

27. Agroalimentos

Efecto de la *Beauveria bassiana* (Bals.) sobre el rulo de la yerba mate (*Gyropsylla spegazziniana*, Hemíptera: *Psyllidae*)

Rodas, Sandra; rodas.sandra24@gmail.com

Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales
Universidad Nacional de Itapúa

Resumen

La yerba mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), es un rubro tradicional del Paraguay desarrollado al inicio de forma extractiva de los bosques y con el fin de aumentar la productividad se alteró su hábitat natural y con ello también la incidencia de insectos que se mantenían en equilibrio originalmente; dándose una especial atención a la *Gyropsylla spegazziniana*, agente causal del rulo de la yerba mate. Al no existir un método de control alternativo para esta plaga, se llevó a cabo este trabajo con el objetivo de evaluar la eficacia del entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre la población de la *Gyropsylla spegazziniana*. El ensayo se realizó en la finca de un productor ubicado en el distrito de Fram, departamento de Itapúa, entre los meses de febrero y marzo del 2017. Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, con tres tratamientos, un testigo químico y un testigo absoluto, con ocho repeticiones. Cada unidad experimental estuvo conformada por una planta, utilizándose en el ensayo un total de 40 plantas. Los tratamientos evaluados fueron testigo absoluto, testigo químico (Imidacloprid 10% + Betaciflutrin 30% 200 cc) y dosis crecientes de la formulación $1,5 \times 10^9$ conidios/ml de producto 3% de *Beauveria*: 250, 500 y 1000 cc en 100 l de agua. Las aplicaciones se realizaron con equipo a gas carbónico CO₂ con pico tipo cónico en horas de la tarde, con humedad relativa superior a 60 %, temperatura inferior a 25 ° C, y viento menor a 10 km/h, a una distancia de 10 cm del rulo cerrado. Las ramas tratadas al igual que los testigos después de la aplicación fueron envueltas con tela de organza (15 x 30 cm). Luego de 2, 3, 7 y 14 días de realizado los tratamientos, se cortaron las muestras y se transportaron hasta el laboratorio, donde las ramas fueron mantenidas en recipientes con agua para su posterior lectura bajo estereoscopio. Las variables evaluadas fueron número de ninfas y adultos muertos, y eficacia de cada tratamiento. El producto químico comparado con el biológico presentó mayor toxicidad y por ende menor selectividad sobre la plaga. El entomopatógeno *B. bassiana* presentó moderada toxicidad sobre ninfa y baja toxicidad sobre adulto del psílido. La *B. bassiana* no presentó diferencia entre las dosis evaluadas para el control del psílido de la yerba mate.

Palabras clave: *Beauveria bassiana*, entomopatógeno, *Gyropsylla spegazziniana*, rulo, yerba.

Introducción

La yerba mate, *Ilex paraguariensis* St. Hil. (Aquifoliácea), es un árbol del que se extraen las ramas y hojas jóvenes. El origen de esta especie se sitúa en la región que va desde el este de Paraguay, pasando por el norte de Misiones, Argentina, hasta los estados de Paraná y Santa Catarina en Brasil (Burtinik, 2003).

En el Paraguay se produce más de 50.000 toneladas de yerba al año, y es en la actualidad un rubro de gran importancia para el mercado interno ya que su demanda cada vez es mayor, de igual manera que en el mercado externo siendo posible que una parte de la producción se envíe a países como Uruguay, Canadá, Estados Unidos, Alemania y España (González, 2016).

En el momento en que la yerba mate se convirtió en un monocultivo, dejando de lado la cultura extractiva de los años cincuenta, comenzó a ser atacado por una serie de plagas, entre ellas la *Gyropsilla spegazziniana* (rulo de la yerba mate), presente en la planta en el periodo primavera-verano (Masloff, 2013).

El rulo de la yerba afecta brotes nuevos; la hembra deposita sus huevos en las hojas pequeñas a lo largo de la nervadura, a lo que después le inyecta una sustancia tóxica con la cual se forma una agalla, provocando de esa manera la disminución de los brotes y daños en la producción. Las pérdidas económicas ocasionadas oscilan entre el 20 y el 90 %,

además aparece como residuo, representado por fragmentos del insecto en el producto cosechado (Ribeiro, 2005).

Varios investigadores recomiendan el empleo de diversos productos para el control del rulo de la yerba mate; (Formentini, y otros, 2015) sugiere aplicar paration metílico y sulfuro de cal (300 a 600 g de sulfato de cobre + 150 a 300 g de cal por cada 100 l de agua); (Burtinik, 2003) 100 a 150 ml de dimeteato, endosulfán y metil demeton para 100 l de agua; (Hass, Tomkiel, Alves, & Fanti, 2010) recomienda utilizar 5 y 10% de aceite de semilla de Neem para el 50% de mortalidad en insectos adultos; entre tanto, (Masloff, 2013) afirma que Imidacloprid a una dosis de 250 a 500 cc es efectivo para el control del psílido.

Considerando la importancia de los daños causados por la *G. spegazziniana* y dado que no se cuentan con estudios locales sobre métodos alternativo de control de esta plaga; existe la necesidad de buscar alternativa de manejo como el empleo de producto de origen biológico. Ente la alternativa está el hongo *Beauveria bassiana* que es un agente de control biológico que parasita a más de 700 insectos, entre ellos la *Gyropsilla spegazziniana* (Hernández & Berlanga, 1999).

Una opción para mantener por debajo del umbral de daño económico a la *G. spegazziniana* es el método de control

biológico, basado principalmente en el uso del hongo *Beauveria bassiana*. En países de la región ya se viene usando eficientemente en el control del coleóptero (*Hedypathes betulinus*) llamado taladrador del tronco. Además, estudios realizados en laboratorio sobre el efecto de este entomopatógeno sobre el psílido de la yerba ha demostrado que posee potencial para controlar la plaga (Leite & Zanol, 2001, Schapovaloff, 2012; Alves, Formentini, Fanti P, & Schapovaloff, 2013; Formentini, y otros, 2015).

En el Paraguay, productores de yerba orgánica han introducido y probado empíricamente el efecto del hongo en el control del rulo de la yerba mate; sin embargo, no se dispone en la literatura nacional de informaciones relacionadas sobre la efectividad del método.

Comprobar la efectividad de la *B. bassiana* en condiciones de campo, ayudará a disminuir los daños causados por la *G. spegazziniana* y otras plagas secundarias; así mismo, con ello se reducirán las aplicaciones de pesticidas manteniendo el nivel poblacional de los predadores naturales, se obtendrán mayores rendimientos en los cultivos de yerba y disminuirán los costos de producción, estas razones motivaron la realización de la investigación, sosteniendo la hipótesis de que la *Beauveria bassiana* controla efectivamente el rulo de la yerba mate.

Objetivos

Evaluar la eficacia del entomopatógeno *Beauveria bassiana* sobre la población de la *Gyropsylla spegazziniana* en condiciones de campo

Materiales y Métodos

El estudio fue realizado en un yerbal ubicado en el distrito de Fram, departamento de Itapúa, Paraguay; en los paralelos 27°01'16.05" latitud Sur y 56°05'59.12" longitud Oeste. La parcela tiene un historial productivo de 20 años, y fue manejada, desde su implantación, con prácticas convencionales.

El suelo es del tipo arcilloso muy fino correspondiente a la clasificación Rhodic Paleudult, de origen basalto con un relieve del 8 %, buen drenaje y sin pedregosidad. El estudio se realizó entre los meses de febrero y marzo de 2017.

El experimento fue instalado en un diseño completamente al azar (DCA), con tres tratamientos de la *Beauveria bassiana*, más un testigo químico y un testigo absoluto, con ocho repeticiones por tratamiento. Los tratamientos se muestran en la Tabla 1.

Cada unidad experimental fue una planta de yerba, que a su vez estuvo formada por cuatro muestras, siendo cada muestra una rama con rulo (no abierto); por lo tanto, el número total de unidades experimentales fue de cuarenta plantas de yerba.

Los tratamientos fueron aplicados en las brotaciones con formación de rulo (no abierto) con equipo de aplicación a gas carbónico CO₂ con pico tipo cónico.

Cada aplicación se realizó a una distancia no mayor de 10 cm del rulo cerrado en todos los tratamientos excluyendo al testigo absoluto (-). Las ramas tratadas y también los testigos inmediatamente después de la aplicación fueron envueltos por tela de organza (15 x 30 cm). La aplicación se realizó en horas de la tarde, con una humedad relativa superior al 60 % y temperatura inferior al 25° C, con viento menor a 10 km/h. Luego de 2, 3, 7 y 14 días de aplicación de los

tratamientos, se cortaron las muestras separadamente por tratamiento y posteriormente se transportaron hasta el laboratorio de Entomología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales, donde se depositaron en recipientes con agua para mantener turgentes las ramas. Se realizó las evaluaciones retirando la funda de protección, cortando los rulos de las ramas sobre cartulina blanca para después proceder a contar los insectos bajo el estereoscopio.

Tabla 1. Tratamientos aplicados en el estudio de eficacia de productos para el control de la *Gyropsylla spegazziniana*. Fram 2017.

Tratamientos	Productos	Concentración	Dosis en 100 l de agua
1	Testigo absoluto	0	0
2	Químico (Imidacloprid 10% + Betaciflutrin 30%)	10 + 30 %	200 cc
3	<i>Beauveria</i> dosis recomendada	5×10^9 /mL	500 cc
4	<i>Beauveria</i> dosis mayor	5×10^9 /mL	1000 cc
5	<i>Beauveria</i> dosis menor	5×10^9 /mL	250 cc

El producto empleado es una formulacion comercial denominado insecticida microbiológico a base del hongo entomopatógeno *Beauveria bassiana* en concentración de 5×10^9 esporos/mL, empleado para el control de la plaga de la yerba mate.

Las lecturas se realizaron cuatro veces; las dos primeras, a las 48 hs y 72 hs y las dos últimas a los 7 y 14 días después de la aplicación de los tratamientos. Las variables evaluadas fueron:

- *Total de insectos (n°)* : Se contaron y registraron, en una

planilla de campo, el número total de insectos de cada rama, vivos y muertos en estado de ninfa o adulto.

¿no será mejor, en lugar del anterior?

- *Insectos muertos (n°)*: Se determinó de acuerdo con el número total de insectos; se consideraron insectos muertos aquéllos que no se movían (patas, antenas), adultos o ninfas bajo el estereoscopio.
- *Eficacia de cada producto (%)*: La eficacia se determinó de acuerdo

con la fórmula de ABOIT considerando el número de insectos controlados (muertos) con relación al número total de insectos, empleando la siguiente fórmula:

$$\%E: \frac{T - t}{T} \times 100$$

%E: porcentaje de eficacia
T: n° de insectos vivos en la parcela de testigo

t: n° de insectos vivos en la parcela tratada

La toxicidad de insecticidas se determinó en base al conteo de individuos vivos después del tratamiento y se calculó utilizando la fórmula y la escala de Abbott según lo especificado por (Gallo, y otros, 2002).

Tabla 2. Escala de selectividad de insecticidas

0-20%	Selectivo	S
21-40%	Baja toxicidad	BT
41-60%	Moderadamente tóxico	MT
61-80%	Tóxico	T
81-100%	Altamente tóxico	AT

Fuente: (Gallo, y otros, 2002).

Los datos del experimento fueron cargados y ordenados en una planilla electrónica, para su correspondiente análisis con el software estadístico ASSISTAT Versión 7.7 beta-2017. Las diferencias significativas, halladas en el análisis de varianza, fueron cotejadas con el test de separación de medias de Tukey (0,05).

Para los datos de conteo de insectos se utilizó la transformación $\sqrt{x + 1}$, para cumplir con el supuesto de normalidad del ANOVA.

En la Tabla 3 se observa los valores promedios del análisis de varianza para la variable de número de ninfas muertas del rulo de la yerba mate *Gyropsilla spegazziniana* después de la aplicación de los tratamientos, en donde se aprecia que hubo diferencias significativas entre los tratamientos evaluados a los tres días después de la aplicación (DDA) y diferencias altamente significativas a los siete y 14 DDA, siendo observado diferencia no significativa sólo a los dos DDA.

Resultados y Discusión

Numero de ninfas muertas y porcentaje de eficacia de los tratamientos

Tabla 3. Número de ninfas muertas observadas a los 2,3,7 y 14 días después de la aplicación de los tratamientos. Fram 2017.

Tratamiento	Dosis 100l/agua	2DDA	3 DDA		7DDA		14 DDA	
Control	0	0	1,75	B	2,5	B	4	B
Químico	200cc	0	9,75	A	19,38	A	14	A
<i>B. bassiana</i>	250cc	0	1,25	B	5,13	B	2,25	B
<i>B. bassiana</i>	500cc	0	5,75	AB	4,38	B	4,63	B
<i>B. bassiana</i>	1000cc	0	5	AB	6	B	3,25	B
Promedio		.....	4,7		7,48		5,7	
F.C		.....	3,27*		5,19**		7,57**	
C.V(%)		.....	24,34		30,65		19,01	

* significativo al 5 % de probabilidad ($.01 \leq p < .05$) ** significativo al 1 % de probabilidad ($p < .01$). Medias seguidas de la misma letra no se diferencian entre sí.

El mayor número de ninfas muertas se observa con la aplicación de la mezcla de Imidacloprid + Betaciflutrin a los tres, siete y catorce días posterior a la aplicación del producto químico en relación al producto biológico *B. bassiana* evaluada a diferente dosis para el control del rulo de la yerba mate. El número de ninfas muertas obtenida con la *B. bassiana* fue superior al testigo e inferior al químico, como se esperaba, debido a la característica del producto de origen biológico; sin embargo no se observó una diferencia significativa entre las dosis de la *B. bassiana* en el número de ninfas muertas, aunque hubo una tendencia de ir elevándose a medida que transcurría los días posteriores a la aplicación, siendo observados los mayores números de ninfas muertas a los siete DDA con la dosis de 1000 cc de producto comercial por cada 100 litros de agua.

En la Tabla 4 se presenta la eficacia de los productos evaluados para el control del rulo de la yerba mate, en donde se aprecia que existen diferencias entre los productos; siendo el de mayor eficacia la mezcla de los insecticidas químico Imidacloprid + Betaciflutrin sobre las ninfa de *G. spegazziniana* y como se esperaba, debido a la características del hongo entomopatógeno, hubo una menor eficacia del producto biológico en relación al químico. Observando la escala de selectividad, el mayor porcentaje de toxicidad de productos sobre ninfa de *G. spegazziniana* se obtuvo con la aplicación de Imidacloprid + Betaciflutrin, siendo altamente tóxico (AT), mientras que la *B. bassiana* empleada en diferentes dosis presentaron en la escala de selectividad una moderada toxicidad (MT), sobre ninfa de la *G. spegazziniana* variando entre 37 a 62 porciento la eficacia del producto.

Tabla 4. Porcentaje de eficacia de los tratamientos a los 2, 3,7 y 14 días después de la aplicación en el control de ninfas de *G. spegazziniana*. Fram 2017.

Tratamientos	Dosis	2DDA	3		7		14DDA	Selectividad	
	100l/agua		DDA	...	DDA	...			
Control	0	0	0,00	...	0,00	...	0,00	...	S
Químico	200 cc	0	94,88	A	98,25	A	99,38	A	AT
<i>B. bassiana</i>	500cc	0	37,25	B	42,88	B	41,63	B	MT
<i>B. bassiana</i>	1000 cc	0	42,38	B	62,38	AB	55,00	AB	MT
<i>B. bassiana</i>	250 cc	0	48,75	AB	25,75	BC	45,00	AB	MT
Promedio		0	44,65		45,85		48,20		
F.C		0	7,96	**	13,71	**	6,78	**	
C.V (%)		0	26,10		21,97		30,01		

Medias seguidas de la misma letra no se diferencian entre si

** significativo al 1 % de probabilidad ($p < .01$)

Los resultados del ensayo difieren de los hallados por (Haas, Tomkiel, Alves, & Fanti, 2010), quienes observaron entre 53 % y 25 % de efectividad del aceite de nim en el control de *Gyropsilla spegazziniana*. Así también de lo reportado por (Alves, Formentini, Fanti P, & Schapovaloff, 2013), en condiciones controladas registraron 25, 30 y 70 % de patogenicidad, utilizando 3 cepas distintas de *Beauveria bassiana*, sobre ninfas recién emergidas de *Gyropsilla spegazziniana*.

En un trabajo realizado por (Formentini, y otros, 2015), en laboratorio alcanzó 81,7% de mortalidad de ninfas del 5to instar de *Gyropsilla spegazziniana* con la cepa Unioeste 44 de *Beauveria bassiana*, superior a lo alcanzado en este trabajo.

Número de adultos muertos y porcentaje de eficacia de los tratamientos

Los resultados del número de adultos muertos del rulo de la yerba mate se presentan en la Tabla 5. Según los resultados del ANAVA existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados a los 3,7 y 14 días después de la aplicación de los productos. Entre los productos se observa que hubo un mayor número de adultos muertos con la aplicación de la mezcla de Imidacloprid + Betaciflutrin; mientras que la *B. bassiana* no presentó diferencias significativas entre las dosis evaluadas; pero se observa que hubo tendencia a ir aumentando el número de adultos muertos con la dosis más elevada de 1000 cc de producto por cada 100 litros de agua.

Tabla 5. Número de adultos muertos observados a los 2, 3, 7 y 14 días después de la aplicación de los tratamientos. Fram 2017.

Tratamientos	Dosis				
	100L/agua	2 DDA	3 DDA	7 DDA	14 DDA
Control	0	0,13 ...	0,38 ...	0,38 ...	0,88 ...
Químico	200 cc	0,00 A	7,38 B	4,75 B	3,38 B
<i>B. bassiana</i>	500 cc	0,75 A	1,50 A B	0,38 A	0,38 A
<i>B. bassiana</i>	1000 cc	0,00 A	4,50 A B	0,50 A	0,38 A
<i>B. bassiana</i>	250 cc	0,13 A	0,13 A	0,50 A	0,38 A
Promedio		0,20	2,78	1,30	1,08
F.C		0,83 ns	5,74 **	7,77 **	6,64 **
C.V (%)		77,34	20,63	37,17	21,86

ns: no significativo

** significativo al 1 % de probabilidad ($p < .01$)

Medias seguidas de la misma letra no se diferencian entre si

El mayor porcentaje de eficacia en el control de adultos de *G. spegazziniana* se obtuvo con la aplicación de insecticidas de origen químico evaluadas a los 3,7 y 14 DDA, siendo altamente tóxico para el insecto; mientras que con la *B. bassiana* se obtuvo un porcentaje de control más bajo en relación al químico variando la eficacia entre 12 a 35 % en las diferentes dosis en el control de adulto; siendo clasificado como un producto de baja

toxicidad (BT) para el adulto del rulo de la yerba mate.

Tabla 6. Porcentaje de eficacia de los tratamientos a los 2, 3, 7 y 14 días después de la aplicación en el control de adulto de *G. spegazziniana*. Fram 2017.

Tratamientos	Dosis				Selectividad	
	100l/agua	2DDA	3 DDA	7 DDA		14DDA
Control	0	0,50	0,00	0,00	0,00	S
Químico	200 cc	0,00	70,38	B 76,06	B 87,50	B AT
<i>B. bassiana</i>	500cc	7,50	18,50	AB 18,54	A 34,72	AB BT
<i>B. bassiana</i>	1000 cc	0,00	14,79	AB 15,00	A 30,00	AB BT
<i>B. bassiana</i>	250 cc	2,50	12,50	A 19,67	A 20,00	A BT
Promedio		2,10	23,23	25,85	34,44	
		0,81				
F.C		ns	3,57*	15,94**	5,15*	
C.V (%)		77,14	25,95	32,07	25,48	

ns: no significativo

** significativo al 1 % de probabilidad ($p < .01$)

* significativo al 5 % de probabilidad ($.01 \leq p < .05$)

Medias seguidas de la misma letra no se diferencian entre sí

Estos resultados no concuerdan con lo reportado por (Formentini, y otros, 2015), quienes en condiciones de laboratorio alcanzó 81,7 % de mortalidad de ninfas *Gyropsylla spegazziniana* con la cepa Unioeste 44 de *Beauveria bassiana*, muy superior a lo alcanzado en este trabajo.

Los resultados del ensayo no concuerdan con los de (Leite & Zanol, 2001) quienes hallaron efectividad de entre 97,5 y 37,5 % para *B. bassiana* sobre adulto del rulo de la yerba mate.

Conclusiones

El producto biológico evaluado mostró menor capacidad en el control del psílido de la yerba mate comparado con el producto químico, presentando menor toxicidad que éste.

El entomopatógeno *B. bassiana* presentó moderada toxicidad sobre ninfa y baja toxicidad sobre adulto del psílido de la yerba mate.

La *B. bassiana* no presentó diferencia entre las dosis evaluadas para el control del psílido de la yerba mate.

Bibliografía

Alves, L., Formentini, M., Fanti P, A., & Schapovaloff, B. M. (2013.). Suscetibilidad de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles) (Hemiptera: Psyllidae) a *Beauveria*

bassiana (Bals.). . *Arquivos do instituto biológico* , 80(3):363-366.

Burtnik, O. (2003.). *Manual del pequeño yerbatero correntino*. . Corrientes, AR.: Ediciones INTA.

Formentini, M., Alves, L., Schapovaloff, M., Mamprim, A., Bonini k, A., Pinto, D. S., y otros. (2015). Caracterização e atividade de isolados de fungos entomopatogênicos sobre a “ampola da erva-mate” *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles) (Hemiptera: Psyllidae. *Ciências Agrárias* , 3553-3566p.

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R., De Baptista, G., Berti Filho, E., y otros. (2002). *Entomologia agrícola* . USP. Br: FESLQ.

González, C. (domingo de agosto de 2016). 2016. Producción de yerba mate. (En línea) Py. Abc Rural, s.p. Disponible en: <http://www.abc.com.py/edicion-imprensa/suplementos/abc-rural/produccion-de-yerba-mate-626547.html>. *ABC color* , págs. 30-60.

Haas, J., Tomkiel, M., Alves, L., & Fanti, A. (2010). Efeito de óleo de sementes de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) sobre *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer & Trelles), na cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). . *Revista Brasileira de Agroecologia* , 194-199.

Hernández, V., & Berlanga, A. (1999.). *Uso de Beauveria bassiana como insecticida microbial*. México, MX: SAGAR.

Leite, M., & Zanol, M. (2001). Biología e morfología de *Gyropsylla spegazziniana* (Lizer y Trelles). . *Acta Biológica Paranaense* , 30(1,2,3,4):19-34.

Masloff, V. (2013). Plagas del Yerbatero. *yerba mate* , 9-12.

Ribeiro, M. (2005). *Influência da adubação nitrogenada na incidência de Gyropsylla spegazziniana (Hemíptera: Psyllidae) praga da erva-mate cultivada.* . Curitiba, BR: Universidade Federal do Paraná.

Schapovaloff, M. (2012). *Diversidad y patogenicidad de especies de hongos entomopatógenos en insectos plaga de la yerba mate Ilex paraguariensis en la provincia de Misiones.* La Plata, AR: Universidad Nacional de la Plata.



Asociación de Universidades
GRUPO MONTEVIDEO



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

