



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**

**EXTRATO DE *Solanum lycocarpum* NO CONTROLE DE  
DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO**

**MOEMA GONÇALVES DE PAULA SILVA**

**URUTAÍ, 2017**

MOEMA GONÇALVES DE PAULA SILVA

**EXTRATO DE *Solanum lycocarpum* NO CONTROLE DE  
DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO**

Orientadora: Prof. Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo

Co-orientadora: Prof. Dra Vanessa G. Pasqualotto Severino

Dissertação apresentada ao Instituto Federal  
Goiano – Campus Urutaí, como parte das  
exigências do Programa de Pós- Graduação  
em Proteção de Plantas para obtenção do  
título de MESTRE.

Urutaí, 2017

Silva, Moema Gonçalves de Paula.

Extrato de *Solanum lycocarpum* no controle de doenças foliares na cultura do milho – 2017.

25 f. il.

Orientador: Prof. Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo.

Co-orientadora: Prof. Dra. Vanessa G. Pasqualotto  
Severino

Dissertação (Mestrado) – Instituto Federal Goiano –  
Campus Urutaí, Programa de Pós-Graduação em Proteção de  
Plantas, 2017.

Bibliografia.

1. *Zea mays*; 2. Loberia; 3. Piraclostrobina; 4.  
Mancozeb ,5. Epoxiconazol.

---

## **CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO: “EXTRATO DE *Solanum lycocarpum* NO CONTROLE DE DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO”.**

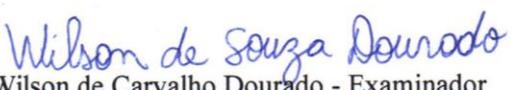
**AUTORA: Moema Gonçalves de Paula Silva**

**ORIENTADORA: Carmen Rosa da Silva Curvêlo**

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de **MESTRE EM PROTEÇÃO DE PLANTAS**, pela comissão examinadora:

  
Prof. Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo – Presidente  
Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí

  
Prof. Dr. Nadson de Carvalho Pontes - Examinador  
Instituto Federal Goiano– Campus Morrinhos

  
Dr. Wilson de Carvalho Dourado - Examinador  
Universidade Federal de Goiás – Campus Goiânia

**Data da realização: 24 de fevereiro de 2017.**

*Dedico aos meus filhos, Clara e Daniel, ao meu esposo Bruno e meus pais Mauro e Mônica, por todo apoio e por serem as pessoas mais importantes da minha vida.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida e saúde.

A família, pais, marido e filhos por todo apoio.

A Orientadora Dra. Carmen Rosa da Silva Curvêlo pela dedicação e importantes contribuições.

A minha co-orientadora Dra. Vanessa G. Pasqualotto Severino por toda ajuda na parte química do trabalho.

Agradeço a todos os professores do PPGPP pelo incentivo e contribuição.

Ao Coordenador do curso de Química Maxwell Severo por disponibilizar o uso do laboratório para obtenção do extrato, as técnicas Liana e Cinthia por todo apoio e colaboração.

A Mariane, Elisa, Jean e minha orientadora Carmem por me ajudarem a implantar o projeto, e Murilo por ter feito a aplicação.

Aos membros da banca, Dr. Nadson de Carvalho Pontes e Dr. Wilson de Souza Dourado, pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos amigos que fiz durante esse tempo.

Ao Instituto Federal Goiano Câmpus Urutaí pela oportunidade.

E a todos que direta ou indiretamente, mas não menos importante, me ajudaram a concluir esse trabalho.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO NA ÁREA DE PLANTIO DO EXPERIMENTO. PIRES DO RIO, GO, 2016.....	4
TABELA 2: TRATAMENTOS ESTUDADOS NO EXPERIMENTO E DESCRIÇÃO DE CADA COMPONENTE. .....	6
TABELA 3: SEVERIDADE DE FERRUGEM COMUM DO MILHO ( <i>Puccinia sorghi</i> ) EM PLANTAS DE MILHO ( <i>Zea mays</i> ) TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATO DE LOBEIRA ( <i>Solanum lycocarpum</i> ) E FUNGICIDAS COMERCIAIS. PIRES DO RIO, GOIÁS, 2016.....	8
TABELA 4: SEVERIDADE DE MANCHA BRANCA ( <i>Pantoea ananatis</i> ) EM PLANTAS DE MILHO ( <i>Zea mays</i> ) TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE EXTRATO DE LOBEIRA ( <i>Solanum lycocarpum</i> ) E FUNGICIDAS COMERCIAIS. PIRES DO RIO, GOIÁS, 2016. ....	9

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: ESCALA DIAGRAMÁTICA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DE DOENÇAS FOLIARES NA CULTURA DO MILHO .....	7
--	---

## SUMÁRIO

	Páginas
RESUMO.....	viii
ABSTRACT .....	ix
INTRODUÇÃO .....	1
OBJETIVOS .....	3
Objetivo Geral: .....	3
Objetivos Específicos: .....	3
MATERIAL E MÉTODOS .....	4
Obtenção do extrato de <i>Solanum lycocarpum</i> .....	5
Condução do experimento.....	5
Avaliação da severidade das doenças foliares de milho: ferrugem comum, mancha ocular e mancha branca. ....	6
Quantificação da produtividade .....	7
Análise estatística .....	7
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	8
CONCLUSÕES.....	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	15

## RESUMO

A cultura do milho tem papel importante no agronegócio mundial, porém a mesma está sujeita a um grande número de patologias que influenciam diretamente na produção final. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial do extrato das folhas da lobeira (*Solanum lycocarpum*) no manejo de doenças foliares na cultura do milho como mancha branca (*Pantoea ananatis*), ferrugem-comum (*Puccinia sorghi*) e mancha ocular (*Kabatiella zae*). Dois fungicidas comerciais (F) [piraclostrobina + epoxiconazol (F1) e mancozeb (F2)], e quatro concentrações de extrato de *S. lycocarpum* (0; 1; 2,5; e 5 µg/mL) foram aplicados nas plantas de milho. O experimento foi constituído de doze tratamentos (T1 - sem F, extrato 0 µg/mL; T2 - sem F, extrato 1 µg/mL; T3 - sem F, extrato 2,5 µg/mL; T4 - sem F, extrato 5 µg/mL; T5 - F1, extrato 0 µg/mL; T6 - F1, extrato 1 µg/mL; T7 - F1, extrato 2,5 µg/mL; T8 - F1, extrato 5 µg/mL; T9 - F2, extrato 0 µg/mL; T10 - F2, extrato 1 µg/mL; T11 - F2, extrato 2,5 µg/mL; T12 - F2, extrato 5 µg/mL) em delineamento em blocos casualizados, com três repetições. A severidade de ferrugem comum, mancha branca e mancha ocular foi avaliada em quatro plantas por parcela utilizando uma escala de notas. Desse modo, concluiu-se como um manejo alternativo para o complexo de doenças foliares estudadas, o fungicida mancozeb juntamente com o extrato de *S. lycocarpum* 2,5µg/mL é mais recomendado para utilização na redução da severidade na cultura do milho.

**Palavras-chave:** *Zea mays*; lobeira; piraclostrobina; mancozeb; epoxiconazol

## ABSTRACT

Corn cultivation plays an important role in agribusiness world, but it is subject to a large number of pathologies that directly influence the final production. In this sense, the this work objective was to evaluate the potential of the lobeira (*Solanum lycocarpum*) leaf extract in the management of foliar diseases in the corn crop as white spot (*Pantoea ananatis*), common rust (*Puccinia sorghi*) and ocular spot (*Kabatiella Zeae*). Two commercial fungicides (F) [pyraclostrobin + epoxiconazole (F1) and mancozeb (F2)], and four concentrations of *S. lycocarpum* extract (0, 1, 2.5, and 5 µg / mL) were applied to corn plants. The experiment consisted of twelve treatments (T1 - without F, extract 0 µg / mL, T2 - without F, extract 1 µg / mL, T3 - without F, extract 2.5 µg / mL, T4 - without F extract 5 µg / mL, T5 - F1, extract 0 µg / mL, T6 - F1, extract 1 µg / mL, T7 - F1, extract 2.5 µg / mL, T8 - F1, extract 5 µg / mL, T9 - F2 , Extract 1 µg / mL, T10 - F2, extract 1 µg / mL, T11 - F2, extract 2.5 µg / mL, T12 - F2 extract, 5 µg / mL extract). The common rust severity, white spot and ocular spot was evaluated in four plants per plot using a notes scale. Thus, it was concluded as an alternative management for the foliar diseases complex studied, the fungicide Mancozeb together with the *S. lycocarpum* 2.5 µg / mL extract is more recommended for use in corn crop reducing the severity.

**Keywords:** *Zea mays*; Lobeira; Pyraclostrobin; Mancozeb; Epoxiconazole

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos principais cereais cultivados no mundo, tendo sua produção distribuída em quase todos os continentes devido a sua fácil adaptação a diferentes ambientes e sistemas (FARINELLI et al., 2012). Tem destaque entre os cereais pelas suas diversas formas de utilização, desde alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia, além de ter importância cultural em diversos estados do país (FORSTHOFER et al., 2006).

Alguns fatores ligados ao desenvolvimento da cultura do milho têm influência direta na produção e necessitam de atenção dos produtores e pesquisadores visando a manutenção e aumento de produtividade. As doenças têm papel de destaque nesse contexto por causa do seu elevado potencial de perdas que exercem sobre a cultura quando não manejadas corretamente (CHAGAS et al., 2015). A cultura é sujeita a um grande número de patologias que incidem principalmente em suas folhas. Porém devido a sua frequência e intensidade, apenas algumas têm importância econômica de acordo com a região produtora (JULIATTI et al., 2004).

Dentre as principais doenças incidentes na cultura pode-se citar a ferrugem comum, causada por *Puccinia sorghi* Schwein (JULIATTI et al., 2004). No Brasil, a doença tem ampla distribuição nas regiões de produção de milho, apresentando severidade moderada a alta. Os sintomas caracterizam-se pela formação de pústulas alaranjadas que podem se tornar marrons com o passar do tempo em toda a parte aérea da planta e em especial nas folhas em ambas as faces, o que a diferencia da ferrugem polissora que atinge apenas uma face da folha. Sob condições ambientais favoráveis, as pústulas podem coalescer, formando grandes áreas necróticas (COSTA; COSELA; COTA, 2009).

A mancha ocular (*Kabatiella zae* Narita & Y. Hirats.) vem ganhando espaço entre as doenças de importância na cultura do milho pelo fato de ocorrências de alta severidade em diversos híbridos comerciais nas safras da última década. Como sintomas da doença pode-se citar o aparecimento de pequenas manchas nas folhas circundadas por borda parda e halo amarelo, sintoma esse que dá nome a doença pela semelhança da lesão com um olho. A lesão quando observada contra a luz, apresenta aspecto translúcido e encharcado. Sob condições de alta umidade e temperaturas amenas, os órgãos afetados tornam-se amarelados e secam prematuramente (CAMOCHENA et al., 2012).

A mancha branca do milho (*Pantoea ananatis* Serrano) é outra doença amplamente disseminada nas áreas produtoras de milho no Brasil (SACHS et al., 2011). O sintoma da doença caracteriza-se pelo aparecimento de manchas de coloração verde escura nas folhas, sendo essas manchas cloróticas e aquosas, também conhecida como anasarca, que posteriormente se tornam necróticas de coloração palha (BOMFETI et al., 2007). Inicialmente, a patologia da doença foi atribuída ao fungo *Phaeosphaeria maydis* (FANTIN; BALMER, 1997). Entretanto pesquisas recentes apontam que, ao menos no Brasil, a mancha é causada por um complexo microbiano, sendo mais recorrente a bactéria *Pantoea ananatis* (SACHS et al., 2011).

Verifica-se que a maioria dos produtos fitossanitários usados no controle de doenças não têm-se mostrado efetivo para este complexo de patologias, necessitando a busca de alternativas de controle promissoras no manejo da doença, evitando o aparecimento de resistência a fungicidas e contaminações ambientais.

As plantas apresentam uma variedade de substâncias em sua composição, e algumas destas substâncias têm potencial antimicrobiano, podendo servir de matéria-prima para criação de novos produtos fitossanitários (CELOTO et al., 2008), na indução de resistência de plantas às doenças (STANGARLIN, 2007), ou ainda podendo ser uma alternativa ao uso agrotóxicos.

A maioria das plantas pertencentes ao gênero *Solanum* apresenta compostos classificados como saponinas, as quais desencadeiam reações nas plantas, principalmente relacionadas com a defesa contra fitopatógenos, fatores bióticos e abióticos, entre outros (BANDEIRA; LIMA, 2013). As saponinas também podem biossintetizar esteroides e alcaloides livres ou na forma de heterosídeos, metabólitos secundários estruturalmente diversificados e complexos, que em geral, têm interesse terapêutico (IKEDA; TSUMAGARI; NOHARA, 2003; DISTL; WINK, 2009).

As literaturas que reportam sobre o potencial de *Solanum lycocarpum*, frente a agentes microbianos, e em especial do seu benefício na agricultura são raras. Diante disso, faz-se necessário o estudo da sua eficácia como biopesticida visando à diminuição ou substituição do uso de substâncias sintéticas com o objetivo de se obter sistemas de produção sustentáveis, e com um enfoque ecológico eminente.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral:

Avaliar o potencial do extrato das folhas da lobeira (*Solanum lycocarpum*) no manejo de doenças foliares na cultura do milho.

### Objetivos Específicos:

- Avaliar a efetividade da adição do extrato vegetal associado aos fungicidas comerciais no manejo das principais doenças incidentes na cultura do milho na área avaliada;
- Determinar a concentração mais apropriada do extrato de *S. lycocarpum* frente ao manejo de doenças na cultura do milho;
- Selecionar o fungicida comercial mais efetivo no manejo das principais doenças incidentes na cultura do milho.
- Quantificar se a produtividade do milho foi influenciada pela severidade das doenças foliares estudadas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de janeiro a abril 2016, na Fazenda Curió, município de Pires do Rio, Goiás, cujas coordenadas geográficas são 17°20'76" S de latitude e 48°24'01" O de longitude a 752 m de altitude. O clima da região é classificado como tropical de altitude com inverno seco e verão chuvoso, do tipo Cwb pela classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 23°C no período de setembro a outubro, podendo chegar até a máxima de 30°C e, entre os meses de junho e julho, com mínima inferior a 15°C. A precipitação média anual é de 1000 a 1500 mm, com umidade relativa média do ar de 71%. O solo da área experimental foi classificada como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, de textura argilosa (EMBRAPA, 1999). Os resultados obtidos na análise química, segundo metodologia de Raij et al. (2001), na camada de 0-20 cm de profundidade, antes da instalação do experimento estão descritas na Tabela 1.

**Tabela 1:** Análise química do solo na área de plantio do experimento. Pires do Rio, GO, 2016.

Elemento	Amostra 1	Amostra 2
pH	5,40	4,90
Ca+Mg (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	3,40	3,50
Ca/Mg	2,8/1	4/1
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,0	0,1
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	2,50	2,80
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	0,90	0,70
H+Al (cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> )	3,50	3,90
K (mg/dm <sup>3</sup> )	79	41
P (mg/dm <sup>3</sup> )	3,9	1,7
M.O. (g/dm <sup>3</sup> )	32,6	24,7
CTC	7,1	7,5
V%	50,7	48,0

Ca – cálcio; Al – alumínio; Mg – magnésio; H – hidrogênio; K – potássio; P – fósforo; M.O. – matéria orgânica ; CTC – Capacidade de troca de cátions; V% - saturação por bases.

Três meses antes do plantio foi realizada calagem do solo no local do experimento utilizando calcário dolomítico, realizada de acordo com a necessidade calculada com base na análise química do solo.

### **Obtenção do extrato de *Solanum lycocarpum***

Para a obtenção do extrato vegetal (*S. lycocarpum*), foram coletadas folhas da espécie no período da manhã do dia 20 de janeiro de 2016, na região de condução do experimento. As folhas foram levadas ao laboratório de química do IF Goiano Câmpus Urutaí, lavadas, selecionadas as que estavam mais conservadas e colocadas na bancada do laboratório para secar em temperatura ambiente por quatro dias. Posteriormente, foram cortadas e colocadas em um béquer, o conteúdo foi pesado e obteve-se uma massa de 30,0260 gramas de folhas. Neste béquer foi colocado etanol 95% P.A. Neon® ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ ; P.M. 46,07; CAS N° 64-17-5) até dobrar o volume ocupado pelas folhas. A cada três dias foi feita a troca do etanol até completar 9 dias. Todo o material obtido das trocas do etanol foi armazenado em um recipiente âmbar tampado e posteriormente, esse conteúdo foi submetido a rotaevaporação do solvente do extrato da folha. Após esse processo, obteve-se o extrato etanólico das folhas de lobeira.

### **Condução do experimento**

O delineamento em blocos casualizados foi utilizado, com três repetições, e com doze tratamentos (Tabela 2), sendo cada parcela composta por 5 linhas de 5 metros contendo 5 plantas de milho por metro linear da cultivar DKB 390®, com um total de 36 parcelas, sendo a parcela útil para as avaliações, às duas linhas centrais de 5 m, com o espaçamento entre linhas de 75 cm.

O plantio foi realizado no dia 30 de janeiro de 2016, após aragem e gradagem do local onde foi instalado o experimento visando uniformidade do terreno. Ao longo da condução do experimento, foram feitos todos os tratos culturais recomendados para a cultura do milho sempre que necessário.

No dia 27 de março de 2016 foram aplicados dois fungicidas comerciais [piraclostrobina + epoxiconazol (F1) e mancozeb (F2)] na dose recomendada pelo fabricante, e quatro concentrações de extrato de *S. lycocarpum* (0; 1; 2,5; e 5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) com auxílio de bomba costal e volume de calda ajustado para 150 L/ha no início do período reprodutivo da cultura (pendoamento). Os tratamentos estudados estão discriminados na Tabela 2.

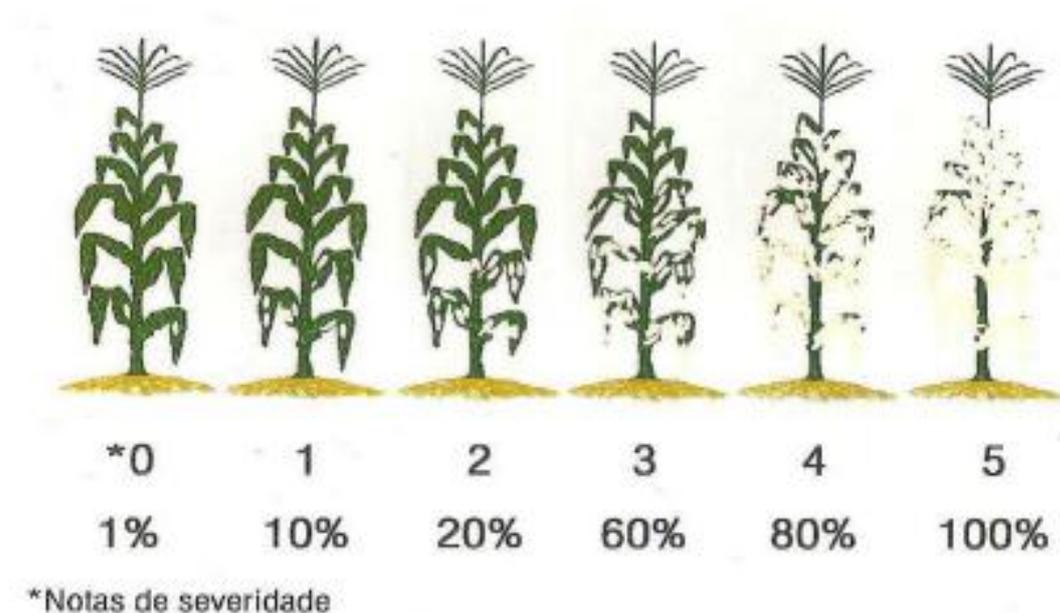
**Tabela 2:** Tratamentos estudados no experimento e descrição de cada componente.

TRATAMENTOS	COMPONENTES
T1	sem F, extrato 0 µg/mL
T2	sem F, extrato 1 µg/mL
T3	sem F, extrato 2,5 µg/mL
T4	sem F, extrato 5 µg/mL
T5	F1, extrato 0 µg/mL
T6	F1, extrato 1 µg/mL
T7	F1, extrato 2,5 µg/mL
T8	F1, extrato 5 µg/mL
T9	F2, extrato 0 µg/mL
T10	F2, extrato 1 µg/mL
T11	F2, extrato 2,5 µg/mL
T12	F2, extrato 5 µg/mL

**Avaliação da severidade das doenças foliares de milho: ferrugem comum, mancha ocular e mancha branca.**

No dia 16 de abril de 2016, quando completaram-se 67 dias após a emergência (DAE), foi avaliada a severidade das doenças foliares presentes nas plantas de milho, sendo elas ferrugem comum (*P. sorghi*), mancha ocular (*K. zeae*) e mancha branca (*P. ananatis*), onde foram avaliadas a primeira folha abaixo e as duas acima da espiga de quatro plantas localizadas ao acaso nas duas linhas centrais de cada parcela, desprezando a bordadura de 0,50 m de cada extremidade e atribuindo notas de acordo com a severidade dessas doenças

foliares nas plantas de milho com auxílio da escala diagramática de notas (Figura 1), proposta por Azevedo (1998).



**Figura 1:** Escala diagramática utilizada para avaliação da severidade de doenças foliares na cultura do milho  
Fonte: (AZEVEDO, 1998).

### **Quantificação da produtividade**

A colheita foi realizada manualmente no dia 20 de abril de 2016. Em cada parcela, foram colhidas as duas linhas centrais, com quatro metros de comprimento, desprezando 0,5 m de bordadura de cada extremidade da parcela, totalizando uma área útil de 3,6 m<sup>2</sup>. A produtividade dos tratamentos foi feita por pesagem de toda a planta, pois foi feita silagem, e transformadas em t/ha.

### **Análise estatística**

As médias obtidas foram submetidas à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade com auxílio do programa estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para ferrugem comum verificou-se que, os tratamentos 1 e 8 (testemunha sem F, extrato 0 µg/mL; e F1, extrato 5 µg/mL, respectivamente) demonstraram-se estatisticamente maior severidade da doença. As menores médias de severidade da doença foram observadas nos tratamentos 6, 9, 11 e 12 (F1, extrato 1 µg/mL; F2, extrato 0 µg/mL; F2, extrato 2,5 µg/mL; e F2, extrato 5 µg/mL, respectivamente) (Tab. 3).

**Tabela 3:** Severidade de ferrugem comum do milho (*Puccinia sorghi*) em plantas de milho (*Zea mays*) tratadas com diferentes concentrações de extrato de lobeira (*Solanum lycocarpum*) e fungicidas comerciais. Pires do Rio, Goiás, 2016.

TRATAMENTOS	SEVERIDADE
	FERRUGEM COMUM
T1 (sem F, extrato 0 µg/mL)	4,79 a
T2 (sem F, extrato 1 µg/mL)	3,62 b
T3 (sem F, extrato 2,5 µg/mL)	3,92 b
T4 (sem F, extrato 5 µg/mL)	3,62 b
T5 (F1, extrato 0 µg/mL)	3,58 b
T6 (F1, extrato 1 µg/mL)	1,96 d
T7 (F1, extrato 2,5 µg/mL)	2,96 c
T8 (F1, extrato 5 µg/mL)	4,12 a
T9 (F2, extrato 0 µg/mL)	1,96 d
T10 (F2, extrato 1 µg/mL)	3,12 c
T11 (F2, extrato 2,5 µg/mL)	2,0 d
T12 (F2, extrato 5 µg/mL)	2,17 d
CV%	24,11

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Para mancha branca, no tratamento 1 verificou-se maior severidade da doença (testemunha sem F, extrato 0 µg/mL) e nos tratamentos 6, 7, 8, 11 e 12 (sem F1, extrato 1 µg/mL; F1, extrato 2,5 µg/mL; F1, extrato 5 µg/mL; F2, extrato 2,5 µg/mL; e F2, extrato 5 µg/mL, respectivamente) as menores severidades, e nos demais tratamentos severidades intermediárias (Tab. 4).

**Tabela 4:** Severidade de mancha branca (*Pantoea ananatis*) em plantas de milho (*Zea mays*) tratadas com diferentes concentrações de extrato de lobeira (*Solanum lycocarpum*) e fungicidas comerciais. Pires do Rio, Goiás, 2016.

TRATAMENTOS	SEVERIDADE
	MANCHA BRANCA
T1 (sem F, extrato 0 µg/mL)	3,50 a
T2 (sem F, extrato 1 µg/mL)	2,87 b
T3 (sem F, extrato 2,5 µg/mL)	2,25 b
T4 (sem F, extrato 5 µg/mL)	2,58 b
T5 (F1, extrato 0 µg/mL)	2,28 b
T6 (F1, extrato 1 µg/mL)	2,17 c
T7 (F1, extrato 2,5 µg/mL)	2,12 c
T8 (F1, extrato 5 µg/mL)	2,20 c
T9 (F2, extrato 0 µg/mL)	2,25 b
T10 (F2, extrato 1 µg/mL)	2,83 b
T11 (F2, extrato 2,5 µg/mL)	2,12 c
T12 (F2, extrato 5 µg/mL)	2,04 c
CV%	28,35

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

As maiores severidades de mancha ocular foram observadas nos tratamentos 1 e 7 (testemunha sem F, extrato 0 µg/mL; e F1, extrato 2,5 µg/mL), menor severidade no

tratamento 4, 5, 6, 10 e 11 (sem F, extrato 5 µg/mL; F1, extrato 0 µg/mL; F1, extrato 1 µg/mL; F2, extrato 1 µg/mL; F2, extrato 2,5 µg/mL), e nos demais tratamentos foram intermediárias (Tab. 5).

**Tabela 5.** Severidade de mancha ocular (*Kabatiella zaeae*) em plantas de milho (*Zea mays*) tratadas com diferentes concentrações de extrato de lobeira (*Solanum lycocarpum*) e fungicidas comerciais. Pires do Rio, Goiás, 2016.

TRATAMENTOS	SEVERIDADE
	MANCHA OCULAR
T1 (sem F, extrato 0 µg/mL)	3,20 a
T2 (sem F, extrato 1 µg/mL)	2,46 b
T3 (sem F, extrato 2,5 µg/mL)	2,37 b
T4 (sem F, extrato 5 µg/mL)	1,71 c
T5 (F1, extrato 0 µg/mL)	1,92 c
T6 (F1, extrato 1 µg/mL)	1,96 c
T7 (F1, extrato 2,5 µg/mL)	3,04 a
T8 (F1, extrato 5 µg/mL)	2,50 b
T9 (F2, extrato 0 µg/mL)	2,83 b
T10 (F2, extrato 1 µg/mL)	2,04 c
T11 (F2, extrato 2,5 µg/mL)	2,33 c
T12 (F2, extrato 5 µg/mL)	2,54 b
CV%	30,77

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado Teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

De modo geral, nesse estudo, as doenças foliares avaliadas não afetaram significativamente a produtividade na cultura do milho, resultando em uma produtividade

final de 18 toneladas/ha. Uma produtividade bem abaixo do esperado, isso ocorreu devido a problemas climáticos.

A utilização do fungicida mancozeb adicionado a 2,5µg/mL do extrato de *S. lycocarpum* foi eficiente no manejo do complexo de doenças estudadas na cultura do milho nas condições do experimento, indicando que o extrato vegetal adicionado ao agroquímico pode ter efeito potencializador do fungicida e/ou atuando como indutor de resistência à doenças pela planta, concordando com Bandeira; Lima (2013) que afirmam as saponinas presentes em plantas do gênero *Solanum* desencadeiam reações de defesa a fitopatógenos pelas plantas. Motidome et al. (1970) além de saponinas, isolaram dois heterosídeos alcaloídicos de *S. lycocarpum*, sendo eles solamargina e solasonina (comumente denominados glicoalcaloides), que tratam-se de metabólitos secundários que têm finalidade de proteger a planta da agressão de fitopatógenos e de predadores evidenciando assim seu potencial na proteção de cultivos (HARAGUCHI et al., 1978).

Rezende et al. (2007) em experimento avaliando a efetividade de extratos vegetais para indução de resistência e ativação de respostas de defesa em cacaueteiro contra a vassoura-de-bruxa (*Crinipellis pernicioso*), verificaram em avaliação aos 60 dias após a inoculação do patógeno, que o extrato de *S. lycocarpum* induziu proteção das mudas de cacaueteiro contra o patógeno em nível estatisticamente similar a proteção conferida pelo acibenzolar-S-metil (fungicida do grupo químico dos benzotiadiazoles e indutor de resistência em plantas), o mesmo observado por Cavalcanti et al.(2006) para a proteção do tomateiro contra *Xanthomonas vesicatoria* pelo extrato comparado ao mesmo fungicida. Em trabalho avaliando o efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico, Santos et al. (2007) verificaram que o extrato vegetal de *S. lycocarpum* reduziu a incidência e a severidade da ferrugem (*Hemileia vastatrix*) em 28% e 27%, respectivamente e da cercosporiose (*Cercospora coffeicola*) em 25% e 46% respectivamente, e incidência da mancha de *Phoma* (em 35%) nos cafeeiros, comparado à testemunha pulverizada com água.

Os autores supracitados atribuíram tais resultados à potencialização na atividade de peroxidases, polifenoloxidasas e lignificação dos órgãos das plantas estudadas, porém não possibilitaram identificar a molécula candidata a eliciadora que tem como função gerar respostas de defesa. A atividade dessas é frequentemente aumentada em resposta aos estresses, sendo a proteção celular contra reações oxidativas também uma das principais funções das enzimas. Santos et al. (2007) afirmam que a utilização isolada do extrato vegetal

na proteção de cultivos é arriscada, pois o nível de controle no campo é muito inferior aos fungicidas, mas sua associação a fungicidas convencionais oferecem oportunidade de reduzir o impacto das doenças.

Nesse trabalho, a presença das concentrações de 2,5µg/mL do extrato de *S. lycocarpum* possivelmente atuou como indutor de resistência das plantas de milho aos patógenos, protegendo a planta desses agentes etiológicos. Foi possível observar que o extrato de *S. lycocarpum*, juntamente ao fungicida mancozeb, que tem ação protetora, atua no impedimento a germinação e metabolismo de esporos fúngicos. A sua camada protetora cria uma barreira à penetração dos fungos sobreviventes na folha, e também proteção a bactérias (como por exemplo à *Pantoea ananatis*, agente causal da mancha branca), impedindo sua entrada pelas aberturas naturais das folhas (mesófilo), como os estômatos e hidatódios.

Muito se reporta a respeito da resistência de fitopatógenos pelo uso indiscriminado de substâncias sintéticas no manejo de doenças. Isso pode ser observado pela preferência de produtores na utilização de moléculas sistêmicas, quase que predominantemente estrobilurinas e triazóis (como o fungicida 1 testado no presente experimento) nos sistemas de produção. Uma das hipóteses para um menor controle dos fitopatógenos estudados frente à aplicação de piraclostrobina + epoxiconazol no presente experimento pode ser devido a um possível grau de resistência adquirida, mesmo que pequena, desses fitopatógenos a essas moléculas.

Como estratégia para evitar essa resistência pode-se realizar a alternância nas pulverizações dos fungicidas sistêmicos com os protetores (como o mancozeb), ou ainda a associação destes durante as pulverizações (efeito aditivo), destacando que, como o mancozeb trata-se de um fungicida protetor e não curativo, seu posicionamento deve ser realizado nas primeiras aplicações. No presente estudo, mesmo não sendo realizada mais pulverizações de fungicidas, o mancozeb foi posicionado na primeira aplicação demonstrou maior efetividade que piraclostrobina + epoxiconazol, corroborando com essa hipótese.

Vilela et al. (2012) avaliando seis híbridos de milho, com a aplicação dos fungicidas do grupo das estrobilurina e triazóis [piraclostrobina + epoxiconazol (0,75 L/ha) e azoxistrobina + ciproconazol (0,3 L/ha)] verificaram que ambos fungicidas foram iguais estatisticamente e eficientes no controle de ferrugem e mancha branca na cultura do milho em comparação à testemunha. Pinto (2004) verificou que, para o controle de manchas foliares na cultura do milho como mancha branca e ferrugem, tanto ditiocarbamato (mancozeb) quanto

estrobilurina (azoxistrobina) foram eficientes no manejo das enfermidades. Como demonstrado pelos autores anteriormente citados, caso não haja resistência por parte dos fitopatógenos aos fungicidas químicos utilizados, ambas as moléculas estudadas são eficientes no manejo das doenças na cultura, desde que aplicados em condições ideais (observando detalhes como temperatura, umidade do ar, direção do vento, entre outros), em épocas propícias (estádio da cultura e aparecimento de focos das doenças), sendo que a sua associação com outros produtos que possam auxiliar na potencialização dos seus efeitos é válido, como a adição de extrato de *S. lycocarpum* como demonstrado sua efetividade neste experimento.

Segundo a Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (Faeg), a área plantada da safra 2016 aumentou cerca de 12% com relação ao mesmo período de 2015, o que representa 100 mil hectares a mais. Mesmo o estado de Goiás tendo atingido o 4º lugar na produção de grãos do país, o cultivo de milho safrinha teve uma queda de 40% nessa segunda safra. O motivo em maior parte foi a instabilidade das chuvas, que assustou o produtor rural e trouxe uma onda de prejuízos. Assim, a seca afetou todas as etapas de desenvolvimento da planta, desde a fase inicial até o enchimento dos grãos, comprometendo todo o processo de produção (FAEG, 2016; ABRAMILHO, 2016).

Pode ser que eventualmente novos estudos a respeito da atividade antimicrobiana do extrato de *S. lycocarpum* possam apresentar resultados divergentes aos observados no presente estudo devido às características genéticas da planta que apresentam variabilidade nos diversos locais onde são encontradas, além de outras situações que influenciam na composição química da planta como estresses seja por restrição hídrica ou excesso de água, influência da fertilidade do solo, interação com outras espécies que possam transmitir efeito alelopático, ressaltando assim a complexidade desses estudos em condições de campo.

## CONCLUSÕES

A utilização do extrato de *S. lycocarpum* em maiores concentrações juntamente com o fungicida mancozeb foram mais eficientes no controle da ferrugem e da mancha branca.

Ambos os fungicidas em conjunto com as maiores concentrações do extrato de *S. lycocarpum* foram mais eficientes no controle mancha branca do milho.

Para o manejo do complexo de doenças foliares estudadas, o fungicida mancozeb juntamente à 2,5µg/mL do extrato de *S. lycocarpum* é mais recomendado para utilização na redução da severidade na cultura do milho.

As doenças foliares avaliadas não afetaram significativamente a produtividade na cultura do milho.

É necessária a continuidade de estudos a respeito do potencial de *Solanum lycocarpum* no controle de outras doenças e em demais culturas, pois pode se tratar de uma alternativa na potencialização do efeito dos fungicidas e até na diminuição do uso de agroquímicos na agricultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMILHO – Associação Brasileira dos Produtores de Milho. 2016. Disponível em: <<http://www.abramilho.org.br/noticias.php?cod=4013>>. Acesso em 10 dez. 2016.
- AZEVEDO, L. A. S. de. **Manual de quantificação de doenças de plantas**. Sao Paulo, 1998. 114 p.
- BANDEIRA, R. A.; LIMA, R. A. Efeito do extrato etanólico dos frutos de *Solanum grandiflorum* Ruiz sobre *Fusarium oxysporum* Kuhn *in vitro*. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 6, n. 1, p. 69-73, jan./abr. 2013.
- BOMFETI, C. A.; MEIRELLES, W. F.; SOUZA-PACCOLA, E. A.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. S.; MARRIEL, I. E.; PACCOLA-MEIRELLES, L. D. Avaliação de produtos químicos comerciais, *in vitro* e *in vivo* no controle da doença foliar, mancha branca do milho, causada por *Pantoea ananatis*. **Summa Phytopathologica**, v. 33, n.1, p.63-67, 2007.
- CAMOCHENA, R. C.; SANTOS, I.; MANTELI, C.; MALAGI, G.; MAZARO, S. M.; DALLEMOLE-GIARETTA, R. Reação de genótipos de milho à mancha ocular causada por *Kabatiella zae*. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 4, p. 1315-1322, jul./ago. 2012
- CAVALCANTI, F. R., RESENDE, M. L. V., CARVALHO, C. P., SILVEIRA, J. A.; OLIVEIRA, J. T. Induced defence responses and protective effects on tomato against *Xanthomonas vesicatoria* by an aqueous extract from *Solanum lycocarpum* infected with *Crinipellis pernicioso*. **Biological Control**, v. 39, p. 408-417, 2006.
- CELOTO, M. I. B.; PAPA, M. F. S.; SACRAMENTO, L. V. S.; CELOTO, F. J. Atividade antifúngica de extratos de plantas a *Colletotrichum gloeosporioides*. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 1-5, 2008.
- CHAGAS, J. F. R.; SANTOS, G. R.; COSTA, R. V.; COSTA, L. V.; SILVA, D. D.; SOMOM, J. MOURÃO, D. S. C. **Principais Doenças Foliares da Cultura do Milho no Estado do Tocantins**. Circular Técnica 213, Embrapa Milho e Sorgo: Sete Lagoas, 2005, 13 p.
- COSTA, R. V.; CASELA, C. R.; COTA, L. V. 2009. **Doenças do milho**. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho\\_5\\_ed/doencas.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_5_ed/doencas.htm)>. Acesso em 18 jul. 2016.
- DISTL, M.; WINK, M. Identification and quantification of steroidal alkaloids from wild tuber-bearing *Solanum* species by HPLC and LC-ESI-MS. **Potato Research**, v.52, n.1, p.79-104, 2009.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ), p. 1-412. 1999.

FAEG - Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás. 2016. Disponível em: <<http://sistemafaeg.com.br/noticias>> Acesso em 08 nov. 2016.

FANTIN, G. M.; BALMER, E. Método de inoculação e evolução dos sintomas da mancha foliar de *Phaeosphaeria maydis* em milho. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 23, n.1, p.64-65, 1997.

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Características agronômicas e produtividade de cultivares de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais. **Científica**, Jaboticabal, v.40, n.1, p.21-27, 2012.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2010.

FORSTHOFER, E. L.; STRIDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E; SILVA, A. A. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.399-407, 2006.

HARAGUCHI, M.; UCHIMURA, R.T.; MOTIDOME, M.; GOTTLIEB, O. Aproveitamento dos esteróides dos frutos da lobeira. **Ciência e cultura**, v. 32, p. 81-82, 1978.

IKEDA, T.; TSUMAGARI, H.; HONBU, T.; NOHARA T. Cytotoxic activity of steroidal glycosides from *Solanum plants*. **Biol Pharm Bull**, v. 26, p. 1198-1201, 2003.

JULIATTI, F. C.; APPELT, C. C. N. S.; BRITO, C. H.; GOMES, L. S.; BRANDÃO, A. M.; HAMAWAKI, O. T.; MELO, B. Controle da feosféria, ferrugem comum e e cercosporiose pelo usa da resistência genética, fungicidas e época de aplicação na cultura do milho. **Bioscience Journal**, v. 20, n. 3, p. 45-54, 2004.

MOTIDOME, M.; LEEKNING, M.; GOTTLIEB, O.R. A presença de solamargina no juá e na lobeira. **Academia Brasileira de Ciências: A química desolanáceas brasileiras**, v. 42, p. 375-376, 1970.

PINTO, F. C. L.; UCHOA, D. E. A.; SILVEIRA, E. R.; PESSOA, O. D. L.; BRAZ-FILHO, R.; SILVA, F. M.; THEODORO, P. N. E. T.; ESPÍNDOLA, L. S. Glicoalcaloides antifúngicos, flavonoides e outros constituintes químicos de *Solanum asperum*. **Química Nova**, v. 34, n.2, São Paulo, 2011.

PINTO, M. F. J. A. Controle químico de doenças foliares do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.1, p.134-138, 2004.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo dos nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

RESENDE, M. L. V.; COSTA, J. C. B.; CAVALCANTI, F. R.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; CAMILO, F. R. Seleção de extratos vegetais para indução de resistência e ativação de

respostas de defesa em cacaueteiro contra a vassoura-de-bruxa. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 213-221, 2007.

SACHS, P. J. D.; NEVES, C. C. S. V. J.; CANTERI, M. G.; SACHS, L. G. Escala diagramática para avaliação da severidade da mancha branca em milho. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.4, p.202-204, 2011.

SANTOS, F. S.; SOUZA, P. E.; RESENDE, M. L. V.; POZZA, E. A.; MIRANDA, J. C.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; MANERBA, F. C. Efeito de extratos vegetais no progresso de doenças foliares do cafeeiro orgânico. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, p. 59-63, 2007.

STANGARLIN, J. R. Uso de extratos e óleos essenciais no controle de doenças de plantas. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32 suplemento, p. 94 –96, 2007.

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.