

**Efeito de produtos fitossanitários utilizados na cultura da mandioca sobre aspectos  
biológicos de fungos entomopatogênicos**

**Effect of phytosanitary products used on cassava crop on biological aspects of  
entomopathogenic fungi**

**Efecto de los productos fitosanitarios utilizados en el cultivo de yuca sobre los aspectos  
biológicos de los hongos entomopatógenos**

Recebido: 01/08/2020 | Revisado: 15/08/2020 | Aceito: 20/08/2020 | Publicado: 23/08/2020

**Adriano Lucio Alboneti**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7606-7007>

Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil

E-mail: [adriano.alboneti@hotmail.com](mailto:adriano.alboneti@hotmail.com)

**Douglas Martins Cecconello**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6526-0204>

Universidade Estadual de Londrina, Brasil

E-mail: [douglas.cecconello@hotmail.com](mailto:douglas.cecconello@hotmail.com)

**Rudiney Ringenberg**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7585-5757>

Embrapa Mandioca e Fruticultura, Brasil

E-mail: [rudiney@cnpmf.embrapa.br](mailto:rudiney@cnpmf.embrapa.br)

**Camila Vogt dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7566-8003>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: [cami\\_vogt@hotmail.com](mailto:cami_vogt@hotmail.com)

**Andreia Kusumota Bonini**

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4508-8400>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: [akbonini@yahoo.com.br](mailto:akbonini@yahoo.com.br)

**Luis Francisco Angeli Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3102-764X>

Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil

E-mail: [Luis.Alves@unioeste.br](mailto:Luis.Alves@unioeste.br)

**Jael Simões Santos Rando**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5191-2996>

Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil

E-mail: [jael@uenp.edu.br](mailto:jael@uenp.edu.br)

**Viviane Sandra Alves**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2381-8115>

Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil

E-mail: [vivialves@uenp.edu.br](mailto:vivialves@uenp.edu.br)

## Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar a interação de produtos fitossanitários comerciais registrados ou em processo de registro para uso na cultura da mandioca, sobre aspectos biológicos dos fungos *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* em condições de laboratório. Os produtos testados foram Actara®, Callisto®, Cipermetrina®, Curryon®, Fusilade®, Gaucho®, Nomolt®, Poquer®, Standark Top® e Tiger®, e avaliou-se a ação destes sobre os parâmetros germinação, unidade formadora de colônias (UFC), crescimento vegetativo e produção de conídios. Os dados obtidos dos diferentes parâmetros biológicos foram analisados, e a compatibilidade entre os produtos e os fungos foi baseada no cálculo de toxicidade proposto por índice biológico. Houve resposta diferenciada dos fungos em relação aos produtos testados, *B. bassiana* foi compatível com todos, exceto Fusilade®. Já para *M. anisopliae* os produtos Gaucho®, Poquer® e Cipermetrina® foram considerados moderadamente tóxicos, enquanto os demais produtos foram compatíveis.

**Palavras-chave:** Índice biológico; *Metarhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*; Compatibilidade.

## Abstract

This study aimed to evaluate the interaction of commercial phytosanitary products registered or in the process of registration for use in cassava crop, on biological aspects of *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* under laboratory conditions. The products tested were Actara®, Callisto®, Cypermethrin®, Curryon®, Fusilade®, Gaucho®, Nomolt®, Poquer®, Standark Top® and Tiger®, and their action was evaluated on the germination parameters, colony forming unit (CFU), vegetative growth and conidium production. The data obtained from the different biological parameters were analyzed, and the compatibility between the products and the fungi was based on the calculation of toxicity proposed by biological index.

There was a differentiated response of the fungi in relation to the products tested, *B. bassiana* was compatible with all except Fusilade®. For *M. anisopliae* the products Gaucho®, Poquer® and Cipermetrina® were considered moderately toxic, while the other products were compatible.

**Keywords:** Biological index; *Metarhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*; Compatibility.

## Resumen

Este estudio tuvo por objeto evaluar la interacción de los productos fitosanitarios comerciales registrados o en proceso de registro para su utilización en el cultivo de yuca, en los aspectos biológicos de los hongos *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en condiciones de laboratorio. Los productos probados fueron Actara®, Callisto®, Cipermetrina®, Curryon®, Fusilade®, Gaucho®, Nomolt®, Poquer®, Standark Top® y Tiger®, y su acción fue evaluada en los parámetros de germinación, unidad formadora de colonias (UFC), crecimiento vegetativo y producción de conidios. Se analizaron los datos obtenidos de los diferentes parámetros biológicos y la compatibilidad entre los productos y los hongos se basó en el cálculo de la toxicidad propuesta por el índice biológico. Hubo una respuesta diferenciada de los hongos en relación con los productos probados, *B. bassiana* era compatible con todos excepto con Fusilade®. Para *M. anisopliae* los productos Gaucho®, Poquer® y Cipermetrina® se consideraron moderadamente tóxicos, mientras que los demás productos eran compatibles.

**Palabras clave:** Índice biológico; *Metarhizium anisopliae*; *Beauveria bassiana*; Compatibilidad.

## 1. Introdução

A mandioca, *Manihot esculenta* Crantz (Malpighiales: Euphorbiaceae) é uma cultura originalmente de subsistência, cultivada em todos os estados do Brasil (Groxko, 2017) e desempenha um papel fundamental na dieta de diversas comunidades (Adams et al., 2008), possuindo diversos usos, desde a alimentação humana e animal até o uso industrial (Ospina & Ceballos, 2012). Nos últimos anos a produção de mandioca vem se destacando em algumas regiões do país, que é considerado o quarto produtor mundial, sendo cultivada em sistema de monocultivo, policultivo ou consorcio em grandes extensões, visando principalmente a produção de fécula (Ferreira et al., 2014).

O aumento de produção, está diretamente associado ao uso de defensivos agrícolas e fertilizantes sintéticos, que usados de forma inadequada podem acarretar problemas ambientais como seleção de populações de pragas/doenças resistentes, danos a saúde de produtores e consumidores (Branco et al., 2003) além de poder ocasionar desequilíbrio biológico devido a ação sobre organismos não-alvo (Azevedo, 1998).

Nesse sentido, a utilização de fungos para controle de pragas vem crescendo, com destaque para os fungos entomopatogênicos *Beauveria bassiana* (Balsamo-Crivelli) Vuillemin e *Metarhizium anisopliae* (Mechnikoff) Sorokin (Ascomycota: Hypocreales), que têm sido testados como agentes de controle biológico de várias pragas na cultura da mandioca. Trabalhos visando o controle de mosca-branca *Bemisia tubercula* Bondar, 1923 (Hemiptera: Aleyrodidae) (Lima et al., 2012), percevejo-de-renda *Vatiga illudens* (Drake, 1922) (Hemiptera: Tingidae) (Bellon et al., 2009), da cochonilha *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero, 1977 (Hemiptera: Pseudococcidae) (Amnuaykanjanasin et al., 2013) e do coleóptero *Sphenophorus levis* Vaurie, 1978 (Coleoptera: Curculionidae) (Delfanti, 2012), demonstram o grande potencial desses entomopatógenos e a possibilidade de seu uso em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) nessa cultura.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a interação de produtos fitossanitários comerciais utilizados na cultura da mandioca, sobre parâmetros biológicos dos fungos entomopatogênicos *M. anisopliae* e *B. bassiana* em condições de laboratório.

## 2. Material e Métodos

Foram testados produtos fitossanitários comerciais (inseticidas e herbicidas/fungicidas) registrados e/ou em estudo para registro na cultura da mandioca, visando o uso conjunto destes com os fungos *B. bassiana* (isolado Unioeste 04) e *M. anisopliae* (Isolado Unioeste 86) (Tabela1).

Para utilização nos testes, o isolado de *M. anisopliae* foi repicado utilizando o meio de cultura Sabouraud Destrose Agar (SDA) (neopeptona 10g, dextrose 40g, ágar 15g e água destilada 1000mL) e mantido em câmara de germinação em temperatura de  $26\pm 1^{\circ}\text{C}$ , UR de 90% e fotoperíodo de 14 horas por um período de 7 a 10 dias para a conidiogênese. O isolado *B. bassiana* foi multiplicado em meio BDA (batata 200g, dextrose 20g, ágar 15g e 1000mL de água destilada). Os conídios foram coletados e armazenados em tubo de vidro e armazenados a  $-10^{\circ}\text{C}$  em freezer por um período máximo de 15 dias.

As suspensões foram preparadas com base na metodologia descrita por Mamprim et al. (2013) modificada, onde os conídios foram acondicionados em tubos de vidro com 10mL de água destilada esterilizada + Tween® 80 (0,01%), que foram agitados vigorosamente e quantificados em câmara de Neubauer padronizando-se as concentrações de  $1,65 \times 10^6$  e  $1,0 \times 10^3$  conídios/mL. As concentrações dos produtos foram calculadas conforme a maior recomendação para campo, com um volume de calda igual a 144L/ha.

**Tabela 1.** Nome comercial, atividade biológica, Ingrediente ativo e dose do produto comercial (p.c.) de produtos fitossanitários registrados ou em processo de registro na cultura da mandioca.

Nome Comercial	Atividade Biológica	Ingrediente Ativo	Dose (p.c.)
			L ou Kg <sup>-1</sup> ha*
Curyom® 550 EC <sup>1</sup>	Inseticida	profenofós+lufenuron	0,30
Gaicho® FS	Inseticida	Imidacloprido	0,36
Actara® 250 WG	Inseticida	Tiametoxan	0,15
Standak® Top FS	Inseticida	piraclostrobina+fipronil	0,36
	Fungicida	tiofanato-metílico	
Tiger® 100 EC	Inseticida	Piriproxifem	0,22
Nomolt® 150 SC	Inseticida	Teflubenzurom	0,30
Cipermetrina® <sup>1</sup> 250EC	Inseticida	Cipermetrina	0,05
Poquer® <sup>1</sup> EC	Herbicida	Cletodim	0,40
Fusilade®250EW <sup>1</sup>	Herbicida	fluazine-p-butílico	0,70
Callisto® SC	Herbicida	Mesotriona	0,4

\*Litros (L) ou quilos (Kg) do produto comercial por hectare (ha). <sup>1</sup> Produtos Fitossanitários com registro ou em processo de registro para a cultura da mandioca.

Fonte: Informação fornecida pelos fabricantes.

## 2.1 Germinação

Foi utilizado 300µL da suspensão do fungo entomopatogênico na concentração de  $1,65 \times 10^6$  conídios/mL que foram adicionados em placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio de cultura BDAA. Em seguida, foi feita a pulverização dos produtos com um pulverizador acoplado a um compressor de ar. As placas foram incubadas por 16 horas em câmara climática a  $26^\circ\text{C} \pm 1$ , UR de 90% e fotoperíodo de 12h quando foi feita a contagem dos conídios germinados, sendo conídios germinados aqueles que apresentaram o tubo germinativo com o comprimento igual ou maior do que o diâmetro do tubo.

## **2.2 Unidades Formadoras de Colônia (UFC)**

Foram inoculados 100µL de suspensão na concentração de  $1 \times 10^3$  conídios/mL em placas de Petri contendo meio de cultura BDA, e feita a pulverização dos produtos como descrito no ensaio anterior. As placas permaneceram em câmara climática durante cinco dias a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$ , UR de 90% e fotoperíodo de 12 horas, para a contagem das colônias formadas.

## **2.3 Crescimento vegetativo**

Foram preparadas placas de Petri de 9 cm de diâmetro contendo meio de cultura BDA, onde o fungo foi inoculado pelo método de três pontos. A pulverização dos produtos foi feita após 48 h a fim de evitar a remoção dos conídios, e as placas foram incubadas em câmara climática a  $26 \pm 1^\circ\text{C}$  UR de 90% e fotoperíodo de 12 h, durante sete dias. Para avaliação, foram feitas duas medidas perpendiculares das colônias.

## **2.4 Produção de conídios**

Duas colônias de cada uma das placas do teste de crescimento vegetativo foram recortadas e transferidas individualmente para tubos de vidro, onde foram adicionados 10mL de água destilada com Tween 80 0,01% para agitação, até o desprendimento dos conídios. Em seguida, foi feita a contagem dos conídios em câmara de Neubauer.

## **2.5 Análise estatística**

Todos os testes, cada tratamento foi repetido cinco vezes, e foi também realizado um tratamento controle, que foi pulverizado apenas com água destilada. Os dados obtidos dos diferentes parâmetros biológicos foram analisados quanto a normalidade e homocedasticidade e se atendidos os pressupostos, foram submetidos a testes de comparação de médias de Tukey, por meio do programa estatístico ASSISTAT versão 7.7, 2014 (Silva, 2014).

## **2.6 Índice Biológico**

A compatibilidade entre os tratamentos e o fungo foi baseada pelo cálculo de toxicidade proposto por ALVES et al. (2007) e ROSSI-ZALAF et al. (2008).

$$IB = \frac{47[CV] + 43[ESP] + 10[GER]}{100}$$

onde:

IB= Índice Biológico; CV= porcentagem do crescimento vegetativo da colônia após 7 dias, em relação à testemunha; ESP= porcentagem da esporulação das colônias após 7 dias, em relação à testemunha; GER= porcentagem de germinação dos conídios após 16 h, visto que os valores de CV, ESP e GER foram previamente corrigidos em relação às respectivas testemunhas pela fórmula: (média tratamento/média testemunha) /100. Não foram utilizadas casas decimais para o cálculo do IB. Os valores do IB (p=0,05) para a classificação dos produtos 0 á 41 é considerado tóxico, de 42 á 66 moderadamente tóxico e maior que 66 é compatível.

Devido ao grande número de tratamentos e repetições, alguns testes foram feitos em mais de uma etapa, sendo necessário então, para cada etapa realizar um tratamento testemunha. Para o teste de germinação, o ensaio para *B. bassiana* foi dividido em duas etapas. No ensaio de UFC o fungo *M. anisopliae* foi avaliado em três etapas e em duas na produção de conídios. Por último, o teste de crescimento vegetativo foi dividido em duas etapas para ambos os fungos. Assim, os dados são apresentados nas tabelas, com suas respectivas testemunhas, e as análises foram realizadas em separado para cada lote de produtos avaliados.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1 Germinação

Observou-se que houve redução significativa da germinação para o isolado de *M. anisopliae* apenas com o produto Poquer® (Tabela 2). Por sua vez, o fungo *B. bassiana* teve a germinação reduzida pelos produtos Callisto®, Poquer®, Fusilade® e Cipermetrina®. Os demais produtos não causaram redução significativa na germinação (Tabela 2).

Diferente do observado neste trabalho, Ferreira et al. (2010) ao testarem o efeito de alguns produtos sobre fungo *M. anisopliae*, observaram que tiametoxam (Actara®) nas doses de 80 e 100g/ha, causaram redução na germinação do fungo, enquanto que os produtos fipronil (Standak 250 SC) inseticida e Standak Top®, inseticida/fungicida quando avaliados por estes mesmos autores, em doses de 160 e 240mL/ha, não resultaram em alteração da viabilidade de conídios.

**Tabela 2.** Germinação de conídios dos fungos entomopatogênicos *Metarhizium anisopliae* isolado UNIOESTE 86 e *Beauveria bassiana* isolado UNIOESTE 04 após exposição à produtos fitossanitários registrados ou em processo de registro para a cultura da mandioca.

<i>M. anisopliae</i>		<i>B. bassiana</i>	
Tratamentos	Germinação (%)	Tratamentos	Germinação (%)
Testemunha 1	77,0 ab	Testemunha 1	91,3 a*
Callisto®	79,8 a	Callisto®	78,6 b
Fusilade®	79,0 a	Poquer®	73,7 bc
Poquer®	60,6 c	Fusilade®	71,7 c
Actara®	71,0 ab	CV%	2,80
Cipermetrina®	72,4 ab	Testemunha 2	90,12 a
Curyom®	76,0 ab	Cipermetrina®	51,5 b
Gaucho®	68,2 bc	Curyom®	77 ab
Nomolt®	75,8 ab	Tiger®	79,55 a
Standak Top®	69,2 bc	Gaucho®	79,85 a
Tiger®	79,0 a	Actara®	84,25 a
CV%	5,85	Standak Top®	93,87 a
-	-	Nomolt®	94 a
-	-	CV%	13,84

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Fonte: tabela elaborada pelos autores.

Ainda, em trabalho de compatibilidade com *B. bassiana* isolado UEL 114 Andaló et al. (2004) testaram diversos produtos fitossanitários, com destaque para Imidaclopride e Tiametoxam, cujo princípio ativo são os mesmos de Gaucho® e Actara®, observaram resultados semelhantes aos deste trabalho, onde os produtos não interferiram no potencial germinativo do fungo.

### 3.2 Unidades Formadoras de Colônia (UFC)

Apenas o produto Fusilade® influenciou a unidade formadora de colônias (UFC) para o fungo *M. anisopliae*, e os produtos Poquer® e Cipermetrina® para *B. bassiana*. Por outro lado, o produto Callisto®, causou incremento significativo na contagem das UFC de *B. bassiana* (Tabela 3).

O único produto que apresentou redução da UFC, portanto diferenciando da testemunha (50,0) do fungo *M. anisopliae*, foi o produto Fusilide® (28,2). Quanto ao fungo *B. bassiana* o produto Callisto® (557) causou um aumento na UFC, produzindo mais que a própria testemunha (441,7), isso ocorreu em ensaio semelhante, quando Nascimento et al. (2016) testaram a compatibilidade de diferentes herbicidas (Callisto®, Gamit, Poquer® e



Fusilade®) sobre o fungo *B. bassiana*, e observaram que o produto Callisto® causou um incremento na produção de conídios em relação a testemunha.

**Tabela 3.** Número de Unidades Formadoras de Colônia (UFC) de *Metarhizium anisopliae* isolado UNIOESTE 86 e *Beauveria bassiana* isolado UNIOESTE 04 após exposição aos produtos fitossanitários registrados ou em processo de registro para a cultura da mandioca.

<i>M. anisopliae</i>		<i>B. bassiana</i>	
Tratamentos	UFC	Tratamentos	UFC
Testemunha 1	117,6 a	Testemunha 1	441,7 bc*
Curyom®	126,0 a	Callisto®	557 a
Gaicho®	125,2 a	Poquer®	349,2 c
Standak Top®	127,8 a	Fusilade®	519 ab
CV%	9,52	CV%	10,78
Testemunha 2	88,8 a	Testemunha 2	441,7 a
Callisto®	83,6 a	Cipermetrina®	244 b
Cipermetrina®	78,4 a	Curyom®	349 ab
Poquer®	125,2 a	Tiger®	462 a
Tiger®	110,4 ab	Gaicho®	400 a
CV%	15,50	Actara®	439 a
Testemunha 3	50,0 a	Standak Top®	355 ab
Actara®	39,8 a	Nomolt®	381 ab
Fusilade®	28,2 b	CV%	17,36
Nomolt®	42,8 ab	-	-
CV%	29,92	-	-

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Fonte: tabela elaborada pelos autores.

Segundo Moino & Alves (1998) alguns microrganismos podem apresentar um mecanismo de resistência fisiológica, capaz de metabolizar os princípios tóxicos do ingrediente ativo dos produtos, utilizando as moléculas resultantes desse processo, liberadas no meio de cultura, como nutrientes secundários, promovendo seu crescimento vegetativo e a conidiogênese.

### 3.3 Crescimento vegetativo

Com relação ao crescimento vegetativo, o fungo *B. bassiana* foi afetado apenas pelo produto Poquer® (Tabela 4), enquanto o fungo *M. anisopliae* teve seu crescimento vegetativo reduzido pelos produtos Tiger® e Standak Top®.

**Tabela 4.** Crescimento vegetativo avaliado pelo diâmetro médio das colônias de *Metarhizium anisopliae* isolado UNIOESTE 86 e *Beauveria bassiana* isolado UNIOESTE 04 após exposição aos produtos fitossanitários utilizados na cultura da mandioca.

<i>M. anisopliae</i>		<i>B. bassiana</i>	
Tratamentos	Diâmetro (mm)	Tratamentos	Diâmetro (mm)
Testemunha 1	19,3 a	Testemunha 1	23,5 ab*
Callisto®	16,0 ab	Callisto®	24,7 ab
Cipermetrina®	14,9 ab	Fusilade®	25,1 a
Curyom®	15,1 ab	Poquer®	23,1 b
Gaucho®	16,4 ab	CV%	3,26
Poquer®	16,4 ab	Testemunha 2	23,5a
Standak Top®	12,8 b	Actara®	25,1 a
Tiger®	13,7 b	Cipermetrina®	23,8 a
CV%	17,01	Curyom	23,5 a
Testemunha 2	19,9 a	Gaucho®	23,9 a
Actara®	17,6 a	Nomolt®	23,7 a
Fusilade®	20,1 a	Standak Top®	24,1 a
Nomolt®	19,1 a	Tiger®	23,6 a
CV%	14,45	CV%	3,49

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram entre si pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ).

Fonte: tabela elaborada pelos autores.

Dentre os produtos testados no fungo *M. anisopliae* os únicos que sofreram com redução do crescimento vegetativo foram os tratamentos com os produtos Standak Top® (24,1) e Tiger® (23,6), o resultado foi semelhante aos resultados obtidos por esses autores. Há que ressaltar, entretanto, que o produto Standak® Top aqui utilizado contém além do fipronil (inseticida), os ingredientes ativos piraclostrobina + tiofanatometilido, cuja ação é fungicida (Moino & Alves, 1998).

Os resultados encontrados no presente trabalho para crescimento vegetativo, são diferentes dos observados por Moino & Alves (1998) que verificaram reduções no crescimento de *B. bassiana* após exposição a um produto com o princípio ativo de fipronil.

### 3.4 Produção de conídios

Os produtos Callisto®, Cipermetrina®, Curyom®, Gaucho®, Poquer® e Tiger® inibiram a produção de conídios em relação a testemunha de *M. anisopliae* (Tabela 5), enquanto que para *B. bassiana*, Callisto® foi o único produto que se diferenciou da testemunha, proporcionando aumento na produção de conídios.

**Tabela 5.** Produção de Conídios de *Metarhizium anisopliae* isolado UNIOESTE 86 e *Beauveria bassiana* isolado UNIOESTE 04 após exposição aos fitossanitários utilizados na cultura da mandioca.

<i>M. anisopliae</i>		<i>B. bassiana</i>	
Tratamentos	Conídios (x10 <sup>6</sup> /mL)	Tratamentos	Conídios (x10 <sup>6</sup> /mL)
Testemunha 1	19,3 a	Testemunha 1	49,81 b*
Callisto®	11,9 bc	Callisto®	88,8 a
Cipermetrina®	9,0 c	Poquer®	34,27 bc
Curyom®	10,6 c	Fusilade®	55,75 ab
Gaicho®	10,6 c	CV%	34,16
Poquer®	8,5 c	Testemunha 2	49,81 abc
Standak Top®	18,8 a	Cipermerina®	56,04 ab
Tiger®	12,1 bc	Curyom®	41,34 b
CV%	17,69	Tiger®	52,6 abc
Testemunha 2	16,4 a	Gaicho®	55,76 abc
Actara®	14,3 a	Actara®	63,42 a
Fusilade®	10,7 a	Standak Top®	43,72 bc
Nomolt®	13,5 a	Nomolt®	26,99 c
CV%	14,45	CV%	12,71

\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferiram entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Fonte: tabela elaborada pelos autores.

Os únicos produtos que não apresentaram redução na produção de conídios, foram Actara®, Fusilade®, Nomolt® e Standak Top®. Para o fungo *B. bassiana*, Callisto® aumentou a produção de conídios, elevando muito sua produção, os demais produtos não se diferiram das testemunhas.

O baixo valor obtido no teste de produção de conídios com o produto Gaicho® foi também constatado por Neves & Alves (1999), que verificaram esse parâmetro para o fungo *M. anisopliae* isolado 1037 comprometido ao utilizarem o produto Gaicho®70 PM (imidacloprido) em diferentes concentrações.

### 3.5 Índice Biológico

De acordo com o índice biológico proposto por Alves et al. (2007) e Rossi-Zalaf et al. (2008) os produtos Actara®, Callisto®, Curyom®, Fusilade®, Nomolt®, Standak Top® e Tiger® foram considerados compatíveis com o fungo *M. anisopliae* e os produtos Gaicho®, Poquer® e Cipermetrina® foram considerados moderadamente tóxicos (Tabela 6).

**Tabela 6.** Índice Biológico (IB) e classificação dos fitossanitários quanto à compatibilidade a *M. anisopliae* isolado UNIOESTE 86 e *Beauveria bassiana* isolado UNIOESTE 04 segundo metodologia proposta por Alves et al. (2007) e Rossi-Zalaf et al. (2008).

Produtos	<i>M. anisopliae</i>	Classificação	<i>B. bassiana</i>	Classificação
Actara®	88 <sup>1</sup>	Compatível	114	Compatível
Callisto®	75	Compatível	134	Compatível
Cipermetrina®	65	Moderadamente Tóxico	101	Compatível
Curyom®	70	Compatível	91	Compatível
Fusilade®	85	Compatível	63	Moderadamente Tóxico
Gaicho®	62	Moderadamente Tóxico	104	Compatível
Nomolt®	90	Compatível	81	Compatível
Poquer®	66	Moderadamente Tóxico	106	Compatível
Standak Top®	82	Compatível	96	Compatível
Tiger®	70	Compatível	101	Compatível

<sup>1</sup>Valores de IB, segundo (Alves et al.,2007; Rossi-Zalaf et al.,2008), entre 0 e 41= Tóxico, 42 e 66=Moderadamente Tóxico, > 66= Compatível.

Fonte: tabela elaborada pelos autores.

Para o fungo *B. bassiana* podemos notar que apenas Fusilade® dentre os produtos testados é caracterizando como moderadamente tóxico, ou seja, os demais produtos são compatíveis com este isolado. Cipermetrina® no trabalho de TAMAI et al. (2002) foi classificada como tóxica para o fungo *B. bassiana* (isolado PL63), diferindo dos resultados observados neste trabalho com o isolado UNIOESTE 04 que se mostrou compatível com o produto. Contudo, vale ressaltar que a metodologia adotada na avaliação da compatibilidade pelos autores é diferente da utilizada no presente trabalho.

Neves et al. (2001) e Andaló et al. (2004) observaram que produtos com os mesmos ingredientes ativos estudados neste trabalho mostraram-se compatíveis com o fungo *B. bassiana*, e estudos realizados por Cavalcanti et al. (2002) e Almeida et al. (2003) também demonstraram compatibilidade entre *B. bassiana* em produtos à base de Imidacloprido e Tiametoxan.

Quando o tratamento é compatível *in vitro*, há fortes evidências da sua seletividade, em condições de campo. No entanto, uma alta toxicidade *in vitro* nem sempre significa que o mesmo vai acontecer no campo (Alves; Moino & Almeida, 1998).

Além do princípio ativo a formulação do produto pode ter um efeito sobre o fungo, em estudos de Anderson e Roberts (1983) associaram que o concentrado emulsificante (EC) inibem a germinação de conídios de fungos entomopatogênicos, e Tamai (2002), ao testar a compatibilidade de fungos entomopatogênicos com diversos produtos, dentre eles Bulldock SC (suspensão concentrada) e Turbo EC, obteve resultado diferentes com a mesma molécula

(betacyflutrin), sendo respectivamente compatível e tóxico. Fator que pode corroborar com a incompatibilidade dos produtos Poquer® e Cipermetrina® com o fungo *M. anisopliae*, por apresentarem formulação EC.

Há que se observar a dificuldade para discussão dos dados, pois a comparação dos resultados é comprometida, devido as diferentes técnicas utilizadas por outros autores, principalmente no método de contato entre o fungo e o produto, segundo Silva et al. (2005) a técnica de pulverização do produto sobre o fungo, utilizada no presente trabalho, é a mais adequada, pois simula o que ocorre no campo.

Além disso, a alta toxicidade de um produto *in vitro* nem sempre será igualmente elevada toxicidade em campo, devido aos diversos fatores que podem ocorrer na natureza (Moino & Alves, 1998), mas é importante ressaltar que, ao determinar uma estratégia de controle conjunta com fungos entomopatogênicos e produtos químicos, devemos priorizar o uso dos produtos que se mostraram menos prejudiciais, ou seja, compatíveis aos fungos (Loureiro et al., 2002).

Este estudo demonstra o potencial dos fungos *M. anisopliae* e *B. bassiana* serem empregados como estratégia de MIP em cultivo convencional de mandioca sem prejudicar fortemente a infectividade dos fungos entomopatogênicos com os produtos fitossanitários aqui testados.

#### **4. Conclusão**

O fungo *B. bassiana* foi compatível com todos os produtos avaliados, exceto Fusilade® e o fungo *M. anisopliae* teve compatibilidade apenas para Gaucho®, Poquer® e Cipermetrina®. Mais estudos devem ser realizados para empregar as estratégias de MIP a campo e comparar a influência desta estratégia com a produtividade da mandioca em cultivo convencional.

#### **Agradecimentos**

Este estudo foi possível graças ao incentivo acadêmico da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, a Fundação Araucária pelo apoio Financeiro para publicação e ao CNPq com a concessão de bolsa.

### **Declaração de conflito de interesses**

Os autores declaram não haver conflito de interesses. Os patrocinadores fundadores não tiveram nenhum papel no desenho do estudo, na coleta, análise ou interpretação de dados, na redação do manuscrito e na decisão de publicar os resultados.

### **Referências**

Adams, C., Murrieta, R., Siqueira, A., Neves, W. & Sanches, R. (2008). O pão da terra: da invisibilidade da mandioca na Amazônia. In: Adams C, Murrieta R, Neves W (Eds.) *Sociedades caboclas amazônicas: modernidade e invisibilidade*. São Paulo: Annablume. 295-321.

Almeida, J. E. M., Batista Filho, A., Lamas, C., Leite, L. G., Trama, M. & Sano, A. H. (2003). Avaliação da compatibilidade de defensivos agrícolas na conservação de microrganismos entomopatogênicos no manejo de pragas do cafeeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*, 70(1): 79-84.

Alves, S. B., Haddad, M. L., Faion, M., Baptista, G. C. & Rossi-Zalaf, L. S. (2007). Novo índice biológico para classificação de agrotóxicos para fungos entomopatogênicos. X SICONBIOL, 2007, Brasília. *Anais do X Siconbiol*, Brasília.

Alves, S. B., Moino, A., & Almeida, J.E.M. (1998). Produtos fitossanitários e entomopatógenos. In S.B. Alves (ed.). *Controle microbiano de insetos*. Piracicaba, FEALQ, 217-238.

Amnuaykanjanasin, A., Jirakkakul, J., Panyasiri, C., Panyarakkit, P., Nounurai, P., Chantasingh, D., Eurwilaichitr, L., Cheevadhanarak, S. & Tanticharoen M. (2013). Infection and colonization of tissues of the aphid *Myzus persicae* and cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* by the fungus *Beauveria bassiana*. *Biological Control*, 58, 379-391.

Andaló, V., Moino Jr, A., Santa-Cecília, L. V. C., & Souza, G. C. (2004). Compatibilidade de *Beauveria bassiana* com agrotóxicos visando o controle da cochonilha-da-raiz-do-cafeeiro

*Dysmiccus texensis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). *Neotropical Entomology*, 33, 463-467.

Azevedo, J. L. (1998). Microrganismos endofíticos. In: Melo, I. S., & Azevedo, J. L. (Ed.) *Ecologia microbiana*. Jaguariúna: EMBRAPA. 117-137.

Bellon, P., Rheinheimer, A., Gazola, D., Miranda, A., Pietrowski, V., Alves, L. & Mondardo, D. (2009). Patogenicidade de isolados de *Beauveria bassiana* e *Metharizium anisopliae* sobre o percevejo de renda da mandioca *Vatiga manihotae* (Hemiptera: Tingidae). *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4(2), 1167-1170.

Bellotti, A., Herrera Campo, B. V., & Hyman, G. (2012). Cassava production and pest management: present and potential threats in a changin environment. *Tropical Plant Biology*, 5, 39-72.

Branco, C. M., França, F. H., Pontes, L. A., & Amaral, P. S. T. (2003). Avaliação da suscetibilidade a inseticidas em populações de traças das crucíferas de algumas áreas do Brasil. *Horticultura Brasileira*, 21, 549-552.

Cavalcanti, R. S., Moino Jr, A., Souza, G. C., & Arnosti, A. (2002). Efeito dos produtos fitossanitários fenpropatrina, imidaclopride, iprodione e tiametoxam sobre o desenvolvimento do fungo *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *Arquivos do Instituto Biológico*, 69, 17-22.

Delfanti, L. A. A. (2014). Eficácia do Fungo *Metarhizium anisopliae* no controle de *Sphenophorus levis* e efeito em outras pragas de solo em cana-de-açúcar.2012. 37f. Monografia (conclusão de curso) - Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, SP.

Ferreira, E. A., Silva, D. V., Braga, R. R., Oliveira, M. C., Pereira, G. A. M., Santos, J. B., & Sedyama, T. Crescimento inicial da mandioca em sistema de policultivo. *Scientia Agraria Paranaensis*, 13(3): 219-226.

Ferreira, F. T. R., Ferreira, A., Prando, H. F., Tcacenco, F. A., Grützmacher, A. D. & Martins, J. F. S. (2010). Seletividade de agrotóxicos utilizados na cultura do arroz irrigado ao fungo

*Metarhizium anisopliae*, agente de controle microbiano de *Tibraca limbativentris*. *Ciência Rural*, 40(4): 745-751.

Groxko, M. Prognóstico Mandioca 2017/18. SEAB, Departamento de Economia Rural, novembro de 2017.

Lima, M. H. D., Loureiro, E. De S., Kassab, S. O., & Silva, A. (2012). de S. Eficiência de fungos entomopatogênicos para o controle de ninfas de *Bemisia tuberculata* (Bondar, 1923) (Hemiptera: Aleyrodidae) em cultivo de mandioca. *Revista Raízes e Amidos Tropicais*, 8, 47-56.

Loureiro, E. S. de, Moino Jr., A., Arnosti, A., & Souza, G.C. de. (2002). Efeito de Produtos fitossanitários químicos utilizados em alface e Crisântemo Sobre fungos entomopatogênicos. *Neotropical Entomology*, 31, 263-269.

Mamprim, A. P., Alves, L. F. A., Pinto, F. G. S., Formentini, M. A., Martins, C. C. & Bonini, A. K. (2013). Efeito de defensivos agrícolas naturais e extratos vegetais sobre parâmetros biológicos de *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(1): 1451-1466.

Moino, A., & Alves, S. B. (1998). Efeito de imidacloprid e fipronil sobre *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metharhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. no comportamento de limpeza de *Heterotermes tenuis* (Hagen). *Anais Sociedade Entomológica do Brasil*, Londrina, 7(4), 611-619.

Neves, P. M. O. J., Hirose, E., Tchujo, P. T. & Moino Jr, A. (2001) Compatibility of entomopathogenic fungi with neonicotinoid insecticides. *Neotropical Entomology*, 30, 263-268.

Neves, P. J., & Alves, S. B. (1999). Controle associado de *Cornitermes cumulans* (KOLLAR 1832) (ISOPTERA:TERMITIDAE) com *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* e Imidacloprid. *Scientia Agricola*, 56(2), 305-311.



Ospina, P. B., & Ceballos, H. (2012). Cassava in the third millennium: Modern production, processing, use, and marketing systems. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT); Latin American and Caribbean Consortium to support Cassava Research and Development (CLAYUCA); Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation, Cali. 377, 574.

Rossi-Zalaf, L. S., Alves, S. B., Lopes, R. B., Silverira Neto, S. & Tanzini, M. R. (2008). Interação de microrganismos com outros agentes de controle de pragas e doenças, In: Alves, S. B.; Lopes, R. B. (Ed.). Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios. Piracicaba: FEALQ, 279-302.

Silva, F. A. S. ASSISTAT: Versão 7.7 beta. DEAG-CTRN-UFCG – Recuperado de <<http://www.assistat.com/>>.

Silva, R. Z., Neves, P. M. O. J. & Santoro, P. H. (2005). Técnicas e parâmetros utilizados nos estudos de compatibilidade entre fungos entomopatogênicos e produtos fitossanitários. *Semina Ciências Agrárias*, 26(3), 305-12.

Tamai, M. A., Alves, S. B., Lopes, R. B., Fion, M., & Padulla, L. F. L. (2002). Toxicidade de produtos fitossanitários para *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. *Arquivos do Instituto Biológico*, 69, 89-96.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Adriano Lucio Alboneti – 25%

Douglas Martins Ceconello – 10%

Rudiney Ringenberg – 10%

Camila Vogt dos Santos – 10%

Andreia Bonini – 10%

Luis Francisco Angeli Alves – 10%

Jael Simões Santos Rando – 10%

Viviane Sandra Alves – 15%