMG) de híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha do ano agrícola de 2012. Toledo - PR.

Híbrido	Água	MOS	ASM	Fungicida
30F90H	385,0667 Aab	397,4222 Aa	371,4667 Ab	400,4889 Aa
30K64H	339,0667 Ab	307,0222 Ab	312,8444 Ac	327,6444 Ab
30K73H	342,6667 Ab	326,1333 Ab	337,5111 Ac	336,3556 Ab
P4042H	415,7333 Aa	422,5778 Aa	414,6222 Aa	422,6667 Aa
Média geral: 364,7296				
CV (%): 4,88065				

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

4.7 Rendimento de Grãos

O rendimento de grãos, quando analisados os anos individualmente, apresentou diferença significativa para híbrido e para produto (Apêndice C e Apêndice D). Já na análise conjunta, houve significância para outras fontes de variação: ano, híbrido, produto e para a interação entre AxH e AxP (Apêndice E). Porém, não houve interação HxP, denotando que não houve diferença entre híbridos considerados tolerantes ou suscetíveis no aumento de produtividade em função da aplicação de fungicida. Este comportamento difere do relatado por Costa e Cota (2009), que em seu experimento observaram que a cultivar suscetível apresentou maior incremento de produtividade que a cultivar resistente, quando comparadas à testemunha sem

aplicação. Tal fato pode ter ocorrido provavelmente porque o gradiente entre a suscetibilidade e resistência tenha sido maior no experimento realizado por estes autores, já que testaram híbridos de bancos genéticos diferentes, oriundos de empresas diferentes.

Na análise individual, o híbrido 30K64H apresentou pior performance produtiva nos dois anos (Apêndice F), indicando que dentre os híbridos testados, esse híbrido é o menos apropriado para o ambiente de safrinha do Oeste do Paraná. O desdobramento da interação AxH mostrou que sua performance foi ainda pior em 2012 (Tabela 14), provavelmente em função do alto índice de acamamento de colmo e de acamamento em função da raiz, variáveis para a qual 30K64H apresentou pior performance em 2012.

Tabela 14. Rendimento de grãos (RG) de híbridos de milho na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.

Híbrido	2011	2012
30F90H	8.348,79 Aa	8.443,05 Aa
30K64H	7.985,96 Ab	6.699,20 Bb
30K73H	8.789,19 Aa	8.007,81 Aa
P4042H	8.347,48 Aa	8.511,65 Aa
Média geral: 8.141,64		
CV (%): 11,8020		

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Com relação aos produtos, o tratamento com fungicida foi significativamente melhor que ASM, MOS e água em 2011, ano em que houve incidência de MT, enquanto que em 2012 não se diferenciou de ASM, sendo apenas melhor que MOS e água (Apêndice B). Em ambos os anos não houve diferença de rendimento de grãos no tratamento com indutores de resistência quando comparados ao tratamento com água. No mesmo sentido, Barros (2011) relatou não ter detectado benefícios da aplicação de ASM isoladamente ou em mistura com azoxistrobina + ciproconazole, em pulverizações em até três estádios diferentes das plantas de milho, tendo havido controle apenas quando da utilização de fungicida químico independentemente da adição do ASM, em dois locais de teste. Já Kuhn (2007), relata que em seu experimento com feijão (*Phaseolus vulgaris*) houve redução do crescimento e da produtividade em consequência do tratamento com ASM, que gerou custo metabólico, redirecionando fotoassimilados para as defesas.

O desdobramento da fonte de variação AxP mostra que o rendimento de grãos foi significativamente maior em 2011, ano da incidência de mancha de turcicum, quando comparado ao ano 2012, com incidência de ferrugem polissora (Tabela 15), indicando que o fungicida aplicado nas doses testadas controlou melhor a mancha de turcicum do que a ferrugem polissora.

Tabela 15. Rendimento de grãos (RG) de híbridos de milho em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.

Produto	2011	2012
MOS	7.626,75 Ab	7.559,16 Ab
ASM	8.099,66 Ab	7.869,47 Ab
Fungicida	9.377,16 Aa	8.317,65 Ba
Água	8.112,08 Ab	7.321,31 Ab
Média geral: 8.141,64		
CV (%): 11,8020		

* Letras iguais, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Gonçalves *et al.* (2012) observaram que o uso de fungicida (piraclostrobina + epoxiconazole) proporcionou aumento do peso mil grãos, do número de grãos por espiga e rendimento de grãos, redução da incidência de grãos ardidos e de acamamento de plantas, porém não constataram diferenças significativas entre o uso de fungicida e a testemunha para incidência e severidade de doenças foliares. Da mesma forma, Bortolini e Gheller (2012) também observaram aumento significativo na produtividade do milho pela utilização de fungicidas (azoxistrobina + ciproconazol, piraclostrobina e trifloxistrobina). Porém, Vilela *et al.* (2012) relataram que a aplicação foliar dos fungicidas piraclostrobina + epoxiconazol e azoxistrobina + ciproconazol no pré-pendoamento do milho reduziu a incidência de doenças foliares, contudo não foi suficiente para propiciar incremento de produtividade da cultura.

A aplicação de ASM e MOS, conforme metodologia adotada no presente trabalho, não se apresentou com alternativa prontamente aplicável para o efetivo controle de doenças em milho safrinha em condições de campo. Contudo, considerando-se a interferência apresentada pelos indutores sobre algumas variáveis, especialmente na resposta de hipersensibilidade, abre-se uma perspectiva para estudos futuros com indutores de resistência em milho.

5 CONCLUSÕES

I - Houve efeito dos indutores de resistência sobre a resposta de hipersensibilidade e acamamento em função da raiz, sem redução da produtividade em relação ao tratamento com água. Mananoligossacarídeo fosforilado aumentou a severidade da resposta de hipersensibilidade e acibenzolar-S-metil reduziu o acamamento em função da raiz.

II - O tratamento com fungicida (azoxistrobina + ciproconazol) apresentou o melhor controle das doenças foliares (*P. polysora* e *E. turcicum*) e a maior produtividade em ambos os anos (2011 e 2012), sendo que em 2011 ainda foi mais eficiente em reduzir o acamamento de colmo e aumentar a massa de mil grãos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBA. Associação Brasileira da Batata. **Tratamento biológico de solos improcrop stubble-aid e compost-aid.** Disponível em: <http://www.abbabatatabrasileira.com.br/revista16_029.htm>. Acesso em: 04 out. 2009.

ANTONIAZZI, N.; DESCHAMPS, C. Análise de crescimento de duas cultivares de cevada após tratamentos com elicitores e fungicidas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1065-1071, 2006.

AOAC. **Official methods of analysis.** 18 ed. Maryland: AOAC, 2005.

ARATANI, R.G.; FERNANDES, F.M.; MELLO, L.M.M. Adubação nitrogenada de cobertura na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, Garça, n.9, 2006. Disponível em: <[http://www.revista.inf.br/agro09/notas/NOTA01%20\(1\).pdf](http://www.revista.inf.br/agro09/notas/NOTA01%20(1).pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2013.

BARROS, R. Estudo sobre a aplicação foliar de acibenzolar-s-metil para indução de resistência à ferrugem asiática em soja e cercosporiose em milho. **Arquivo Instituto Biológico**, São Paulo, v.78, n.4, p.519-528, 2011.

BEDENDO, I. Manchas foliares. *In*: Amorim, L.; Rezende, J.A.M; Bergamin Filho, A. **Manual de Fitopatologia.** v.1. Princípios e Conceitos. 4 ed. São Paulo: Ceres, 2011. p. 459-466.

BLUM, L.E.B.; SANGOI, L.; AMARANTE, C.V.T.; ARIOLI, C.J.; GUIMARÃES, L.S. Desfolha, população de plantas e precocidade do milho afetam a incidência e a severidade de podridões de colmo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.5, p.805-811, 2003.

BORTOLINI, A.M.M., GHELLER, J.A. Aplicação de diferentes fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho em relação à produtividade. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Cascavel, v.1, p.109-121, 2012.

BOSQUETTE, W.; DUARTE JUNIOR, J.B.; FACHIN, G.M.; ARRUA, M.A.M.; COSTA, A.C.T. **Incidência de doenças foliares em cinco cultivares de milho submetidos à aplicação foliar de fungicida em diferentes estádios fenológicos.** XXIX CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO. Águas de Lindóia. 2012. Disponível em: <http://www.abms.org.br/29cn_milho/03656.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2013.

BRASIL. Portaria n. 11 de 12 de abril de 1996. Estabelece critérios complementares para classificação do milho. **Diário Oficial da União.** Brasília, n. 72, 1996

BRITO, A.H.; PEREIRA, J.L.A.R.; PINHO, R.G.V.; BALESTRE, M. Controle químico de doenças foliares e grãos ardidos em milho (*Zea mays* L). **Revista Brasileira de Milho e Sorgo.** Sete Lagoas, v.11, n.3, p. 49-59, 2012.

CAMARGO, E.A. Genética da interação patógeno-hospedeiro. *In*: Amorim, L.; Rezende, J.A.M; Bergamin Filho, A. **Manual de Fitopatologia**. V.1. Princípios e Conceitos. 4 ed. São Paulo: Ceres. 2011. p. 119-132.

CLARKE, A.; DESIKAN, R.; HURST, R.D.; HANCOCK, J.T.; NEILL, S. No way back: nitric oxide and programmed cell death in *Arabidopsis thaliana* suspension cultures. **The Plant Journal**. United Kindom, v.24, p. 667-677, 2000.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=2#A_objcmsconteudos>. Acesso em: 21 mar. 2013.

COSTA, R.V.; COTA, L.V. Sistema integrado lavoura-pecuária: o modelo implantado na embrapa milho e sorgo. **Circular Técnica 125**. Sete Lagoas, Embrapa. 11 p. 2009.

COSTA, R.V.; COTA, L.V.; SILVA, D.D. **Cultivo do milho**. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/doencas.htm#001>. Acesso em: 04 out. 2012a.

COSTA, D.F.; VIEIRA, B.S.; LOPES, E.A.; MOREIRA, L.C.B. Aplicação de fungicidas no controle de doenças foliares na cultura do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.11, n.1, p. 98-105, 2012b.

DANTAS, S.A.F.; OLIVEIRA, S.M.A.; BEZERRA NETO, E.; COELHO, R.S.B.; SILVA, R.L.X. Indutores de resistência na proteção do mamão contra podridões pós-colheita. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v.30, n.3, p.314-319, 2004.

DIAS, G.B.; RANGEL, T.B.A. Indução de resistência em plantas: o papel do óxido nítrico. **Revista Capixaba de Ciência e Tecnologia**. Vitória, n.3, p.1-8, 2007.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 306p.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do milho**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/index.htm>>. Acesso em: 04 out. 2009.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/ensaio/ensaio2012/AnaliseSafrinhap/safrinhap.php>>. Acesso em: 04 ago. 2013.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho**. São Paulo: Livraria e Editora Agropecuária, 2000. 360 p.

FONTOURA, D. **Influência do espaçamento, população de plantas e híbridos na intensidade de doenças e fatores de produção de milho safrinha**. Marechal Cândido Rondon, 2005. 90p. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

GLAZEBROOK, J. Contrasting mechanisms of defense against biotrophic and necrotrophic pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v.43, p.205-227, 2005.

GOMES, L.S.; BRANDÃO, A.M.; BRITO, C.H.; MORAES, D.F.; LOPES, M.T.G. Resistência ao acamamento de plantas e ao quebraamento do colmo em milho tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.45, n.2, p.140-145, 2010.

GONÇALVES, M.E.M.P.; GONÇALVES JUNIOR, D.; SILVA, A.G.; CAMPOS, H.D.; SIMON, G.A.; SANTOS, C.J.L.; SOUSA, M.A. Viabilidade do controle químico de doenças foliares em híbridos de milho no plantio de safrinha. **Nucleus**, Ituverava, v.9, n.1, p.49-62, 2012.

GOUVEA, A. **Controle em campo e pós-colheita de doenças e metabolismo do morangueiro após tratamento com *Saccharomyces cerevisiae***. Curitiba, 2007, 105p. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná.

HAMMERSCHMIDT, R. Introduction: definitions and some history. *In*: WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. **Induced resistance for plant defence: a sustainable approach to crop protection**. Oxford: Blackwell Publishing, 2007. Cap.1, p.1-8.

HEIL, M. Trade-offs associated with induced resistance. *In*: WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. **Induced resistance for plant defence: a sustainable approach to crop protection**. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2007. p.157-178.

JULIATTI, F.C.; ZUZA, J.L.M.F.; SOUZA, P.P.; POLIZEL, P.P. Efeito do genótipo de milho e da aplicação foliar de fungicidas na incidência de grãos ardidos. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.23, n.2, p.34-41. 2007. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/issue/view/707>>. Acesso em: 04 out. 2009.

KIMATI, H. Controle químico. *In*: Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A. **Manual de Fitopatologia**. v.1. Princípios e Conceitos. 4 ed. São Paulo: Ceres, 2011. p.343-365.

KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Princípios gerais de controle. *In*: Amorim, L.; Rezende, J.A.M.; Bergamin Filho, A. **Manual de Fitopatologia**. v.1. Princípios e Conceitos. 4 ed. São Paulo: Ceres, 2011. p.307-323.

KUHN, O.J. **Indução de resistência em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) por acibenzolar-S-metil e *Bacillus cereus*: aspectos fisiológicos, bioquímicos e parâmetros de crescimento e produção**. Piracicaba, 2007. 140p. Tese de doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

KUHN, O.J.; PASCHOLATI, S.F. Custo adaptativo da indução de resistência em feijoeiro mediada pela rizobactéria *Bacillus cereus* ou acibenzolar-S-metil: atividade de enzimas, síntese de fenóis e lignina e biomassa. **Summa Phytopathologica**. Botucatu, v.36, p.107-114, 2010.

LEITE, B.; STANGARLIN, J.R. Fisiologia e bioquímica de doenças fúngicas. *In*: Pascholati, S.F.; Leite, B.; Stangarlin, J.R.; Cia, P. **Interação planta-patógeno: fisiologia, bioquímica e biologia molecular**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. v.1, p. 115-152.

LITTLE T., HILLS, F.J. **Agricultural experimentation: design and analysis**. New York : John Wiley and Sons, 1978.

LYON, G. Agents that can elicit induced resistance. *In*: WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. **Induced resistance for plant defense – a sustainable approach to crop protection**. Oxford: Blackwell, 2007. p.9-29.

MAMPRIM, A.P. **Efeito de defensivos agrícolas naturais e extratos vegetais sobre parâmetros biológicos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok.** Marechal Cândido Rondon, 2011. 79p. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

MATTOSO, M.J.; MELO FILHO, G.A. **Coeficientes técnicos**. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/milho>>. Acesso em: 20 dez. 2003.

MCGEE, D.C. **Maize diseases**. 2 ed. Minnesota: Apps Press, 1990. 150 p.

MEIRA, F.A.M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E.; ANDRADE, J.A.C.. Fontes e épocas de aplicação do nitrogênio na cultura do milho irrigado. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.30, n.2, p.275-284. 2009.

METRAUX, J. Induced defenses in plants. *In*: RODRIGUES, F.A.; ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Viçosa: 2007. Cap.1, p.7-24.

MORAES, M.H.D.; MENTEN, J.O.M.; GRAVENA, J.C.; ALVES, C.A. Controle químico de *Fusarium moniliforme* em sementes de milho: metodologia de avaliação e efeitos sobre a qualidade fisiológica. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, n.28, p.626-632. 2003.

NEWTON, A.; PONS-KÜHNEMANN J. Induced resistance in natural ecosystems and pathogen population biology: exploiting interactions. *In*: WALTERS, D.; NEWTON, A.; LYON, G. **Induced resistance for plant defence: a sustainable approach to crop protection**. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 2007. p.133-142.

PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B.; STANGARLIN, J.R.; CIA, P. **Interação planta-patógeno: fisiologia, bioquímica e biologia molecular**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. v.1, 627p .

PASCHOLATI, S.F. Fisiologia do parasitismo: como as plantas se defendem dos patógenos. *In*: Amorim, L.; Rezende, J.A.M; Bergamin Filho, A. **Manual de Fitopatologia**. v.1. Princípios e Conceitos. 4 ed. São Paulo: Ceres. 2011. p.593-633.

PEREIRA, O.A.P. Doenças do milho. *In*: KIMATI, H. *et al.* **Manual de Fitopatologia: Doenças de Plantas Cultivadas**. 3 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1997. v.2, p.538-555.

PICCININ, E.; DI PIERO, R. M.; PASCHOLATI, S. F. Efeito de *Saccharomyces cerevisiae* na produtividade de sorgo e na severidade de doenças foliares no campo. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília, v.30, n.1, 2005.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais : exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos**. Piracicaba : FEALQ, 2002. 309 p.

PINTO, N.F.J.A.; FERNANDES, F.T.; OLIVEIRA, E. Milho (*Zea mays* L.) – controle de doenças. In: VALE, F. X. R.; ZAMBOLIN, L. **Controle de Doenças de Plantas: Grandes Culturas**. Viçosa: UFV, Departamento de Fitopatologia, 1997. v.2. p.821-864.

RAUBER, A. J.; DIESEL, A.; WAGNER, M.; HOFER, E. **Gestão de custos aplicada ao agronegócio: culturas temporárias**. Disponível em: <<http://www.congressousp.fipecafi.org/artigos22005/386.pdf>>. Acesso: 05 set. 2013.

REIS, M.E.; CASA, R.T.; BRESOLIN, A.C.R., **Manual de diagnose e controle de doenças do milho**. 2 ed. Lages: Graphel, 2004. 144 p.

RESENDE, S.G.; PINHO, R.G.; VASCONCELOS, R.C. Influência do espaçamento entre linhas e da densidade de plantio no desempenho de cultivares de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**. Sete Lagoas, v.2, n.3, p.34-42, 2003.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. **How a corn plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1993. 26p. Special Report, 48.

ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/bac/indures.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2009.

RONCATTO, M.C.; PASCHOLATI, S.F. Alterações na atividade e no perfil eletroforético da peroxidase em folhas de milho (*Zea mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor*) tratadas com levedura (*Saccharomyces cerevisiae*). **Scientia Agricola**. Piracicaba, v.55, n.3, 1998.

ROSCOE, R.; LOURENÇÃO, A.L.F.; GRIGOLLI, J.F.J.; MELOTTO, A.M.; PITOL, C. **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno**. Curitiba: Midiograf, 2013. 172 p.

SCHENK, P.M.; KAZAN, K.; WILSON, I.; ANDERSON, J.P.; RICHARDSON, T.; SOMERVILLE, S.C.; MANNERS, J.M. Coordinated plant defense responses in arabisopsis revealed by microarray analysis. **Proceeding of the National Academy of Science**, v.97, n.21, p.11655-11660. 2000.

SCHIPANSKI, C.A. **Tratamento de sementes de milho com fungicidas e indutor de resistência e pulverização foliar para o controle da ferrugem comum do milho (*Puccinia sorghi* Schw)**. Ponta Grossa, 2011. 73p. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa.

SMALL, I.M.; FLETT, B.C.; MARASAS, W.F.O.; MCLEOD, A.; VILJOEN, A. Use of resistance elicitors to reduce fusarium ear rot and fumonisin accumulation in maize. **Crop Protection**. Amsterdam, v.41, p.10-16, 2012.

STANGARLIN, J.R.; LEITE, B. Alterações fisiológicas na suscetibilidade. *In*: Pascholati, S.F.; Leite, B.; Stangarlin, J.R.; Cia, P. **Interação planta-patógeno: fisiologia, bioquímica e biologia molecular**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008. v.1. p.177-226.

STANGARLIN, J.R.; KUHN, O.J.; TOLEDO, M.V.; PORTZ, R.L.; SCHWAN-ESTRADA, K.R.F.; PASCHOLATI, S.F. A defesa vegetal contra fitopatógenos. **Scientia Agraria Paranaensis**. Cascavel, v.10, n.1, p.18-46, 2011.

STEFANELLO, J.; BACHI, L.M.A.; GAVASSONI, W.L.; HIRATA, L.M.; PONTIM, B.C.A. Incidência de fungos em grãos de milho em função de diferentes épocas de aplicação foliar de fungicida. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.42, n.4, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-40632012000400014&lng=en&nrm=iso>. Acesso: 04 dez. 2012.

STEINER, U.; SCHÖNBECK, F. Induced disease resistance in monocots. Pg 86-110. *In*: HAMMERSCHMIDT, R.; KUC, J. (1995). Induced resistance to disease in plants (Developments in Plant Pathology, v.4). Kluwer Academic Pub., Dordrech. 1995. 182p. *Apud*: ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/bac/indures.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2009.

STICHER, L.; MAUCH MANI, B.; METRAUX, J.P. Systemic acquired resistance. Annual Review of Phytopathology, 35: 235-270, 1997 *Apud*: ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/bac/indures.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**; Tradução: SANTAREM *et al.*, 3 ed., Porto Alegre: Artmed, 719p. 2004.

TRENTO, S.M.; IRGANG, H.H.; REIS, E.M. Efeito da rotação de culturas, da monocultura e da densidade de plantas na incidência de grãos ardidos em milho. **Fitopatologia Brasileira**. Brasília: p.609-613, 2002.

VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT, C.G.S.; ANDREOTTI, M.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M. Fontes e doses de npk em milho irrigado sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.41, n.2, p.254-263, 2011.

VAN LOON, L.C.; BAKKER, P.A.H.M.; PIETERSE, C.M.J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Annual Review of Phytopathology, 36: 453-483, 1998. *Apud*: ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/bac/indures.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2009.

VIECELLI, C.A.; STANGARLIN, J.R.; KUHN, O.J.; CHWAN-ESTRADA, K.R.F. Indução de resistência em feijoeiro por filtrado de cultura de *Pycnoporus sanguineus*

contra *Pseudocercospora griseola*. **Tropical Plant Pathology**. Brasília, v.34, n.2, p.087-096, 2009.

VILARINHO, A.A.: **A importância do melhoramento genético na cultura do milho**. 2005. Disponível em: <<http://www.universia.com.br/materia/materia.jsp?id=8315>>. Acesso em: 04 out. 2009.

VILELA, R.G.; ARF, O.; KAPPES, C.; KANEKO, F.H.; GITTI, D.C.; FERREIRA, J.P. Desempenho agrônômico de híbridos de milho em função da aplicação foliar de fungicidas. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v.28, n.1, p.25-33, 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/11672/8229>>. Acesso: 04 dez. 2012.

WHIPPS, J.M. Developments in the biological control of soilborn plant pathogens. *Advances in Botanical Research*, p.1-134, 1997. *Apud*: ROMEIRO, R.S. **Indução de resistência em plantas a patógenos**. Disponível em: <<http://www.ufv.br/dfp/bac/indures.pdf>>. Acesso em: 04 out. 2009.

APÊNDICES

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A. Temperatura máxima, temperatura mínima e índice de precipitação pluviométrica por decêndio na safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR.....71

Apêndice B. Ferrugem polissora (FP), mancha de turcicum (MT), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), acame de raiz (AR), acame de colmo (AC), nitrogênio foliar (NF), percentual de ardido (PGA), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), além do tratamento adicional com água na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo – PR.....72

Apêndice C. Resumo da análise de variância de MT, RH, AP, AIE, AR, AC, NF, MMG e RG, em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2011. Toledo - PR.....73

Apêndice D. Resumo da análise de variância de MT, RH, AP, AIE, AR, AC, NF, MMG e RG, em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2012. Toledo - PR.....74

Apêndice E. Resumo da análise de variância conjunta (2011 e 2012) de RH e RG, em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2011 e 2012. Toledo – PR.....75

Apêndice F. Ferrugem polissora (FP), mancha de turcicum (MT), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE),

acame de raiz (AR), acame de colmo (AC), nitrogenio foliar (NF), percentual de ardido (PGA), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) de híbridos de milho na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.....76

Apêndice G. Ferrugem polissora (FP), mancha de turcicum (MT), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), acame de raiz (AR), acame de colmo (AC), nitrogenio foliar (NF), percentual de ardido (PGA), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.....77

Apêndice H. Resumo da análise de variância de MT, RH, AP, AIE, AR, AC, NF, MMG e RG, em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, além do tratamento adicional com água, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2011. Toledo - PR.....78

Apêndice I. Resumo da análise de variância de FP, RH, AP, AIE, AR, AC, PGA, MMG e RG, em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, além do tratamento adicional com água, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2012. Toledo – PR.....79

Apêndice A. Temperatura máxima, temperatura mínima e índice de precipitação pluvial por decêndio na safrinha de 2011 e 2012 em Toledo - PR.

Fator Climático	Mês	1° Decêndio		2° Decêndio		3° Decêndio		2011	2012
		2011	2012	2011	2012	2011	2012		
Média da temperatura máxima (°C)	Janeiro	31.7	35.7	30.3	31.3	31.2	32.9	31.1	33.3
	Fevereiro	28.6	34.9	29.7	33.9	29.5	30.9	29.3	33.2
	Março	30.1	36.1	31.0	33.2	28.0	29.7	29.7	33.0
	Abril	28.8	29.7	26.8	28.3	25.7	21.7	27.1	26.6
	Maio	23.9	25.6	23.0	22.4	22.8	21.6	23.2	23.2
	Junho	20.1	18.2	21.2	22.6	17.9	22.8	19.7	21.2
	Julho	17.4	22.8	24.6	18.8	18.2	24.6	20.1	22.1
Média da temperatura mínima (°C)	Janeiro	18.4	18.4	18.6	18.8	19.5	18.6	18.8	18.6
	Fevereiro	19.7	20.6	18.7	19.4	19.1	20.1	19.2	20.0
	Março	17.7	19.6	18.1	19.1	18.4	14.3	18.1	17.7
	Abril	15.4	16.3	16.9	17.0	14.7	13.3	15.7	15.5
	Maio	12.2	13.0	11.6	12.7	10.3	14.4	11.4	13.4
	Junho	7.3	9.4	10.9	14.8	8.1	11.0	8.8	11.7
	Julho	5.4	10.8	13.5	6.8	12.5	14.4	10.5	10.7
Pluviometria total (mm)	Janeiro	13.0	0.0	67.0	230.0	49.0	12.0	129.0	242.0
	Fevereiro	130.0	7.0	61.0	12.0	110.0	148.0	301.0	167.0
	Março	0.0	28.0	2.0	0.0	82.0	59.0	84.0	87.0
	Abril	4.0	64.0	31.0	33.0	34.0	272.0	69.0	369.0
	Maio	2.0	0.0	0.0	48.0	0.0	167.0	2.0	215.0
	Junho	30.0	119.0	0.0	190.0	42.0	0.0	72.0	309.0
	Julho	47.0	11.0	76.0	7.0	155.0	46.0	278.0	64.0

Apêndice B. Ferrugem polissora (FP), mancha de turcicum (MT), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), acame de raiz (AR), acame de colmo (AC), nitrogênio foliar (NF), percentual de grãos ardidos (PGA), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), além do tratamento adicional com água na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.

ANO	Produto	FP	MT	RH	AP	AIE	AR	AC	NF	PGA	MMG	RG
2011	Água	-	5,1666 b	8,6666 a	2,8000 a	1,2750 a	9,4166 a	6,5250 a	26,9916 a	-	299,0000 b	8.112,08 b
	ASM	-	5,2805 b	9,0000 a	2,7638 a	1,2638 a	10,5583 a	4,6444 a	28,3277 a	-	297,1111 b	8.099,66 b
	MOS	-	5,4000 b	6,8055 b	2,7861 a	1,2638 a	10,1972 a	6,5222 a	28,0138 a	-	298,2222 b	7.626,75 b
	Fungicida	-	7,8611 a	9,0000 a	2,7805 a	1,2805 a	6,1527 a	1,2666 b	28,3555 a	-	316,1111 a	9.377,16 a
	CV(%)		20,2901	13,0487	4,3515	6,9121	134,5768	160,4363	10,6858		7,5416	10,1236
	Média geral		6,0791	8,3083	2,7791	1,2700	9,0141	4,3825	28,1083		303,3333	8.342,28
2012	Água	7,2916 b	-	9,0000 a	3,0666 a	1,5583 a	15,9333 a	2,1750 a	-	11,2000 a	370,6333 a	7.321,31 b
	ASM	7,4861 b	-	9,0000 a	3,0777 a	1,5666 a	8,6333 b	1,3250 ab	-	10,9888 a	359,1111 a	7.869,47 ab
	MOS	7,6250 b	-	5,0833 b	3,0722 a	1,5666 a	17,2694 a	1,0222 ab	-	11,2500 a	363,2888 a	7.559,16 b
	Fungicida	8,8305 a	-	8,9166 a	3,0750 a	1,5611 a	8,2666 b	0,3027 b	-	9,3611 a	371,7888 a	8.317,65 a
	CV(%)	13,4050		15,4869	6,0901	7,5468	63,4156	41,2886		30,2013	12,7946	15,3246
	Média geral	7,9116		7,8000	3,0741	1,5641	11,8441	1,0125		10,6000	365,3200	7.856,02

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Apêndice C. Resumo da análise de variância da mancha de turcicum (MT), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AIE), acamamento de raiz (AR), acamamento de colmo (AC), nitrogênio foliar (NF), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG), em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2011. Toledo - PR.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio								
		MT	RH	AP	AIE	AR	AC	NF	MMG	RG
Bloco	2	0,6175000 **	0,1759259	0,00592593	0,00361111	8,0514909 **	1,28634188	51,7962037 **	587,25926	7.385.008,54 **
Híbrido (H)	3	38,2946605 **	6,7746914 **	0,29367284 **	0,16330247 **	53,3650782 **	23,13591071 **	27,5714506 *	9.876,29630 **	2.917.333,53 **
Produto (P)	2	76,3836111 **	57,7870370 **	0,00481481	0,00333333	5,5867180	9,23684557 **	1,2962037	4.093,48148 **	29.517.541,36 **
Dose (D)	2	3,3619444 **	6,7314815 **	0,00148148	0,00083333	3,5718027	1,07747858	4,0795370	53,92593	625.473,86
H x P	6	1,8959568 **	6,7746914 **	0,00617284	0,00469136	1,2123810	2,27398727 **	7,4275617	140,88889	644.696,22
H x D	6	0,3379938 *	1,0154321 **	0,00432099	0,00108025	0,6575369	0,67586955	7,2838580	134,51852	534.813,18
P x D	4	0,4318056 **	6,7314815 **	0,00342593	0,00458333	0,5801256	0,27553995	3,5598148	483,03704	349.469,53
H x P x D	12	0,2747068 *	1,0154321 **	0,00793210	0,00260802	1,0883547	0,23097285	11,0946914	150,88889	618.260,80
Resíduo	70	0,1127381	0,1664021	0,00649735	0,00313492	1,5466480	0,7094959	9,257347	260,55450	660.814,80
CV(%)		5,4326	4,9334	2,9027	4,4106	47,2773	44,2260	10,7769	5,3130	9,7146
Média geral		6,1805	8,2685	2,7768	1,2694	8,9694	4,1444	28,2324	303,8148	8.367,86

* Significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,05$) e ** significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,01$)

Apêndice D. Resumo da análise de variância da ferrugem polissora (FP), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AIE), acamamento de raiz (AR), acamamento de colmo (AC), percentual de grãos ardidos (PGA), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG), em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2012. Toledo - PR.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio								
		FP	RH	AP	AIE	AR	AC	PGA	MMG	RG
Bloco	2	4,57000000 **	2,86111111 *	0,02111111	0,00453704	12,64333333 *	1,01592593 *	0,30953704	1.443,9393 *	3.644.165,58 *
Híbrido (H)	3	21,77737654 **	1,4814815	0,96824074 **	0,34728395 **	27,78453704 **	2,27888889 **	15,52814815 **	63.488,4123 **	19.094.499,81 **
Produto (P)	2	19,68111111 **	180,25000000 **	0,00027778	0,00037037	14,41194444 *	0,65731481	0,89620370	1.502,5793 *	5.234.886,28 **
Dose (D)	2	0,65583333 **	16,75000000 **	0,00777778	0,01564815 *	0,11083333	0,33675926	0,48898148	70,7615	299.350,53
H x P	6	3,64432099 **	2,0277778 *	0,00657407	0,00839506	2,06453704	0,46731481 *	0,03916667	782,5872 *	784.592,96
H x D	6	0,30533951 *	0,1574074	0,00555556	0,00145062	2,78083333	0,15675926	0,71083333	568,4642	433.130,45
P x D	4	0,12569444	15,45833333 **	0,00638889	0,00856481	0,42569444	0,12439815	0,22120370	172,3259	870.510,90
H x P x D	12	0,05075617	0,1620370	0,00750000	0,00325617	2,47791667	0,18754630	0,61768519	114,2746	887.940,91
Resíduo	70	0,1264762	0,7277778	0,00873016	0,00387037	3,0226667	0,21192593	0,45153704	307,3343	923.407,00
CV(%)		4,4562	11,1273	3,0385	3,9756	59,4386	36,6113	21,6504	4,8065	12,1400
Média geral		7,9805	7,6666	3,0750	1,5648	11,3898	0,8833	10,5333	364,7296	7.915,43

* Significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,05$) e ** significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,01$)

Apêndice E. Resumo da análise de variância conjunta (2011 e 2012) da resposta de hipersensibilidade (RH) e rendimento de grãos (RG), em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2011 e 2012. Toledo – PR.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio	
		RH	RG
Ano (A)	1	19,5601852 **	11.053.353,52 **
Híbridos (H)	3	6,4984568 **	15.336.645,90 **
Produtos (P)	2	221,0601852 **	29.658.136,18 **
Dose (D)	2	22,2824074 **	490.079,77
A x H	3	1,7577160 *	6.675.187,43 **
A x P	2	16,9768519 **	5.094.291,46 **
A x D	2	1,1990741	434.744,62
H x P	6	7,3317901 **	1.052.674,11
H x D	6	0,6836420	228.967,88
P x D	4	21,2615741 **	755.691,06
H x P x D	12	0,6350309	450.505,31
A x P x D	4	0,9282407	464.289,37
A x H x D	6	0,4891975	738.975,75
A x H x P	6	1,4706790 **	376.615,08
A x H x P x D	12	0,5424383	1.055.696,40
Resíduo	144	0,4768519	923.290,8
CV(%)		8,6669	11,8020
Média geral		7,9675	8141,64

* Significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,05$) e ** significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,01$).

Apêndice F. Ferrugem polissora (FP), mancha de turcicum (MT), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), acame de raiz (AR), acame de colmo (AC), nitrogênio foliar (NF), percentual de grãos ardidos (PGA), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) de híbridos de milho na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.

ANO	Híbrido	FP	MT	RH	AP	AIE	AR	AC	NF	PGA	MMG	RG
2011	30F90H	-	4,6851 d	7,9259 b	2,7185 c	1,2148 c	0,8810 b	0,9700 b	29,4481 a	-	318,5190 a	8.348,80 ba
	30K64H	-	6,3703 b	8,1852 b	2,9148 a	1,3777 a	5,7000 b	12,1520 a	28,0185 ba	-	282,0740 b	7.986,00 b
	30K73H	-	7,5851 a	7,9630 b	2,6777 c	1,2111 c	6,5220 b	1,7700 b	28,4519 ba	-	293,4810 b	8.789,20 a
	P4042H	-	6,0814 c	9,0000 a	2,7963 b	1,2740 b	22,7740 a	1,6850 b	27,0111 b	-	321,1850 a	8.347,50 ba
	CV(%)	-	5,4326	4,9334	2,9027	4,4106	47,2773	44,2260	10,7769	-	5,3130	9,7146
	Média geral	-	6,1805	8,2685	2,7768	1,2694	8,9694	4,1444	28,2324	-	303,8148	8.367,86
2012	30F90H	8,4555 a	-	7,5185 a	3,0703 b	1,5740 b	6,9150 b	0,9630 b	-	9,3890 b	389,7930 b	8.443,10 a
	30K64H	6,6666 c	-	7,4444 a	3,3370 a	1,7111 a	23,7480 a	23,2590 a	-	15,0440 a	315,8370 d	6.699,20 b
	30K73H	8,1592 b	-	7,7407 a	2,8925 d	1,4370 c	8,9410 b	0,0815 b	-	4,6000 c	333,3330 c	8.007,80 a
	P4042H	8,6407 a	-	7,9630 a	3,0000 c	1,5370 b	5,9560 b	0,1630 b	-	13,1000 a	419,9560 a	8.511,70 a
	CV(%)	4,4562	-	11,1273	3,0385	3,9756	59,4386	36,6113	-	21,6504	4,8065	12,1400
	Média geral	7,9805	-	7,6666	3,0750	1,5648	11,3898	0,8833	-	10,5333	364,7296	7.915,43

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Apêndice G. Ferrugem polissora (FP), mancha de turcicum (MT), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE), acame de raiz (AR), acame de colmo (AC), nitrogênio foliar (NF), percentual de grãos ardidos (PGA), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG) em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida) na safrinha dos anos agrícolas de 2011 e 2012. Toledo - PR.

ANO	Produto	FP	MT	RH	AP	AIE	AR	AC	NF	PGA	MMG	RG
2011	ASM	-	5,2805 b	9,0000 a	2,7638 a	1,2638 a	10,5580 a	4,6440 a	28,3278 a	-	297,1110 b	8.099,70 b
	MOS	-	5,4000 b	6,8055 b	2,7861 a	1,2638 a	10,1970 a	6,5220 a	28,0139 a	-	298,2220 b	7.626,80 c
	Fungicida	-	7,8611 a	9,0000 a	2,7805 a	1,2805 a	6,1530 a	1,2670 b	28,3556 a	-	316,1110 a	9.377,20 a
	CV(%)	-	5,4326	4,9334	2,9027	4,4106	47,2773	44,2260	10,7769	-	5,3130	9,7146
	Média geral	-	6,1805	8,2685	2,7768	1,2694	8,9694	4,1444	28,2324	-	303,8148	8.367,86
2012	ASM	7,4861 b	-	9,0000 a	3,0777 a	1,5666 a	8,6330 b	13,2500 a	-	10,9890 a	359,1110 b	7.869,50 ba
	MOS	7,6250 b	-	5,0833 b	3,0722 a	1,5666 a	17,2690 a	10,2220 a	-	11,2500 a	363,2890 ba	7.559,20 b
	Fungicida	8,8305 a	-	8,9167 a	3,0750 a	1,5611 a	8,2670 b	0,3028 a	-	9,3610 a	371,7890 a	8.317,70 a
	CV(%)	4,4562	-	11,1273	3,0385	3,9756	59,4386	36,6113	-	21,6504	4,8065	12,1400
	Média geral	7,9805	-	7,6666	3,0750	1,5648	11,3898	0,8833	-	10,5333	364,7296	7.915,43

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Apêndice H. Resumo da análise de variância da mancha de turcicum (MT), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AIE), acamamento de raiz (AR), acamamento de colmo (AC), nitrogênio foliar (NF), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG), em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, além do tratamento adicional com água, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2011. Toledo - PR.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio								
		MT	RH	AP	AIE	AR	AC	NF	MMG	RG
Bloco	2	0,6915833	0,1583333	0,00758333	0,00325000	526,632583 *	68,7572500	55,4843333 **	693,333333	8437218,79 **
Produto	3	54,6231019 **	39,0953704 **	0,00513889	0,00233333	144,307435	190,6265463 *	6,4061111	2812,444444 **	19913879,38 **
Resíduo	114	1,5214513	0,1583333	0,01462573	0,00770614	147,16051	49,436659	9,021620	523,32164	713259,40
CV(%)		20,2901	13,0487	4,3515	6,9121	134,5768	160,4363	10,6858	7,5416	10,1236
Média geral		6,0791	8,3083	2,7791	1,2700	9,0141	4,3825	28,1083	303,3333	8.342,28

* Significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,05$) e ** significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,01$)

Apêndice I. Resumo da análise de variância da ferrugem polissora (FP), resposta de hipersensibilidade (RH), altura de planta (AP), altura de inserção da espiga (AIE), acamamento de raiz (AR), acamamento de colmo (AC), percentual de grãos ardidos (PGA), massa de mil grãos (MMG) e rendimento de grãos (RG), em função da aplicação de mananoligossacarídeo fosforilado (MOS), acibenzolar-S-metil (ASM) ou azoxistrobina + ciproconazol (fungicida), em diferentes doses, além do tratamento adicional com água, em híbridos de milho, na safrinha do ano agrícola de 2012. Toledo – PR.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio								
		FP	RH	AP	AIE	AR	AC	PGA	MMG	RG
Bloco	2	5,09508333 *	2,5750000	0,01633333	0,00308333	11,93158333 *	0,85633333	0,26875000	1270,416000	4416690,55
Produto	3	14,82918519 **	126,5666667 **	0,00043519	0,00039815	10,94021296 *	1,11710185 *	0,66599074	1127,192889	4760624,87 *
Resíduo	114	1,1247890	1,4592105	0,03505214	0,01393470	3,5852817	0,28847320	0,8864717	2184,7721	1449386,3
CV(%)		13,4050	15,4869	6,0901	7,5468	63,4156	41,2886	30,2013	12,7946	15,3246
Média geral		7,9116	7,8000	3,0741	1,5641	11,8441	1,0125	10,6000	365,3200	7.856,02

* Significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,05$) e ** significativo pelo teste F de Snedecor ($P \leq 0,01$)