

Artículo de investigación

## Compatibilidad *in vitro* de insecticidas químicos con cepas nativas de *Beauveria* y *Metarhizium*

### In vitro compatibility of chemical insecticides with native strains of *Beauveria* and *Metarhizium*

Magalí Giselle Castro Coronel<sup>1\*</sup>

Verónica Isabel Sosa<sup>1</sup> y Patricia Evangelista Rodríguez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Hohenau, Itapúa, Paraguay.

<sup>2</sup>Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria, Capitán Miranda, Itapúa, Paraguay.

\*Autor de correspondencia: Magalí Giselle Castro Coronel; [magacastrocoronel@gmail.com](mailto:magacastrocoronel@gmail.com)

**Recibido:** 19/06/2025 **Aceptado:** 16/02/2026

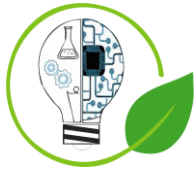
#### Resumen

Ante la resistencia creciente a insecticidas químicos, el uso de cepas nativas de hongos entomopatógenos de los géneros *Beauveria* y *Metarhizium* cobra relevancia en el manejo integrado de plagas, particularmente de chinches, en el cultivo de soja. Se evaluó *in vitro* la compatibilidad de estas cepas, aisladas en el IPTA-Paraguay, con insecticidas comúnmente utilizados (Thiametoxam 75 %, Lambda-cialotrina 10 %, Acefato 75 %, Bifentrin 5 % e Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 %). El experimento se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar (10 repeticiones por tratamiento). Se midió: crecimiento radial (cm a 120 h), esporulación (conidios/mL a 15 días) e inhibición fúngica y se calculó el índice de compatibilidad T con LSD Fisher ( $p < 0,01$ ). La mezcla Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 % fue compatible con ambos hongos ( $T=61$  *Beauveria*,  $T=79$  *Metarhizium*), sin afectar el crecimiento (1,49 cm y 1,48 cm) ni la esporulación ( $2,87 \times 10^6$  y  $1,045 \times 10^7$  conidios/mL). Acefato 75 % inhibió fuertemente *Beauveria* (0,82 cm,  $1,38 \times 10^6$  conidios/mL,  $T=30$ ; muy tóxico), con toxicidad moderada en otros ( $T=46-60$ ).

**Palabras clave:** cepas nativas, compatibilidad, entomopatógenos, manejo integrado.

#### Abstract

Faced with the growing resistance to chemical insecticides, the use of native strains of entomopathogenic fungi from the genera *Beauveria* and *Metarhizium* has gained relevance in integrated pest management, particularly for of stink bug control in soybean crops. The *in vitro* compatibility of these strains, isolated at IPTA-Paraguay, was evaluated with commonly used insecticides (Thiamethoxam 75 %, Lambda-cyhalothrin 10 %, Acephate 75 %, Bifenthrin 5 %, Imidacloprid 40 % + Bifenthrin 10 %). The experiment was carried out under a completely randomized design (10 repetitions per treatment). The following were measured: radial growth (cm at 120 h), sporulation (conidia/mL at 15 days) and fungal inhibition and the T compatibility index with LSD Fisher ( $p < 0,01$ ). The mixture of Imidacloprid 40 % + Bifenthrin 10 % was compatible with both fungi ( $T=61$  *Beauveria*,  $T=79$  *Metarhizium*), without affecting growth (1.49 cm and 1.48 cm) or sporulation ( $2.87 \times 10^6$  and  $1.045 \times 10^7$  conidia/mL). Acephate 75 % strongly inhibited *Beauveria* (0.82 cm,  $1.38 \times 10^6$  conidia/mL,  $T=30$ ; very toxic), with moderate toxicity in others ( $T=46-60$ ).



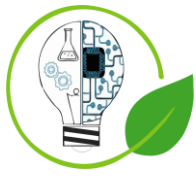
and Imidacloprid 40 % + Bifenthrin 10 %). The experiment was conducted under a completely randomized design (10 replicates per treatment). Radial growth (cm at 120 h), sporulation (conidia/mL at 15 days), and fungal inhibition were measured, and the T compatibility index was calculated using Fisher's LSD test ( $p < 0.01$ ). The mixture of Imidacloprid 40 % + Bifenthrin 10 % was compatible with both fungi ( $T=61$  *Beauveria*,  $T=79$  *Metarhizium*), without affecting growth (1.49 cm and 1.48 cm) or sporulation ( $2.87 \times 10^6$  and  $1.045 \times 10^7$  conidia/mL). Acephate 75% strongly inhibited *Beauveria* (0.82 cm,  $1.38 \times 10^6$  conidia/mL,  $T=30$ ; very toxic), with moderate toxicity in others ( $T=46-60$ ).

**Keywords:** native strains, compatibility, entomopathogens, integrated management.

## 1. Introducción

La soja (*Glycine max* (L.) Merr.) es una oleaginosa de relevancia estratégica en la agricultura mundial, valorada por su elevado contenido proteico y la calidad de su aceite que la posicionan como componente fundamental en la seguridad alimentaria y la cadena de suministro global de piensos. Su harina, rica en proteínas de alto valor biológico, se utiliza ampliamente en la formulación de alimentos balanceados para consumo animal, representando cerca del 80 % de la producción mundial de harina de soja, según datos de la FAO (1). Paraguay se ubica entre los seis mayores productores de soja y ocupa el quinto lugar como exportador a nivel mundial. En este país, este grano es el principal producto de exportación, genera ingresos superiores a 3.000 millones de dólares y aporta alrededor del 17% del PIB nacional y aproximadamente el 62% del total de las exportaciones (2).

Los cultivos agrícolas enfrentan el ataque de diversas plagas, cuyo manejo resulta necesario cuando sus poblaciones alcanzan niveles que representan una amenaza. Entre éstas, el complejo de chinches fitófagas afecta diversos cultivos y constituye la plaga más importante durante el período reproductivo (3). Para el control de estas plagas se utilizan principalmente productos químicos, que en muchos casos resultan efectivos; sin embargo, su uso masivo ha provocado la aparición de resistencias que complican el manejo integrado (4). Por ello, es necesario combinar diversos métodos de control para mejorar la eficiencia y sustentabilidad del manejo. Sin embargo, el uso frecuente en campo de hongos entomopatógenos combinados con insecticidas químicos puede provocar respuestas antagonistas, tales como la inhibición del crecimiento o la germinación de los agentes biológicos, lo cual afecta su desempeño (5). En Paraguay existe un vacío de información sobre la compatibilidad *in vitro* entre cepas nativas de hongos entomopatógenos como *Beauveria* y *Metarhizium*, e ingredientes activos específicos utilizados en el cultivo de soja. El problema no radica en las combinaciones en sí, sino en la falta de evaluaciones previas de *compatibilidad*; por ello, los ensayos *in vitro* constituyen un paso esencial para



orientar secuencias y aplicaciones viables en el Manejo Integrado de Plagas (MIP), optimizando el control biológico y químico.

Además, el mercado global de productos biológicos de uso agrícola ha experimentado un crecimiento significativo, con una tasa compuesta anual proyectada del 14,24 % entre 2025 y 2032, impulsado por la demanda creciente de productos sostenibles y orgánicos (6). En América del Sur, incluyendo Paraguay, la expansión del sector de biocontroladores y bioestimulantes refleja una demanda creciente vinculada tanto al interés de consumidores por alimentos libres de químicos como al aumento de prácticas agrícolas sostenibles (6), esto subraya la importancia de investigar la compatibilidad entre estos métodos para fomentar un manejo más sostenible y efectivo.

Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la compatibilidad *in vitro* entre insecticidas químicos y biológicos comúnmente utilizados en el control de chinches en soja.

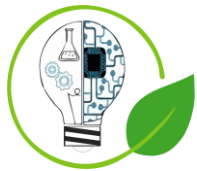
## 2. Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el laboratorio de Control Biológico del Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria (IPTA), ubicada en el distrito de Capitán Miranda, departamento de Itapúa. El trabajo de investigación corresponde al tipo experimental y bajo un diseño completamente al azar donde se evaluó la compatibilidad entre cinco tratamientos insecticidas, tratamiento, control y dos controladores (*Beauveria* y *Metarhizium*) (Tabla 1). La unidad experimental fue una caja de Petri con Agar Sabouraud Dextrosa, a la cual se incorporaron el insecticida y el hongo que fue aislado de *Euschistus heros* («chinche marrón») procedente de las parcelas del IPTA, dicha cepa se encuentra conservada en el banco de microorganismos de dicha institución. Cada tratamiento contó con 10 repeticiones, totalizando así 120 unidades experimentales.

**Tabla 1.** Tratamientos de *Beauveria* y *Metarhizium* con insecticidas.

Tratamiento	<i>Beauveria</i>	<i>Metarhizium</i>
T 1	Control	Control
T 2	Thiametoxam 75 %	Thiametoxam 75 %
T 3	Lambdacialotrina 10 %	Lambdacialotrina 10 %
T 4	Acefato 75 %	Acefato 75 %
T 5	Bifentrin 5 %	Bifentrin 5 %
T 6	Bifentrin 10 % + Imidacloprid 40 %	Bifentrin 10 % + Imidacloprid 40 %

Las variables evaluadas fueron las siguientes: a) tasa de crecimiento de *Beauveria* y *Metarhizium*, definida como el crecimiento radial del hongo sobre el medio de cultivo, medida mediante el diámetro con regla graduada en centímetros a las 24, 48, 72, 96 y 120 horas (7), comparada con el control; b) evaluación de esporulación, la cual se



cuantificó en cámara de Neubauer, para ello, a los 15 días de incubación se tomó 1 cm del hongo a 2 cm del centro de cada placa, se colocó en tubos de ensayo con 10 mL de agua destilada estéril (7), y se aplicó la fórmula de Abbott para determinar la inhibición (8); c) la compatibilidad de los insecticidas con el hongo se toma del valor del porcentaje de crecimiento y esporulación obtenido a partir del valor de la inhibición de ambos. A partir de los datos obtenidos se calculó el índice T mediante la fórmula propuesta, el cual se comparó posteriormente con la escala de Moino Junior & Alves (9), que clasifica la compatibilidad entre insecticidas químicos y hongos entomopatógenos en función de su efecto sobre el crecimiento y la viabilidad de estos microorganismos, para obtener el resultado final de índice de compatibilidad. Los datos fueron sometidos al análisis de varianza (10) con el programa estadístico InfoStat versión 2018. Posteriormente, ante diferencias significativas, se evaluaron las medias a través del test de LSD Fisher al 5 % de probabilidad de error.

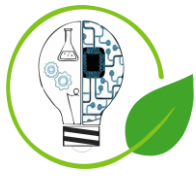
### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Tasa de crecimiento de *Beauveria* y *Metarhizium*

En la tabla 2 se presentan los resultados de la tasa de crecimiento de *Beauveria* y *Metarhizium* en presencia de los insecticidas, donde se observa que hubo diferencias estadísticas significativas entre tratamientos. La presencia de Thiametoxam 75 % e Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 % en el medio de cultivo permitieron el crecimiento de *Beauveria* hasta 1,26 y 1,49 cm, respectivamente, difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos y del control. Mientras que los insecticidas Lambdacialotrina 10 %, Acefato 75 % y Bifentrin 5 %, redujeron el crecimiento del hongo hasta 0,84, 0,82, 0,85 cm.

El resultado de este trabajo no concuerda con lo obtenido por Sonete Stacke (11) quien al evaluar el crecimiento vegetativo de una cepa nativa de *Beauveria bassiana*, no encontró diferencias significativas entre el control y los tratamientos evaluados con Thiametoxam en mezcla con Lambdacialotrina en dosis recomendadas para uso en campo, lo cual puede deberse a diferencias entre cepas fúngicas, ya que las variaciones genéticas y de origen geográfico afectan la sensibilidad a insecticidas.

Por el contrario, Smaniotto (12) reportó compatibilidad del imidacloprid (48 %, 480 g/L; como Diamante BR® e Imidacloprid Nortox®) a 0,75-1,0 L/ha, y del Thiametoxam (Actara®, 0,4 kg/ha), con crecimiento normal de *B. bassiana* cepa IBCB170; sin embargo, Bifentrin (3,40 %, 1,5 L/ha) y su mezcla con Carbosulfan (3,40 %, 1,21 mL/ha) inhibieron casi por completo el crecimiento, coincidiendo con los presentes resultados. Asimismo, Pérez-González y Sánchez-Peña (13) observaron una ligera inhibición por imidacloprid (175 mg/L) en *B. bassiana* BbDc34, mientras Abbate Tadic (14) encontró que piretroides como



Labdacialotrina y Bifentrin impactan negativamente en el crecimiento de *Beauveria* spp., reduciendo su crecimiento micelial, similar a lo hallado en este trabajo

Al evaluar el crecimiento de *Metarhizium* en presencia de los insecticidas, la mezcla de Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 %, Thiametoxam 75 % y Labdacialotrina 10 % en el medio de cultivo no afectaron significativamente el crecimiento micelial de *Metarhizium*, con relación al control. En cambio, Acefato 75 % redujo el crecimiento del hongo de manera significativa (Tabla 2); en tanto que Bifentrin 5 %, se diferenció estadísticamente del control (Tabla 2). Este resultado concuerda con lo obtenido por Costa et al. (15) al demostrar que el insecticida Imidacloprid (350 mL/ha) proporcionó crecimiento vegetativo del género *Metarhizium* similar al control.

Por otro lado, Ferreira Pinto (16) al utilizar el insecticida organofosforado Clorpirifós en dosis recomendadas para uso agrícola demostró que influyó negativamente a diferentes aislados de los hongos *B. bassiana* y *M. anisopliae* disminuyendo el crecimiento vegetativo de las colonias, similar a lo obtenido en esta investigación utilizando un insecticida (Acefato 75 %) perteneciente al mismo grupo químico de los organofosforados.

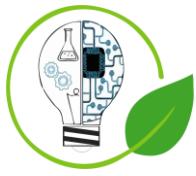
**Tabla 2.** Crecimiento vegetativo de *Beauveria* y *Metarhizium* en presencia de los insecticidas.

Tratamientos	Crecimiento radial (cm)	
	<i>Beauveria</i>	<i>Metarhizium</i>
Thiametoxam 75 %	1,26 C	1,33 AB
Labdacialotrina 10 %	0,84 D	1,40 AB
Acefato 75 %	0,82 D	1,05 C
Bifentrin 5 %	0,85 D	1,16 BC
Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 %	1,49 B	1,48 A
Control	1,71 A	1,54 A
Promedio	1,16	1,33
F-calculada	60,74	3,91
CV (%)	13,37	22,69

CV Coeficiente de Variación; \* significativo al 5 %; \*\* significativo al 1 % de probabilidad ( $p < .01$ ). Medias seguidas de las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con el test de LSD Fisher al 5% de probabilidad de error.

### 3.2. Esporulación de *Beauveria* y *Metarhizium* en presencia de los insecticidas

La Tabla 3 presenta los resultados de esporulación de *Beauveria* y *Metarhizium* en presencia de los insecticidas, mostrando diferencias significativas respecto al control en todos los tratamientos. El Acefato 75% presentó efecto inhibitorio sobre la esporulación de *Beauveria*,



con un promedio de  $1,3775 \times 10^6$  conidios/mL. Asimismo, todos los tratamientos con insecticidas difirieron significativamente del control, el cual registró el mayor valor de esporulación. Entre los tratamientos con insecticidas no se observaron diferencias significativas entre sí. Con *Metarhizium*, se observa que los insecticidas Thiametoxam 75 %, Lambdacialotrina 10 %, Acefato 75 % y Bifentrin 5 % demostraron los promedios más bajos de esporulación del hongo siendo estadísticamente similares entre sí y diferentes de la mezcla de Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 % en la que se presentó el mayor promedio de esporulación con  $1,045 \times 10^7$  conidios/ml.

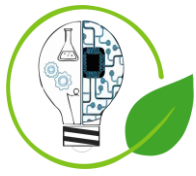
Estos resultados difieren de Costa et al. (15), quienes reportaron que Acefato (750 mL/ha), Acetamiprid (150 g/ha) e Imidacloprid (350 mL/ha) no afectaron la esporulación de conidios de *Metarhizium rileyi*, contrastando con la inhibición observada en esta investigación. Pérez-González y Sánchez-Peña (13) hallaron que imidacloprid (175 mg/L) no inhibió significativamente la esporulación de *Beauveria bassiana*, coincidiendo con la falta de efecto en este estudio.

Oliveira et al. (17) demostraron que Betaciflutrina + Imidacloprid (400 mL/ha), Thiametoxam + Lambdacialotrina (300 g/ha) e Imidacloprid (350 mL/ha) redujeron la esporulación de conidios de *B. bassiana*, opuesto a los resultados actuales donde estos insecticidas no la inhibieron.

**Tabla 3.** Esporulación (conidios/mL) de *Beauveria* y *Metarhizium* en presencia de los insecticidas.

Tratamientos	<i>Beauveria</i>	<i>Metarhizium</i>
Thiametoxam 75 %	$2,77875 \times 10^6$ B	$7,56 \times 10^6$ C
Labdacialotrina 10 %	$2,85375 \times 10^6$ B	$5,8375 \times 10^6$ DE
Acefato 75 %	$1,3775 \times 10^6$ C	$7,38125 \times 10^6$ CD
Bifentrin 5 %	$2,77 \times 10^6$ B	$5,40625 \times 10^6$ E
Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 %	$2,87125 \times 10^6$ B	$1,045 \times 10^7$ B
Testigo	$5,3125 \times 10^6$ A	$1,32125 \times 10^7$ A
Promedio	$2,993958 \times 10^6$	$8309583 \times 10^6$
F-calculada	187,75	26,99
CV (%)	6,21	13,83

Nota: CV Coeficiente de Variación; \*\* significativo al 1 % de probabilidad ( $p < .01$ ). Medias seguidas de las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con el test de LSD Fisher al 5% de probabilidad de error.



### 3.3. Inhibición de crecimiento, expresada en porcentaje (%) de *Beauveria* y *Metarhizium* en presencia de los insecticidas

La Tabla 4 presenta los resultados de inhibición del crecimiento de *Beauveria* y *Metarhizium* en presencia de los insecticidas, donde se observa que hubo diferencias estadísticas significativas entre los insecticidas y el control. La presencia de Thiametoxam 75 % y la mezcla Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 % inhibieron en menor porcentaje el crecimiento de *Beauveria*, siendo estadísticamente diferentes de los demás tratamientos, los cuales presentaron mayores porcentajes de inhibición de crecimiento del hongo con promedios entre 49 a 52 %.

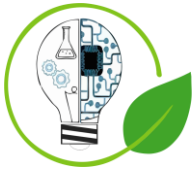
En la misma tabla se observa el porcentaje de inhibición de crecimiento de *Metarhizium* combinado con insecticidas, en donde la presencia de Lambdacialotrina 10 % manifestó el mayor porcentaje de inhibición con 45,91 %, mientras que los menores porcentajes se obtuvieron con Thiametoxam 75 %, Acefato 75 % y la mezcla de Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 %, en cuanto al Bifentrin 5 % no mostró diferencias estadísticas significativas con estos últimos.

Pinto Goncalves et al. (18) verificaron que el Thiametoxam, aplicado por aspersión a dosis recomendadas de uso en campo, indujo una baja inhibición de crecimiento ( $\pm 20$  %) de diversas cepas de *B. bassiana*, mientras que utilizando el mismo insecticida en combinación con el hongo *M. anisopliae* generó mayor inhibición de crecimiento ( $\pm 40$  %).

**Tabla 4.** Inhibición de crecimiento expresada en porcentaje de *Beauveria* y *Metarhizium* en presencia de los insecticidas.

Tratamientos	<i>Beauveria</i>	<i>Metarhizium</i>
Thiametoxam 75 %	27,79 B	26,94 B
Lambdacialotrina 10 %	49,57 A	45,91 A
Acefato 75 %	51,64 A	28,87 B
Bifentrin 5 %	50,10 A	31,70 AB
Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 %	13,39 C	23,58 B
Control	0,00 D	0,00 C
Promedio	32,08	26,17
F-calculada	82,27	7,03
CV (%)	23,86	68,19

Nota: CV Coeficiente de Variación; \*\* significativo al 1 % de probabilidad ( $p < .01$ ). Medias seguidas de las mismas letras no difieren estadísticamente de acuerdo con el test de LSD Fisher al 5% de probabilidad de error.



### 3.4. Compatibilidad y clasificación de los insecticidas en relación con el efecto fungotóxico de *Beauveria* y *Metarhizium*

La Tabla 5 presenta los valores del índice de compatibilidad de los insecticidas con los hongos *Beauveria* y *Metarhizium*. Al realizar el cálculo se verificó que el insecticida Acefato 75 % fue considerado muy tóxico para el hongo *Beauveria*, mientras que los demás fueron considerados moderadamente tóxicos. Para *Metarhizium* los insecticidas Lambdacialotrina 10 %, Acefato 75 % y Bifentrin 5 % fueron considerados moderadamente tóxicos. La mezcla de Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 % fue compatible con *Beauveria* y con *Metarhizium*, así mismo, el insecticida Thiametoxam 75 % resultó compatible con *Metarhizium*.

Sonete Stacke (11) al evaluar la compatibilidad de la mezcla de los insecticidas Thiametoxam + Lambdacialotrina, Imidacloprid + Betaciaflutrina y Acetamiprid + Alfa-cipermetrina en dosis recomendadas para su uso en campo indicó que todos éstos insecticidas fueron compatibles con el hongo *B. bassiana*.

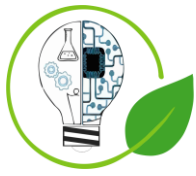
Cintra (19) en un estudio de compatibilidad entre *M. anisopliae* cepas E9 y Thiametoxam 250 g/kg para el control de *E. heros* reveló la combinación eficiente para el control de la plaga, lo que indica la compatibilidad entre ambos. Mientras Shewale & Mohite (20) demostraron que el insecticida Imidacloprid formulación líquida con dosis 8 mL/L de agua y una cepa nativa de *M. anisopliae* son compatibles.

Smaniotto (12) y Fiedler & Sosnoska (21) al evaluar la compatibilidad de *B. bassiana* IBCB170 con insecticidas, probaron que el hongo es compatible con Imidacloprid 350 g/L, similar a lo obtenido en esta investigación con Imidacloprid en mezcla con Bifentrin.

Ferreira Pinto (16) en estudios de compatibilidad entre los aislados IBCB 348 de *M. anisopliae* y de IBCB276 de *B. bassiana* con diferentes insecticidas, verificaron que el Imidacloprid (20mL/100L agua) y Thiametoxam (3 g/planta) son compatibles con los hongos.

El resultado del ensayo concuerda con lo obtenido por Costa et al. (15) quien al evaluar la compatibilidad de insecticidas sobre el desarrollo del género *Metarhizium*, concluyó que el Imidacloprid 700 WG usando 150 g/ha es compatible con el hongo, mientras que el Acefato 750 BR con dosis 400g/ha fue considerado como moderadamente tóxico.

En cuanto a Pérez-González & Sánchez-Peña (13), comprobó que las cepas CBM1, CBM2 y CBM3 de *B. bassiana* fueron compatibles con Imidacloprid (30 g/100 L), ya que no inhibió totalmente el desarrollo del hongo, similar a lo obtenido en esta investigación. Asimismo, Meyling et al. (22) demostraron que *B. bassiana* ATCC 74040 y el insecticida perteneciente al grupo químico de los piretroides (Alfa-cipermetrina) de concentración 50 g de ingrediente activo por litro fueron compatibles, dosis que corresponden a una concentración similar a la utilizada en el presente estudio.



**Tabla 5.** Valores calculados del índice de compatibilidad (T) y clasificación de los insecticidas en relación con el efecto fungotóxico de *Beauveria* y *Metarhizium*.

Tratamientos	<i>Beauveria</i>		<i>Metarhizium</i>	
	Índice de compatibilidad	Clasificación	Índice de compatibilidad	Clasificación
Thiametoxam 75 %	56	Moderadamente Tóxico	60	Moderadamente Tóxico
Lambdacialotrina 10 %	53	Moderadamente Tóxico	46	Moderadamente Tóxico
Acefato 75 %	30	Muy Tóxico	59	Moderadamente Tóxico
Bifentrin 5 %	52	Moderadamente Tóxico	46	Moderadamente Tóxico
Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 %	61	Compatible	79	Compatible

#### 4. Conclusión

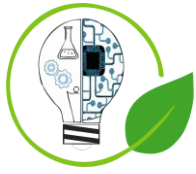
La mezcla del insecticida Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 % presentó los menores porcentajes de inhibición en *Beauveria* y *Metarhizium*, tanto en crecimiento radial como en esporulación, mientras que los demás insecticidas generaron inhibiciones moderadas a altas, destacando Acefato 75 %.

El único insecticida compatible con *Beauveria* y *Metarhizium* fue la mezcla de Imidacloprid 40 % + Bifentrin 10 %.

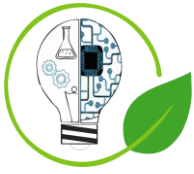
**Conflicto de interés:** Los autores declaran que no existe ningún conflicto de interés con respecto a la publicación de este artículo.

#### Referencias

1. FAO. (2023). *OECD-FAO Agricultural Outlook 2023-2032*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).
2. Plataforma Nacional de Commodities Sustentables. (2020, 27 de enero). *Soja*. Plataforma Nacional. <https://files.acquia.undp.org/public/migration/py/UNDP-PY--2019-Commodities-Sustentables-en-Paraguay---SOJA.pdf>
3. Smith, A., Johnson, D., & Lee, K. (2021). Hemípteros fitófagos: biología y manejo en cultivos extensivos. *Journal of Agricultural Pest Management*, 12(3), 150–165.
4. Carvajal, M., Pérez, J., & Hernández, L. (2022). Resistencia a insecticidas en plagas agrícolas: Retos y soluciones. *Revista Paraguaya de Entomología*, 10(1), 25–40.
5. Rodríguez, S., Martínez, F., & Silva, P. (2023). Evaluación de interacción entre insecticidas y hongos entomopatógenos en el manejo integrado. *Journal of Crop Protection*, 18(4), 310–322.
6. Fortune Business Insights. (2024). *Agricultural biologicals market size, share & industry analysis, by type (plant growth promoters, biofertilizers, biopesticides, soil conditioners), by application (foliar spray, seed treatment, soil treatment), and regional forecast, 2024–2032*.



7. Maldonado-Blanco, M. G., Gallegos-Sandoval J. L., Fernández-Peña, G., Sandoval-Coronado, C. F. & Elías-Santos, M. (2014). Effect of culture medium on the production and virulence of submerged spores of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* against larvae and adults of *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae). *Biocontrol Science and Technology*, 24(2), 180–189.
8. Abbott, W. S. (1925). A method of computing the effectiveness of insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18(3), 265–267.
9. Moino Junior, A. & Alves, S. B. (1998). Efeito de Imidacloprid e Fipronil sobre *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. e *Metarhizium anisopliae* (Metsch.) Sorok. e no comportamento de limpeza de *Heterotermes tenuis* (Hagen). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 27(4), 611–619.
10. Di Rienzo, J., Casanoves, F., Balzarini, M., Gonzalez, L., Tablada, M., & Robledo, C. (2018). *InfoStat: versión 2018*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.
11. Sonete Stacke, R. (2021). Métodos de inoculação de *Beauveria bassiana* no percevejo *Euschistus heros* e compatibilidade com inseticidas químicos e adjuvantes. [Tesis de maestría, Universidad Estadual Paulista]. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/23100?show=full>
12. Smaniotto, G. (2018). Compatibilidade com inseticidas químicos e encapsulamento de *Beauveria bassiana* para controle de *Sphenophorus levis*. [Tesis de doctoral, Universidad Federal de Santa María]. <https://repositorio.unesp.br/items/9b4ce39d-2d25-458a-9508-df27596e94b1>
13. Pérez-González, O. & Sánchez-Peña, S. R. (2017). Compatibility *in vitro* and *in vivo* of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* and *Hirsutella citriformis* with selected insecticides. *Southwestern Entomologist*, 42(3), 707–718.
14. Abbate Tadić, S. L. (2020). Eficacia de insecticidas en el control de pentatómidos plaga en soja (*Nezara viridula* y *Piezodorus guildinii*) e impacto sobre organismos benéficos no objetivo. [Tesis de Maestría, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay].
15. Costa, M. A. da., Souza Loureiro, E. de., Amorim Pessoa, L. G. & Mingotti Dias, P. (2018). Compatibilidade de insecticidas utilizados na cultura do eucalipto com *Metarhizium rileyi* (Farlow) (= *Nomuraea rileyi*). *Revista de Agricultura Neotropical*, 5(3), 44–48.
16. Ferreira Pinto, A. P. (2016). Patogenicidade de fungos entomopatogênicos e compatibilidade com insecticidas para o manejo de *Diaphorina citri* Kawayama, (Hemíptera: Liviidae). [Tesis doctoral, Universidad Estadual Paulista]. <https://repositorio.unesp.br/items/73fb183c-7f7c-47b5-9067-68455031a98e>
17. Oliveira, R. P., Amorim Pessoa, L. G., Souza Loureiro, E. de. & Oliveira, M. P. (2018). Compatibilidade de insecticidas utilizados no controle da mosca branca em soja com *Beauveria bassiana*. *Revista de Agricultura Neotropical*, 5(4), 88–93.
18. Pinto Gonçalves, V., Alfonso da Rosa, A. P., Moreira-Nuez, V., Moccellini, R., Jacobsen de Farias, C. R. & Silva Martins, J. F. da. (2018). Metodología para avaliação da compatibilidade de agrotóxicos com fungos entomopatogênicos. *Circular Técnica*, (194), 1–11.
19. Cintra, P. E. N. (2018). Efeito de *Metarhizium anisopliae* asociado a insecticida sobre adultos de percevejo marrom (*Euschistus heros*). [Tesis de pregrado, Centro Universitario de Anápolis-UniEvangélica]. <http://repositorio.aee.edu.br/jspui/handle/aee/1021>



20. Shewale, C. P. & Mohite, P. B. (2018). Combined efficacy of entomopathogenes and insecticides against white grub, *Leucopholis lepidophora* (Blanchard) infesting sugarcane. *Jornal of Entomology and Zoology Studies*, (6), 1824–1827.
21. Fiedler, Z. & Sosnowska, D. (2017). Side effects of fungicides and insecticides on entomopathogenic fungi in vitro. *Journal of Plant Protection Research* 57(4), 355–360.
22. Meyling, N. V., Arthur, S., Pedersen, K. E., Dhakal, S., Cedergreen, N. & Fredensborg, B. L. (2018). Implications of sequence and timing of exposure for synergy between the pyrethroid insecticide alpha-cypermethrin and entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Pest Management Science*, 74(11), 2488–2495.