

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ALESSANDRO PEDRO SCHMIELESKI

**METABOLITOS DE MICRORGANISMOS NA ATIVAÇÃO DE
DEFESAS EM SOJA À MOSCA BRANCA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2021

ALESSANDRO PEDRO SCHMIELESKI

**METABOLITOS DE MICRORGANISMOS NA ATIVAÇÃO DE
DEFESAS EM SOJA À MOSCA BRANCA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II, no curso Superior de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Miguel Mazaro

DOIS VIZINHOS

2021

TERMO DE APROVAÇÃO

METABOLITOS DE MICRORGANISMOS NA ATIVAÇÃO DE DEFESAS EM SOJA À MOSCA BRANCA

Por

Alessandro Pedro Schmieleski

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 07 de maio de 2021, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora, composta pelos membros abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho Aprovado.

Prof. Dr. Sérgio Miguel Mazaro
UTFPR – Dois Vizinhos
Orientador

Prof^a. Dr^a. Angélica Signor Mendes
UTFPR – Dois Vizinhos
Responsável pelos Trabalhos de
Conclusão de Curso

Prof. Dr. Alfredo de Gouvêa
Membro Titular
UTFPR – Dois Vizinhos

Maikely Luana Feliceti
Membro Titular
UTFPR – Dois Vizinhos

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus por me guiar e abençoar nessa caminhada e sua proteção.

Também a minha família, meu pai e minha mãe, por estarem ao meu lado me apoiando e incentivando a lutar pelos meus sonhos e objetivos. Ao meu irmão que sempre me ajuda e incentiva. E também a minha namorada que sempre se faz presente.

Meu professor e orientador Sérgio Miguel Mazaro, por qual tenho enorme respeito e admiração que auxilia e se dedica a cada um de seus orientados, que é um exemplo a ser seguido.

Aos meus amigos que sempre dão apoio, auxiliam nos projetos e que se preocupam com o andamento deles.

Enfim, fico muito honrado em ter todas essas pessoas ao meu lado, pessoas diferenciadas que acrescentam em meu desenvolvimento pessoal e profissional deixo aqui meus agradecimentos.

RESUMO

SCHMIELESKI, A. P. **Metabólitos de microrganismos na ativação de defesas em soja à mosca branca**. 30 f. Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) – Curso bacharelado em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-Campus Dois Vizinhos, 2020.

A mosca branca (*Bemisia tabaci*) é um dos principais insetos causadores de danos na cultura da soja, sendo na maioria das vezes o seu controle realizado com inseticidas. É crescente a demanda pela redução de agroquímicos e pela busca de processos produtivos sustentáveis. O uso de produtos naturais como metabólitos de microrganismos vem demonstrando potencial de ativar mecanismos de defesa de plantas a patógenos, no entanto, tal efeito ainda é pouco explorado para o manejo de insetos pragas. Nesse sentido o objetivo do presente trabalho, é avaliar o potencial do metabólito de microrganismos, a base de ácido glutâmico (Vorax®) quanto a ativação de mecanismos de defesa da planta e sua relação com a preferência de oviposição de mosca branca. O trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação e as análises bioquímicas no laboratório de controle biológico da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Dois Vizinhos. Plantas de soja, foram conduzidas em vasos até o estágio fenológico V6, então aplicado os tratamentos, sendo o metabólito de microorganismo (40ml/100l). Após 48 horas da aplicação do metabólito, adultos de moscas brancas foram expostas as plantas e tiveram livre escolha, sendo mantidas até 96 horas para a oviposição. Após esse período foram avaliadas, com 144 e 194 horas as oviposições e a preferência de adultos após 20 dias. Materiais vegetais foram colhidos, durante todo o experimento nos intervalos de zero, 48, 96, 144 e 192 horas para avaliação de compostos fenólicos e taninos totais. A aplicação do biofertilizante a base de metabólito de microrganismos (Vorax®) ativou rotas metabólicas de defesa vegetal, aumentando os níveis de compostos fenólicos e taninos, e tornou as plantas tratadas com menor preferência dos insetos adultos.

Palavras chave: Defesa vegetal, Controle alternativo, Indução resistência.

ABSTRACT

SCHMIELESKI, A. P. **Metabolite of micro-organisms in the activation of defenses in soybean to white fly**. 30 f. Course Conclusion Work II (TCC II) – (Graduation in Agronomist), Federal University of Technology – Paraná. Dois Vizinhas, 2020.

The whitefly (*Bemisia tabaci*) is one of the main insects causing damage to the soybean crop, and most of the time its control is carried out with insecticides. The demand for the reduction of agrochemicals and the search for sustainable production processes is growing. The use of natural products such as metabolites from microorganisms has shown potential to activate defense mechanisms of plants against pathogens, however, this effect is still little explored for the management of insect pests. The objective of the present work is to evaluate the potential of the metabolite of microorganisms, based on glutamic acid (Vorax[®]) regarding the activation of defense mechanisms of the plant and its relationship with the preference of oviposition of whitefly. The work was developed in a greenhouse and the biochemical analyses were performed in the laboratory of biological control of the Federal University of Technology - Campus de Dois Vizinhas. Soy plants were grown in pots until the phenological stage V6, then the treatments were applied, being the microorganism metabolite (40ml/100l). After 48 hours of metabolite application, whitefly adults were exposed to the plants and had free choice, being kept up to 96 hours for oviposition. After this period, oviposition and adult preference were evaluated at 144 and 194 hours after 20 days. Plant materials were harvested throughout the experiment at zero, 48, 96, 144 and 192 hours for evaluation of phenolic compounds and total tannins. The application of biofertilizer based on microorganism metabolites (Vorax[®]) activated metabolic routes of plant defense, increasing the levels of phenolic compounds and tannins, and made the treated plants less preferred by adult insects.

Keywords: Plant defense, Alternative control, Resistance induction.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Número de ovos de mosca-branca por cm ² e de adultos na cultura da soja. Dois Vizinhos, 2021.....	22
Tabela 2 - Compostos fenólicos (mg./g.tecido) de plantas de soja, não tratadas e tratadas com biofertilizante, com a exposição a mosca-branca. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021.....	22
Tabela 3 - Taninos (mg./g.tecido) de plantas de soja, não tratadas e tratadas com biofertilizante, com a exposição a mosca-branca. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021.....	24

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Ciclo de vida da mosca branca (<i>Bemisia tabaci</i>). Fonte: Equipe Mais Soja (2019)	16
Figura 02. Ciclo de ativação do metabolismo secundário com visualização das rotas dos taninos e fenólicos. Fonte: Azeredo Coutinho (2017)	19
Figura 03 - Esquema experimental. Fonte: Mazaro, 2020	21
Figura 4 - Foto do experimento em casa de vegetação. Fonte: Mazaro, 2020	21
Figura 5 - Compostos fenólicos (mg./g.tecido) no decorrer do tempo do experimento, de plantas de soja, não tratadas e tratadas com biofertilizante, com a exposição a mosca-branca. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021	23
Figura 6 - Taninos (mg./g.tecido) no decorrer do tempo do experimento, de plantas de soja, não tratadas e tratadas com biofertilizante, com a exposição a mosca-branca. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021	24

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA.....	12
3 HIPÓTESE.....	12
4 OBJETIVOS	13
4.1 OBJETIVO GERAL	13
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
5 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
5.1 CULTURA DA SOJA.....	14
5.2 MOSCA BRANCA (<i>Bemisia tabaci</i>)	15
5.4 INDUÇÃO DE RESISTENCIA	16
5.5 BIOFERTILIZANTES	17
5.6 COMPOSTOS FENÓLICOS E TANINOS.....	18
6 MATERIAL E MÉTODOS	20
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
8 CONCLUSÃO.....	26
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das mais importantes *commodities* do país, com uma produção na safra 20/21 de 135 milhões de toneladas estimadas pela (CONAB, 2021) e vem se projetando para um novo aumento na projeção de toneladas, por conta da sua valorização e consumo onde, neste ano os preços do produto já atingiram valores históricos, sendo uma valorização acima dos padrões que se tinha até o momento (CONAB, 2021).

Os grãos de soja são uma matéria prima de diversos produtos presentes nos mercados onde o seu valor agregado é ainda maior do que o valor que é pago sem uma industrialização. Esse fator por sua vez, faz uma cadeia de sub produtos enorme que todos se valorizam através da soja (EMBRAPA, 2021).

No manejo da cultura, tem-se preconizado além de altas produtividades, o manejo sustentável, com redução de agrotóxicos. Tal demanda por produtos mais saudáveis, com baixo impacto ambiental, é uma tendência mundial, e impulsiona a busca por novas alternativas no manejo de doenças e pragas (EMBRAPA, 2021).

Dentre os insetos pragas da cultura da soja, um dos que mais causam danos são a mosca branca (*Bemisia tabaci*). Esse inseto é polífono, alimenta-se de inúmeras espécies vegetais, como algodão, feijão, soja e algumas plantas daninhas, além de possuir ampla distribuição geográfica (JANOSELLI, 2017). Se destaca pela severidade e danos a cultura, sendo grande vetor de viroses. O controle dessa praga, incrementam os custos com controle de insetos em média 35%, segundo Cepea (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada) (CEPEA, 2016).

A mosca branca tornou-se mais um desafio a ser enfrentado pelos agricultores brasileiros, principalmente, por sua dificuldade de controle, por possuir inúmeras espécies vegetais hospedeiras e por ter o controle focado quase que exclusivamente em agroquímicos. Além disso, as características climáticas e de produção agrícola do Brasil favorecem o desenvolvimento da praga (JANOSELLI, 2017).

O uso de produtos biológicos é uma alternativa promissora no manejo de mosca branca, e já vem sendo utilizado, principalmente com o uso de *Beauveria bassiana*. (ARRIGONI, 2010)

Também produtos alternativos como metabólitos de microorganismos, ricos em aminoácidos vêm sendo estudados no manejo de culturas, ativando mecanismos de defesa vegetal, e com isso menor preferência de insetos pragas (RENATA, RAGA, 2016)

Dentre os aminoácidos, o glutamato é considerado chave, atuando na síntese de outros aminoácidos, como prolina e arginina, que atuam simultaneamente como sinalizadoras de esters, induzindo assim no sistema de defesa das plantas (TEIXEIRA, 2016).

2 JUSTIFICATIVA

O controle da mosca branca na cultura da soja, está ainda muito focado ao uso de inseticidas, no entanto, existe uma demanda mundial pela redução de químicos e o processo de produção sustentável.

O uso de produtos biológicos como fungos entomopatogênicos vem sendo utilizados, com resultados promissores no manejo de mosca branca. Ainda o uso de produtos naturais como metabólitos de microrganismos vem demonstrando potencial de ativar mecanismos de defesa de plantas a patógenos.

Quanto ao potencial de metabólitos para ativação de defesa vegetal a insetos pragas, e em especial no manejo de mosca branca, vem sendo pouco explorado, o que justifica essa pesquisa.

3 HIPÓTESE

Metabólitos de microrganismos quando utilizados para tratamento de plantas de soja, ativam rotas metabólicas de defesa vegetal, aumentando os níveis de compostos fenólicos e taninos, e tornam-se com isso as plantas com menor preferência à oviposição das moscas brancas.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o potencial do metabólito de microrganismos, a base de ácido glutâmico (Vorax®) quanto a ativação de mecanismos de defesa da planta e sua relação com a preferência de mosca branca.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a preferência ou repelência de moscas brancas em plantas tratadas com metabólito de microrganismos.
- Observar as alterações bioquímicas de compostos fenólicos e taninos em função da aplicação dos produtos e sua relação com a preferência ou repelência dos insetos pragas.

5 REVISÃO DE LITERATURA

5.1 CULTURA DA SOJA

A soja teve por origem em uma região do nordeste da China na Manchúria após um período de tempo foi levada como planta de jardim para a Europa, após chegou a América do Norte nos anos de 1890 onde era cultivada como uma planta forrageira e após essa chegou ao Brasil oficialmente nos anos de 1914 (MANDARINO, 2017).

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivada no Brasil, para a produção de grãos, é uma planta herbácea, da Classe Rosidae. As principais variedades comerciais apresentam raiz com eixo principal e muitas ramificações. Possuem folhas trifolioladas. Têm flores de fecundação autógama, típicas da subfamília Papilionoideae, de cor branca, roxa ou intermediária (DIAS; PETER, 2019).

De acordo com a Agência Embrapa de Informação Tecnológica (2008), as plantas tem uma estrutura de crescimento que varia em função do ambiente e da cultivar utilizada onde formasse uma estrutura ideal ente 50 a 110 cm, isso tudo depende muito do fotoperíodo que nada mais é que a duração de um dia desde o nascer do sol até o por do sol, sendo a soja uma planta de dias mais curtos e noites mais longas. Mas se os dias forem mais longos a soja atrasa o seu florescimento em ocasionalmente o fotoperíodo ser maior.

A importância global da commodity soja onde nos cenários atuais pode ser usada como uma moeda de troca, sendo um dos produtos com alta volatilidade de valores e com uma alta tendência em questões de valor tanto por questões de produção quanto por ações políticas que interferem diretamente nos valores comercializados (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

No Brasil a soja tem uma grande importância econômica e de cunho empregatício pois um país com vasta área de cultivo, vem se destacando por um crescimento expressivo nos últimos anos se firmando junto a outros setores sendo uma fonte de matéria prima. Um dos principais pontos da soja no país é o solo ser de boa qualidade propiciando a grande produção e com isso agregando valor as terras brasileiras e ao produto que é comercializado (HIRAKURI; LAZZAROTTO, 2014).

5.2 MOSCA BRANCA (*Bemisia tabaci*)

A origem da mosca branca inicialmente do oriente médio, em que, nos dias atuais esta presente em todo o globo terrestre, no Brasil os primeiros relatos foram em 1920, mas somente a partir de 1990 começou-se a ter importância no cenário agrícola (Notícias Agrícolas, 2016).

O inseto possui tamanho em torno de 2 mm, tem uma metamorfose incompleta de ovo, ninfa e adultos tem asas membranosas (LACERDA; CARVALHO, 2008).

Após os ovos eclodirem os insetos se locomovem pela folha para encontrar um local para se fixar e começarem a se alimentar da seiva, próximo a emergência dos adultos as ninfas apresentam olhos vermelhos que podem ser visualizados através do tegumento das ninfas (HAJI et al., 2005).

Quando atingem a fase adulta após eclodirem da fase de ninfa podem se dispersar pelo vento a longas distâncias com uma boa altura de elevação. O acasalamento começa entre 12 a 48 horas após a sua eclosão após este processo pode se ocorrer o acasalamento novamente, muitas outras vezes durante a sua vida tendo um período médio de vida de 19 dias, os machos e as fêmeas pode ser de 40 a 70 dias (HAJI et al., 2005), conforme apresentado na Figura 1.



Figura 01 - Ciclo de vida da mosca branca (*Bemisia tabaci*).

Fonte: Equipe Mais Soja (2019).

5.3 DANOS E PREJUÍZOS

A mosca branca (*B. tabaci*) é um inseto de aparelho bucal sugador presente em diversas culturas. Na cultura da soja esse inseto é responsável por transmitir o vírus da necrose da haste, os insetos ainda se alimentam da seiva da planta, onde por estarem presentes nas folhas, excretam substâncias que favorecem a formação de fumagina (GODOY, 2019).

Sendo uma praga se beneficia de diversos hospedeiros o que acaba por dificultar o controle pois não usa apenas um hospedeiro, mas sim vários. Os danos causados por ataques severos podem ser amarelecimento das folhas mais velhas, em plantas jovens as folhas secam, e se o clima estiver com condições adversas pode agravar os danos (HIROSE et al. 2010)

A fumagina que aparece nas plantas ocorre por conta das moscas brancas que são o vetor, onde esse patógeno cresce sobre as folhas impedindo a síntese foliar e assim acarretando em perda de área foliar e diminuição de produção. (VIVAN, RODRIGUES, 2007)

5.4 INDUÇÃO DE RESISTENCIA

A mais de 100 anos já se tem relatos de que as plantas possuem um sistema de indução a resistência ou um pré-condicionamento contra doenças (VALLAD; GOODMAN, 2004).

Nos anos de 1960 Ross utilizou plantas de tabaco submetidas a uma inoculação previa e localizada com o “tabacco masaic vírus” (TMV – vírus do mosaico do fumo), e obteve resistência sistêmica contra patógenos (MATUCZAK, 2016).

Em um contexto geral a indução a resistência é a capacidade de defesa da planta contra uma grande variedade de organismos fitopatogênicos que podem ser incluídos fungos, bactérias e vírus. Os indutores de resistência ativam mecanismos latentes de resistência da planta, evitando ou atrasando os danos por patógenos (ELEVAGRO, 2020).

Dentre os mecanismos de defesa da planta que podem ser ativados destacamos as enzimas, como a peroxidase, envolvida nos processos de lignificação celular, polifenoloxidase que transforma fenóis em quinonas tóxicas aos

microrganismos, e fenilalanina amônia-liase, enzima precursora da síntese dos fenilpropanóides envolvidos na defesa vegetal (LORENZETTI et al., 2018).

Dentre um milhão de espécies de insetos descritas, já se tem aproximadamente 10% que se considera inseto praga que causam danos as culturas.

O uso exclusivamente de inseticidas para o controle de inseto praga, ocasiona diversos efeitos colaterais, dessa maneira a indução de resistência de plantas é uma estratégia com um grande potencial para proteger ou retardar danos e injúrias de inseto praga (LOCATELI, 2017).

5.5 BIOFERTILIZANTES

Os biofertilizantes são resultados da biodigestão dos compostos orgânicos de origem vegetal e animal, nestes compostos podem ser encontradas células vivas de microrganismos. Além de liberação pelos microorganismos de grandes quantidades de metabólitos, constituídos de proteínas, enzimas, antibióticos, vitaminas, toxinas, fenóis, éster e ácidos (MEDEIROS; LOPES, 2006).

A bactéria *Corynebacterium glutamicum* capaz de efetuar o processo eficiente para obter o aminoácido l- glutâmico ácido que é de síntese absorvido via foliar onde exerce uma função de aumento da fotossíntese (RÖDER, C. et al., 2018).

A busca por novos compostos vem se elevando no mercado pois com a eficiência muitas vezes comprovadas cientificamente, provam que o uso de biofertilizantes em sulco de semeadura, como uma fonte de nutrientes no período pós germinação e produtos a base de foliares com um intuito de suprir a demanda de um nutriente via foliar que não esteja tão disponível no solo (BOCCHESI; RUPP, 2012).

O metabolismo secundário das plantas contém funções ecológicas para insetos polinizadores, reprodução, repelência e reprodução onde essas características foram herdadas de seleção natural e também de mudanças evolutivas. Sendo que em varias publicações os autores descrevem que os insetos de aparelho bucal mastigador não têm a mesma indução de respostas as defesas das plantas como o inseto picador sugador, analisando isso através de monitoramento de genes e proteína (LOCATELI, 2017).

5.6 COMPOSTOS FENÓLICOS E TANINOS

O metabolismo secundário tem a função ecológica de ter uma atração de insetos polinizadores, reprodução, repelência e de proteção onde cada uma dessas defesas foi sendo obtidas através da seleção natural ao longo do tempo de evolução. Estas mudanças podem ser ativadas pela sinalização nos receptores celulares após passa para a transdução para o sitio de ação no interior da célula que por fim desencadeia a tradução do sinal para ativar os mecanismos de defesa que por sua vez podem ativar diferentes vias como a dos compostos fenólicos, terpenos e compostos nitrogenados (LOCATELI, 2017).

Os compostos fenólicos são vias onde estes são biossintetizados pela rota do ácido chiquimico e a rota do ácido melônico que por sua vez acabam por formar outros compostos fenólicos variados e simples como por exemplo as lactonas de fenilpropanoides, derivado de ácido benzoico, lignina e taninos condensados (LOCATELI, 2017).

A interação entre a planta e os insetos no ambiente pode gerar uma situação chamada anti-inseto onde a planta está produzindo os metabolitos secundários e com isso acaba forçando o inseto a se adaptar a esse processo, que acaba por a planta tentar se modificar para não sofrer ataques dos insetos e com isso contribui para que os insetos entrem em uma seleção natural (LOCATELI, 2017).

Os taninos atuam na defesa da planta de forma que repele herbívoros, onde quanto maior a concentração de taninos isso acarreta que o predador bloqueie a ação de enzimas digestivas, os taninos tem uma habilidade de se ligar as proteínas afetando e inibindo a atividade enzimática (TAIZ; ZEIGER, 2004).

O tanino se encontra distribuídos em plantas superiores onde normalmente se encontram em folhas frutos e sementes em forma de polímeros fenólicos, os frutos que estão imaturos a concentração de tanino e muito maior (LOCATELI, 2017).

Dentro das descrições acima se tem um esquema de onde se tem a formação das rotas metabólicas envolvidas para se ter os compostos fenólicos e taninos, ocorrendo essas reações através de estímulos, onde estes estímulos ativam a síntese de proteínas como a quitinases e β -1,3 glucanases, de enzimas como fenilalanina amônia-liase (FAL) (LOCATELI, 2017).

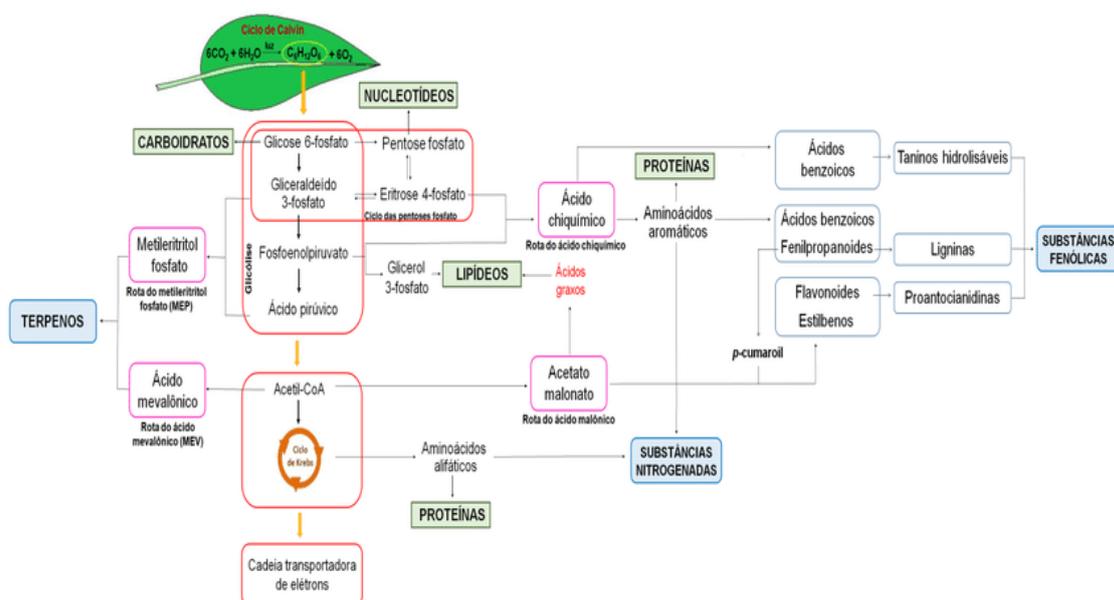


Figura 02 - Ciclo de ativação do metabolismo secundário com visualização das rotas dos taninos e fenólicos.

Fonte: Azeredo Coutinho (2017).

6 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus de Dois Vizinhos, em casa de vegetação e no laboratório de Controle Biológico.

O produto utilizado foi o primeiro registrado no Brasil, com o nome comercial Vorax[®], sendo um produto natural obtido de um sub produto da cana de açúcar, em que é feita a fermentação do bagaço da cana com a bactéria *Corynebacterium glutamicum* esse processo é capaz de liberar aminoácidos ácido L-Glutâmico, que potencializam a taxa fotossintética de uma planta.

Para o experimento foram utilizadas sementes de soja da cultivar BRS 511, que não possui nem um tipo de tolerância ou resistência a mosca branca. Sendo essas semeadas em vasos de 5 litros, com um diâmetro de 20 cm. Foram conduzidas em casa de vegetação com umidade e temperatura controlada, onde favorece o desenvolvimento da mosca branca e da cultura da soja.

As plantas de soja, foram conduzidas em vasos até o estágio fenológico V6, então, foi aplicado o produto na dose de 40ml/100litros, por pulverização.

Após 48 da aplicação dos tratamentos, adultos de moscas brancas foram expostas as plantas e tiveram livre escolha, sendo mantidas até 96 horas para a oviposição. Após esse período foram avaliadas, com 144 e 194 horas as oviposições e a preferência de adultos após 20 dias. Materiais vegetais foram colhidos, durante todo o experimento nos intervalos de zero, 48, 96, 144 e 192 horas para avaliação de compostos fenólicos e taninos totais, conforme pode ser observado na figura abaixo.

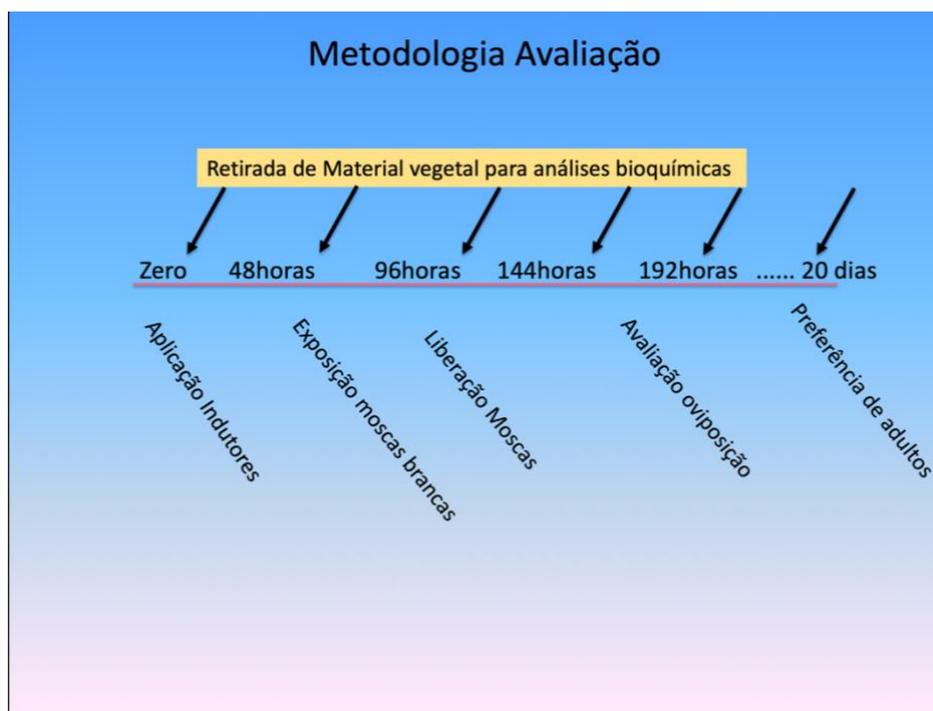


Figura 03 - Esquema experimental.
Fonte: Mazaro, 2020.



Figura 4 - Foto do experimento em casa de vegetação.
Fonte: Mazaro, 2020.

Os dados obtidos foram digitalizados em planilha eletrônica e posteriormente submetidos análise de variância (ANOVA), após usar o teste F a 5% de probabilidade de erro. Depois foi comparado as médias de Scott-Knott a 5% de significância.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que não correu interferência da aplicação do produto quanto a oviposição de moscas brancas. No entanto, reduziu a preferência de adultos por plantas tratadas com o biofertilizante (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de ovos de mosca-branca por cm² e de adultos na cultura da soja. Dois Vizinhos, 2021.

Tratamentos	Oviposição (cm ²) 144horas	Oviposição (cm ²) 192horas	Adultos (cm ²) 20 dias
Tratadas com biofertilizante	1,2 ^a	1,3 ^a	0,3b
Testemunha	1,1 ^a	1,4 ^a	1,2 ^a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Quanto as análises bioquímicas, ocorreu diferença de compostos fenólicos (Tabela 2 e Figura 5) e de taninos (Tabela 3 e Figura 6), após 144horas para compostos fenólicos e com 192horas para taninos. Tais resultados sugerem que durante o processo de exposição das moscas para oviposição (96 até 144horas), as plantas não tinham ainda sintetizado compostos fenólicos como processo de defesa, nesse sentido as moscas fizeram a oviposição em todas as plantas. Já no momento que os insetos apresentaram mobilidade, migraram para plantas não tratadas, fato relacionado ao aumento de compostos fenólicos e taninos.

Tabela 2- Compostos fenólicos (mg./g.tecido) de plantas de soja, não tratadas e tratadas com biofertilizante, com a exposição a mosca-branca. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021.

Tratamentos	Tempo de coletas				
	Zero	48 horas	96horas	144 horas	192horas
Tratadas com biofertilizante	1,97 ^a	2,04a	2,3a	2,7 ^a	2,9 ^a
Testemunha	1,93 ^a	1,97a	2,0a	1,96b	2,0b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

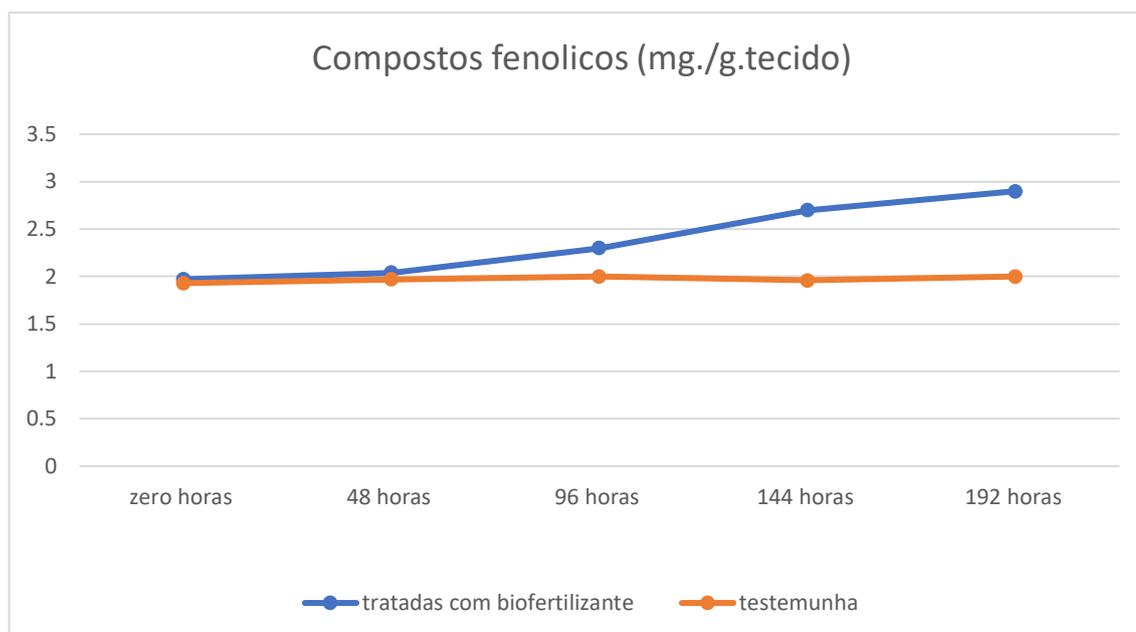


Figura 5 - Compostos fenólicos (mg./g.tecido) no decorrer do tempo do experimento, de plantas de soja, não tratadas e tratadas com biofertilizante, com a exposição a mosca-branca. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021.

Segundo Isman (2006) o uso de produtos naturais podem ser uma alternativa para o controle de inseto e de vetor, esses produtos são vantajosos pois tem mais ingredientes ativos ocasionando assim morte, repelência e diminuição de oviposição dos insetos pragas nas plantas.

Também, em corrobora o estudo de Ferreira (2006), demonstrou que a utilização de produtos biológicos não afetou a oviposição, mas sim a viabilidade das ninfas em questão, comprovando assim uma atividade de metabolismos secundários em atividade que inativam as ninfas e ovos.

Esse resultado nos permite afirmar que o biofertilizante a base de metabólitos ativou um dos principais mecanismos de defesa vegetal, a rota para formação de compostos fenólicos. Em pesquisa mais refinada seria interessante quantificar quais são esses metabólitos secundários. Haja visto existem aproximadamente 10.000 grupos de fenóis com compostos heterogênicos que são sintetizados na rota do ácido melônico e ácido chiquimico, por apresentar tantas funções desde a defesa contra a radiação até a defesa contra patógenos e a insetos (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A ativação de diferentes enzimas na planta ocasionam um aumento da presença dos compostos fenólicos, pois existem vários ingredientes ativos no biofertilizantes que acabam por desencadear várias atividades enzimáticas como

quitinase, peroxidase, 1,3-glucanase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase proteinase e lipoxigenases todas estas relacionadas aos compostos (CORREIA et al., 2005).

Tabela 3. Taninos (mg./g.tecido) de plantas de soja, não tratadas e tratadas com biofertilizante, com a exposição a mosca-branca. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021.

Tratamentos	Tempo de coletas				
	Zero	48 horas	96 horas	144 horas	192 horas
Tratadas com biofertilizante	0,67 ^a	0,69 ^a	0,78 ^a	0,89 ^a	1,03 ^a
Testemunha	0,69 ^a	0,67 ^a	0,79 ^a	0,81 ^a	0,83 ^b

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

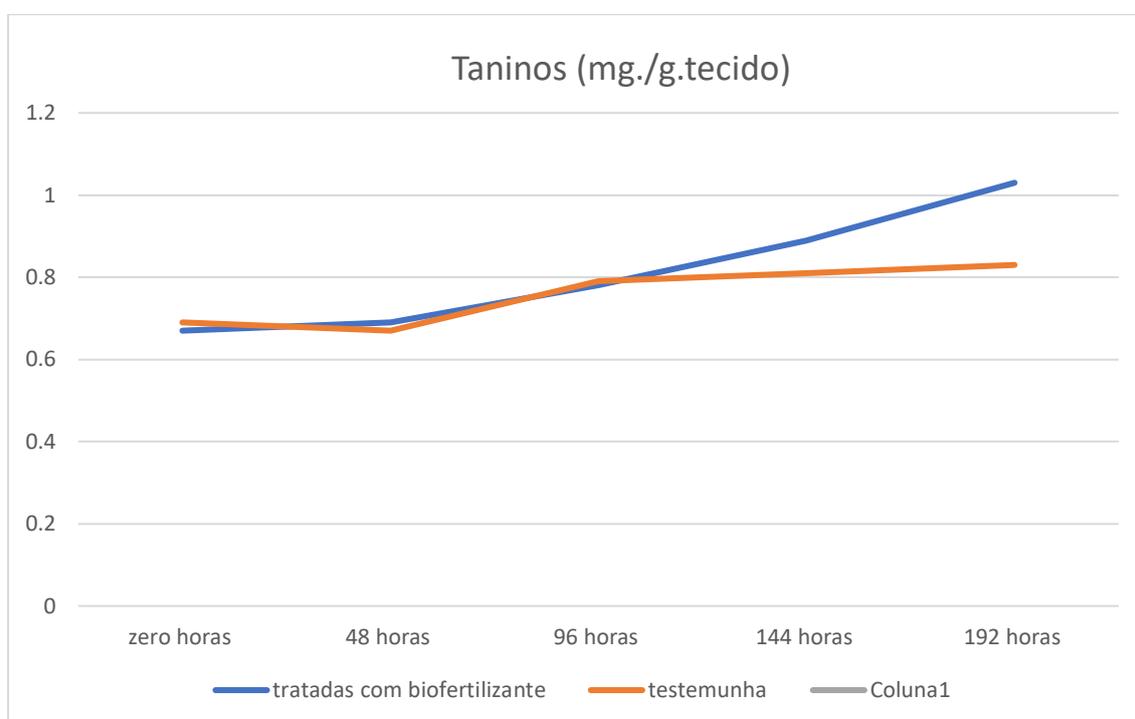


Figura 6 - Taninos (mg./g.tecido) no decorrer do tempo do experimento, de plantas de soja, não tratadas e tratadas com biofertilizante, com a exposição a mosca-branca. UTFPR, Dois Vizinhos – PR, 2021.

Da mesma forma que os compostos fenólicos, os taninos estão relacionados a defesa vegetal, sendo responsáveis por adstringência em plantas, e com isso tornando as plantas menos atrativas a insetos.

Estes compostos por sua vez reduzem significativamente o crescimento e a sobrevivência dos insetos, que inativam as enzimas digestivas ocasionado um complexo de taninos e proteínas de difícil digestão (MELLO, SILVA-FILHO, 2002).

O valor nutricional da soja é limitado pela ação como os inibidores das proteases tripsina e quimo tripsina, as hemaglutininas lectinas, os compostos fenólicos taninos, que afetam a digestão e fisiologia dos animais (STECH, CARVALHO, 2010). Portanto, materiais tratados com biofertilizantes que ativam os taninos são de grande importância, causando a morte dos insetos por meio da indigestibilidade, e com isso auxiliando no controle dos mesmos (SOUZA; VENDRAMIM, 2000).

8 CONCLUSÃO

A aplicação do biofertilizante a base de metabólito de microrganismos (Vorax[®]) ativou rotas metabólicas de defesa vegetal, aumentando os níveis de compostos fenólicos e taninos, e tornou as plantas tratadas com menor preferência dos insetos adultos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEREDO, Coutinho; SILVA, Antônio; GONÇALVES. **Nutrição mineral: avaliando a escassez nutricional em plantas.** 2017.

AUGUSTINI, Antonio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira:** Atividade de peroxidase e polifenoloxidase na resistência do feijão à antracnose.39. ed. Brasília Pesquisa Agropecuária Brasileira. p. 7-7, 2004.

ARRIGONI, Eduardo. **Métodos Alternativos de Controle Fitossanitário:** Controle biológico de pragas e outras técnicas alternativas. 1. ed. Piracicaba, SP: 98-163. 2010.

BOCCHESI, Marco; RUPP, Matthias; VENTURINI, Leandro. **Biofertilizantes:** biofertilizantes. 1. ed. Bento Gonsalves: grafisul, p. 7-7, 2012.

CORREA, Rogério; MORAES, Jair; CARVALHO, Geraldo, AUAD, Alexandre. Silicon and Acibenzolar-S-Methyl as Resistance Inducers in Cucumber, against the Whitefly *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) Biotype B: Silício e Acibenzolar-S-Methyl Como Indutores de Resistência em Pepino, à Mosca-Branca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) Biótipo B. **Neotropical Entomology**, Lavras, v. 34, n. 3, p. 429-433, mai./2005.

DIAS, Christian; PETER, Marcelo. análises de controle de qualidade da recepção de uma indústria processadora de grãos. **Revista Sociedade Científica**, RS, v. 2, n. 1, p. 1-18, jan./2019.

DEMONARI, Eric Guidetti. Determinação da atividade antioxidante e prospecção fitoquímica do extrato etanólico e partições da casca da schefflera macrocarpa. 1. ed. **UBERLÂNDIA: UNIVERSIDADE & FEDERAL DE UBERLÂNDIA INSTITUTO DE QUÍMICA**, p. 1-44, 2017.

ELEVAGRO. **Indutores de resistência em plantas.** Disponível em: <https://elevagro.com/blog/post/indutores-de-resistencia-em-plantas/#:~:text=Uma%20forma%20alternativa%20de%20controle,incluindo%20fungos%2C%20bact%C3%A9rias%20e%20v%C3%ADrus>. Acesso em: 8 out. 2020.

EMBRAPA, AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Características da soja.** Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html. Acesso em: 10 out. 2020.

FERREIRA, Ronara. Influência do silício na indução de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo b (genn.) (hemiptera: aleyrodidae) e no desenvolvimento vegetativo em dois cultivares de soja *Glycine max* (L.) Merrill. 1. ed. **Universidade Federal de Lavras lavras**, p. 1-50, 2006.

EMBRAPA . **Controle biológico: ciência a serviço da sustentabilidade**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-controle-biologico/sobre-o-tema>. Acesso em: 9 mai. 2021.

GODOY, Ana flavia. Comportamento alimentar de bemisia tabaci biótipo b (hemiptera: aleyrodidae) em genótipos de soja na presença e ausência de silício: **UNESP – Campus de Botucatu**, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Proteção de Plantas). 2019.

HAJI, Francisca; MATTOS, Marco; ALENCAR, José; BARBOSA, Flaviá; PARANHOS, Beatriz. Manejo da Mosca-Branca na Cultura do Tomate. **Circular Técnica**, Petrolina, v. 81, n. 1, p. 1-16, out./2005.

HIRAKURI, Marcelo; LAZZAROTTO, Joelsio. O agronegócio da soja nos contextos mundial e brasileiro. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Soja Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Londrina, v. 1, n. 1, p. 1-37, mai./2014.

HIROSE, E.; BUENO, A.F.; VIEIRA, S.S.; GOBBI, A.L. Danos causados por diferentes níveis de infestação de *Bemisia tabaci* Biotipo B (Hemiptera: Aleyrodidae) em soja. In: **REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL**, 31., 2010, Brasília, DF. Resumos... Londrina, PR: Embrapa Soja, p. 84-86, 2010.

ISMAN, Murray. Botanical insecticides, deterrents, and repellents in modern agriculture and an increasingly regulated world. Annu. **Rev. Entomol.** 51: 45–66, 2006.

SOUZA, Antonio; VENDRAMIM, José. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre *Bemisia tabaci* biótipo B em tomateiro. *Bragantia*, **Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura** v.59, p.173-179, 2000.

JANOSELLI, Helder. Manejo de mosca branca em soja: MANEJO TÉCNICO DA SOJA. **DuPont Pioneer**, DuPont Pioneer, v. 1, n. 1, p. 1-7, ago./2017. Disponível em http://www.pioneersementes.com.br/DownloadCenter/2017_P_InformeTecnicoMoscaBrancaSoja-web.pdf. Acesso em: 6 out. 2020.

LACERDA, José; CARVALHO, Remulo. Descrição e manejo integrado de mosca-branca (*Bemisia spp*) transmissora de geminivírus em culturas econômicas. 2. ed. João Pessoa: **Tecnol. & Ciên. Agropec.** P. 15-22, 2008.

LORENZETTI, Eloisa.; STANGARLIN, José.; KUHN, Odair.; PORTZ, Roberto. Indução de resistência à *Macrophomina phaseolina* em soja tratada com extrato de alecrim. **Summa phytopathol.** vol.44, n.1, p.45-50, 2018.

LOCATELI, Bruna Taíza. Indução de resistência por agentes abióticos em soja à mosca-branca. **Biblioteca UTFPR**, 2017, v. 1, n. 1, p. 1-68, jun./2017.

MARQUES, Maria; SIMONETTI, Ana Paula; ROSA, Helton Aparecido. Aspectos produtivos do uso de bioestimulantes na cultura da soja. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 4, n. 4, p. 155-163, dez./2014.

MELLO, Maria.; SILVA-FILHO, Marcio. Plant-insect interactions: an evolutionary arms race between two distinct defense mechanisms. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.14, p.71-81, 2002.

MATUCZAK, Andherson. Desempenho agrônômico da cultura da soja sob o efeito de indutores de resistência. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso. **Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

MEDEIROS, Marcos; LOPES, Juliano. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agríc**, Bahia, v. 7, n. 3, p. 24-26, nov./2006.

MEYER, Fabiano.; JÚNIOR, Valdecir.; BERNARDES, João. Aplicação foliar de bioestimulante à base de extrato de alga (*Ecklonia maxima*) na cultura da soja. **V Seminário de Pós-Graduação**, Uberaba, v. 5, n. 1, p. 1-5, jun./2018.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. **Mosca branca, a cigarrinha mais importante do Brasil, por Rui Scaramella Furiatti.** Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/artigos/artigos-geral/165431-mosca-branca-a-cigarrinha-mais-importante-do-brasil-por-rui-scaramella-furiatti.html#.X4JV-9BKjIU>. Acesso em: 10 out. 2020.

RÖDER, C. et al. Potato yield and metabolic changes by use of biofertilizer containing L-glutamic acid. **Comunicata Scientiae**, parana, v. 9, n. 2, p. 211-218, abr./2018.

Revista do instituto adolfo lutz. **Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão.** Disponível em: http://periodicos.ses.sp.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0073-98552007000100001&lng=pt. Acesso em: 31 mar. 2021.

RESEARCH GATE. **Esquema geral das vias de biossíntese do metabolismo vegetal secundário.** Disponível em: https://www.researchgate.net/figure/Figura-2-Esquema-geral-das-vias-de-biossintese-do-metabolismo-vegetal-secundario_fig45_318429331. Acesso em: 1 abr. 2021.

RAGA RENATA . Também produtos alternativos como metabólitos de microorganismos, ricos em aminoácidos vêm sendo estudados no manejo de culturas, ativando mecanismos de defesa vegetal, e com isso menor preferência de insetos pragas.. **Instituto Biológico APTA**, são paulo, v. 1, n. 1, p. 1-13, abr./2016. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/defesa/artigos/MECANISMO%20DE%20DEFESA%20DAS%20PLANTAS%20CONTRA%20O%20ATAQUE%20DE%20INSETOS%20SUGADORES.pdf>. Acesso em: 9 mai. 2021.

SEIXAS, Claudine Dinali Santos. et al. Monitoramento de *Phakopsora pachyrhizi* na safra 2018/2019 para tomada de decisão do controle da ferrugem-asiática da soja. **Circular Técnica 150**. Embrapa, Londrina, PR, 2019.

SOUZA, A. P. de; VENDRAMIM, J. D. Efeito de extratos aquosos de meliáceas sobre Bemisia tabaci biótipo B em tomateiro. *Bragantia*, v.59, p.173-179, 2000

STECH, Marcia Regina. Fatores antinutricionais e coeficientes de digestibilidade aparente da proteína de produtos de soja para o pacu (*Piaractus mesopotamicus*). **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, maringa , v. 32, n. 3, p. 255-262, abr./2010. Disponível em: <https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAnimSci/article/view/5819/5819>. Acesso em: 9 mai. 2021.

TEIXEIRA, W. F. **Avaliação do uso de aminoácidos na cultura da soja.** Tese (Doutorado) – USP / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.

VALLAD, G. E.; GOODMAN, R. M. Systemic Acquired Resistance and Induced Systemic Resistance in Conventional Agriculture. **Crop Science Society of America**, Madison, v. 44, n. 1, p. 1-15, nov./2004.