

Efecto de hongos entomopatógenos y combinación para control de ácaros en Abeja Europea, San Marcos, Guatemala.

Effect of entomopathogenic fungi and combination for mite control in European Bee, San Marcos, Guatemala.

Pablo Osmani López Xicar¹

María Helda Leticia Chay Santizo²

Astrid Beatriz Camposeco López³

1. Ingeniero Agrónomo, Investigador Principal, pablo_osmani_lopez@hotmail.com
2. Ingeniera Agrónoma, Investigador Asociado, mariaheldachay7@gmail.com
3. Estudiante, Auxiliar de Investigación, astridbeatrizclopez@hotmail.com

RESUMEN

El ensayo se llevó a cabo en la Aldea Nueva Independencia, del municipio de San Pablo y departamento de San Marcos. Una de las cadenas productivas más importantes que se producen en esta área es la miel la cual es un producto alimenticio producidos por las abejas (*Apis mellifera*), un problema fitosanitario de esta cadena lo representa un ácaro llamado *Varroa destructor* ectoparásito de *Apis mellifera*, el cual es el principal vector de la enfermedad llamada varroasis que afecta a las abejas desde la fase pupal y adulta. La evaluación se enfocó en la búsqueda del tratamiento que cause mayor efecto en cuanto a la mortandad de *V. destructor* sobre *A. mellifera*, como la disminución del porcentaje de infestación inicial, mayor efecto en el porcentaje de efectividad para el control del ectoparásito en colmenas evaluadas y el beneficio económico que representa. Como producto de la investigación se seleccionó el hongo entomopatógeno, dosis e interacción adecuada para el control de *V. destructor* a partir de las variables de respuesta como: porcentaje de infestación; inicial, final y reducción, número de ácaros muertos por día, porcentaje de efectividad y beneficio económico. Los resultados obtenidos indicaron altos niveles de infestación de *V. destructor* sobre *A. mellifera* con un promedio de enfermedad en el apiario de 11.26 %, según estudios realizados

en otros países, el grado de daño causado por la varroasis, depende del grado de infestación de las colonias afectadas; el efecto negativo sobre la productividad, comienza cuando la población de ácaros alcanza 10 % por lo que fue necesario la aplicación de tratamientos para su control. Logrando evidenciar la funcionalidad de los tratamientos como controlador del agente mediante la reducción del porcentaje inicial a 6.55 % dentro del apiario logrando disminuir el porcentaje un 4.71 %.

Palabras clave: abejas, varroasis, hongos, ácaro, control, medioambiente.

ABSTRACT

The trial was made in the Nueva Independencia Village, in the municipality of San Pablo and department of San Marcos. One of the most important productive chains produced in this area is honey which is a food product produced by bees (*Apis mellifera*), a phytosanitary problem of this chain is represented by a mite called *Varroa destructor* ectoparasite *Apis mellifera*, which is the main vector of the disease called varroasis that affects bees from the pupal and adult stage. The evaluation focused on the search for the treatment that causes the greatest effect in terms of mortality of *V. destructor* on *A. mellifera*, as the decrease in the percentage of initial infestation, greater effect on the percentage of effectiveness for the control of the ectoparasite in beehives evaluated and the economic benefit it represents. As a product of the investigation, the entomopathogenic fungus, dose and interaction suitable for the control of *V. destructor* was selected from the response variables as: percentage of infestation; initial, final and reduction, number of dead mites per day, percentage of effectiveness and economic benefit. The obtained results indicated high levels of *V. destructor* infestation on *A. mellifera* with an average disease in the apiary of 11.26 %, according to studies carried out in other countries, the degree of damage caused by varroa, depends on the degree of infestation of the affected colonies; The negative effect on productivity begins when the mite population reaches 10 %, so it was necessary to apply treatments to control it. Achieving evidence of the functionality of the treatments as controller of the agent by reducing the initial percentage to 6.55 % within the apiary, reducing the percentage by 4.71 %.

Keywords: bees, varroasis, fungi, mite, control, environment.

INTRODUCCIÓN

El *Varroa destructor* es un ácaro ectoparásito y agente causal del mayor problema sanitario en abejas, la varroosis, es una enfermedad proveniente de Asia y ha evolucionado a nivel mundial, afectando en la mayoría a las abejas de la especie *Apis mellifera*, quien les introduce un virus que provoca parálisis aguda y deformidades en las alas, esto perjudica la producción de miel, entre otros beneficios que brindan los laboriosos insectos como la polinización. Si bien es cierto esta enfermedad no puede ser erradicada en su totalidad, su control más viable debe ser sistémicamente y con niveles bajos de infestación.

Los hongos entomopatógenos *Bauberia bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y la combinación de ellos, aplicados en este estudio son considerados organismos con alto valor ecológico y beneficio económico al desempeñar funciones de regulación sobre el ácaro, siendo esta una opción viable para la elaboración de bioplaguicidas, que se enfoquen al cuidado del medio ambiente.

La evaluación del efecto de los hongos entomopatógenos consistentes en: *B. bassiana*, *M. anisopliae* y la combinación de ambas, en concentraciones de Unidades Formadoras de Colonias del hongo evaluado, observando la cantidad de esporas por centímetro cúbico y analizando las respectivas dosis en 0.50, 0.25 y 0.75. Se empleó un diseño de bloques al azar, con arreglo de parcelas divididas en 12 tratamientos y 4 repeticiones, debido a las condiciones y el nivel de factores a evaluar que estuvieron dados por el factor A los hongos entomopatógenos y el factor B las dosis.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar los efectos de las cepas de hongos entomopatógenos y dosis para el control de varroasis en *A. mellifera*.

Objetivos específicos

Diagnosticar el porcentaje de infestación del ácaro *V. destructor* en colmenas de abejas *A. mellifera*.

Establecer qué hongo entomopatógeno y dosis tiene efecto en el porcentaje de efectividad para control de *V. destructor*, ectoparásito de *A. mellifera*.

Identificar si alguna de las dosis y tratamientos de hongos entomopatógenos a evaluar en *A. mellifera*, son rentables mediante presupuestos parciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización y condiciones edafoclimatológicas del área de estudio

La evaluación se ejecutó en el Sur Occidente de Guatemala, específicamente en la aldea Nueva Independencia del municipio de San Pablo y departamento de San Marcos, en la región denominada Boca Costa. Este lugar presenta un clima templado, con registro promedio anual de temperatura máxima de 27.7 °C y una mínima de 15.8 °C. Debido a la ubicación, la zona de vida según la tabla de Holdrige es Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical (bmh-M), Bosque Muy Húmedo Montano bajo Subtropical (bmh-MB) y Bosque muy Húmedo Sub Tropical Cálido Sur (bmh-Sur).

Diseño experimental y tratamientos

La investigación consideró el uso del diseño experimental de bloques al azar, con arreglo de parcelas divididas, evaluando dos factores: factor A (hongos entomopatógenos) y factor B (dosis) con un total de 12 tratamientos provenientes de la factorial A de 2 hongos y una combinación de ambos, más el testigo (sin control, simplemente con agua); por factor B de 3 dosis; factor A

= 4 por 3 del Factor B, con cuatro repeticiones por cada uno, obteniendo un total de 48 unidades experimentales.

Los tratamientos aplicados tuvieron una concentración al 1 %, con Unidades Formadoras de Colonias (UFC) = 1.0×10^9 cantidades de esporas por centímetro cúbico.

VARIABLES

Entre las variables que se estudiaron estuvieron la prueba de asimilación de toxicidad de los tratamientos, el porcentaje de infestación inicial del ácaro, y el número de ácaros muertos por día, además, del porcentaje de efectividad de los tratamientos. En ellos se identificó el nivel de toxicidad y asimilación de los hongos sobre los organismos vivos, también el porcentaje de rentabilidad que se obtiene al utilizar estos métodos alternos y más amigables con el medio ambiente. Para las cuales se hace una relación directa entre los costos y beneficios que se obtuvieron con los nuevos tratamientos.

MANEJO DEL EXPERIMENTO

Se realizaron las pruebas a nueve colmenas del apiario, con la aplicación de tres hongos y tres dosis en cada uno de entre 0.25 a 0.75 ml en un intervalo de 24, 48 y 72 horas para estimar la asimilación de los hongos.

Para el muestreo del porcentaje de infestación se utilizó la prueba jabonosa David de Jong (o del agua jabonosa), dicha técnica es asequible de aplicar. Obteniendo un diagnóstico acertado del nivel de infestación estimados en 4 unidades tomadas al azar.

Durante la implementación de la prueba de piso sanitaria en colmenas se estructuró una trampa, que consistió en colocar un cuadro tipo bastidor provista con una malla metálica, la cual permite el ingreso de los ácaros caídos por efecto de los tratamientos. Luego se le aplican láminas de cartulinas blancas untadas con vaselina natural incoloras e inodoras y luego se introducen en las colmenas. Cuya funcionalidad es que los ácaros queden impregnados al momento de la caída por acción de los tratamientos o movimiento de las abejas.

Seguido a los 8 o 15 días después de haberse aplicado los tratamientos se realizó la obtención de datos cuantificables, la cual fue mediante el minucioso y preciso conteo de los ácaros encontrados en las muestras.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se determinó el porcentaje de efectividad al identificar el hongo que mejores resultados ofreció estadísticamente, siendo el hongo *Metarhizium* con un 60.33 % de efectividad sobre los otros tratamientos, lo cual se identifica en el cuadro 1.

Cuadro 1. Prueba de medias para el porcentaje de efectividad de los tratamientos

Hongos	Medias	Grupos
Metarhizium	60.33	A
Combinación	43.17	B
Testigo	35.50	B
Beauveria	24.17	C

Fuente: Elaboración propia.

El análisis de comparación de medias de las dosis empleadas por criterio de Di Rienzo, Guzmán y Casanoves (DGC) al 0.05 de significancia, separando estadísticamente dos grupos según su efecto en el porcentaje de efectividad para control de *V. destructor* sobre *A. mellífera* determinado con ello que la dosis de 0.25 es la que presenta mayor porcentaje de efectividad siendo este de 51.50 %. Información que se detalla en el cuadro 2.

Cuadro 2. Medias para las dosis del porcentaje de efectividad de los tratamientos

Dosis	Medias	Grupos
0.25	51.50	A
0.50	37.13	B
0.75	33.75	B

Fuente: Elaboración propia.

Aunque la efectividad de los tratamientos para propiciar la mortandad del ácaro *V. destructor* fue determinada mediante las sumatoria de los registros según su

intervalo de acción en días de aplicación registrados durante la evaluación que se analizan e interpretan a continuación:

Cuadro 3. Mortandad de ácaros por día

TRATAMIENTO	BLOQUES				TOTAL	MEDIA
	I	II	III	IV		
Beauveria/0.50 ml	2.50	2.63	2.31	1.79	9.23	2.31
Beauveria/0.25 ml	2.00	1.60	3.06	3.15	9.81	2.45
Beauveria/0.75 ml	6.13	5.25	4.88	5.12	21.37	5.34
Metarhizium /0.50 ml	7.63	9.46	6.63	6.85	30.56	7.64
Metarhizium /0.25 ml	14.77	17.29	12.13	13.92	58.10	14.53
Metarhizium /0.75 ml	5.00	6.33	4.63	3.02	18.98	4.74
Combinación/0.50 ml	3.27	4.00	3.67	3.33	14.27	3.57
Combinación/0.25 ml	4.35	6.50	7.00	14	24.63	6.16
Combinación/0.75 ml	3.00	4.29	5.38	4.13	16.79	4.20
Testigo/0.50 ml	2.46	3.50	4.38	9.50	19.83	4.96
Testigo/0.25 ml	2.25	2.79	4.79	5.90	15.73	3.93
Testigo/75 ml	2.73	2.69	4.19	4.83	14.44	3.61

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de promedios de ácaros muertos por día obtenidos de la prueba de piso sanitaria, situando de esta manera según las medias al tratamiento: *Metarhizium* /0.25 ml como un mejor acaricida para *V. destructor* con una media de 14.53 ácaros muertos por día, seguido del tratamiento *Metarhizium* /0.50 ml con una media de 7.64 y situando al tratamiento *Beauveria*/0.50 ml con una media de 2.31 ácaros muertos por día.

Análisis de dominancia

En este análisis de dominancia se organizaron de forma ascendente los datos de costos que varían con los respectivos beneficios netos, de esta forma se determinaron los tratamientos dominados y no dominados.

Cuadro 4. Análisis de dominancia

Tratamientos	Arreglo	Costos que varían	Beneficio neto	Observación de cambios	Conclusión de observación.
T11	Testigo /0.25	310.66	831.74		No dominado
T10	Testigo /0.50	310.67	770.53	T11-T10	Dominado
T12	Testigo /0.75	310.68	954.12	T11-T12	No dominado
T2	Beauveria/0.25	311.18	790.42	T12-T2	Dominado
T5	Metarhizium/0.25	311.18	790.42	T12-T5	Dominado
T8	Combinación/0.25	311.27	1,075.93	T12-T8	No dominado
T1	Metarhizium/0.50	311.69	1,014.31	T8-T1	Dominado
T4	Beauveria/0.50	311.69	1,075.51	T8-T4	Dominado
T7	Combinación/0.50	311.88	912.12	T8-T7	Dominado
T3	Beauveria/0.75	312.20	993.40	T8-T3	Dominado
T6	Metarhizium/0.75	312.20	748.60	T8-T6	Dominado
T9	Combinación/0.75	312.49	952.31	T8-T9	Dominado

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de residuo

Se conoce como residuo, al remanente que queda del beneficio neto después de sustraer el costo de oportunidad del capital de trabajo empleado para financiar las prácticas evaluadas, por lo cual se corrobora que T8 es el tratamiento más rentable.

Cuadro 5. Análisis de residuos.

Tratamientos	Arreglo	Costos que varían	Beneficio neto	Costo de oportunidad	Residuo
T11	Testigo /0.25	310.66	831.74	310.66	521.08
T12	Testigo /0.75	310.68	954.12	310.68	643.44
T8	Combinación/0.25	311.27	1,075.93	311.27	764.66

Fuente: Elaboración propia.

Con base en el cuadro acerca del análisis de residuos, se concluye que el uso de T8 correspondiente a Combinación/0.25 es el más rentable ya que se obtienen más beneficios para el apicultor; considerando el rendimiento además

cabe mencionar el porcentaje de efectividad para el control de *V. destructor* que fue el segundo tratamiento que demuestra un aceptable porcentaje de efectividad de 59%. Por lo que se acepta la cuarta hipótesis alternativa que hace mención que por lo menos la aplicación de un tratamiento para control biológico del ácaro *Varroa destructor*, será rentable para los productores de miel.

CONCLUSIONES

Se estableció que el hongo entomopatógeno que presentó mayor efecto en el porcentaje de efectividad fue: *Metarhizium anisopliaea* representando un 60.33 % de efectividad y para las dosis evaluadas siendo la mejor 0.25 de la cual obtiene un 51.50 % de efectividad para el control de *V. destructor* ectoparásito de *A. mellífera*.

Se identificó la dosis y hongo referente a su rentabilidad siendo este el hongo entomopatógeno combinación con una dosis de 0.25.

Se acepta la hipótesis alternativa sobre la interacción hongos/dosis mostrará algún efecto sobre la mortandad del ectoparásito *Varroa destructor* y porcentaje de efectividad para su control. Mostrando mayor mortandad de ácaros mediante la interacción del hongo *Metarhizium* con una dosis de 0.25 del cual se obtiene 14.53 ácaros muertos por día y mayor efecto en su porcentaje de efectividad siendo la misma interacción *Metarhizium*/0.25 considerando un porcentaje de efectividad de 88 % que fue superior a los demás tratamientos.

El análisis de presupuestos parciales puso en evidencia en que al menos la aplicación de un tratamiento para control biológico del ácaro *V. destructor*, será rentable para los productores de miel ya que el análisis de dominancia destacó al tratamiento 8 combinación con una dosis de 0.25 al representar mayores ganancias, reflejado en el análisis de residuos.

AGRADECIMIENTO

Este proyecto fue ejecutado gracias al apoyo financiero del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés).

BIBLIOGRAFÍA

- Alicia Díaz, Sergio Gil, Jose M Flores y Enrique Quesada. 2014.** Sumario VII Congreso apícola hispánico . [En línea] 2014. [Citado el: 03 de 07 de 2017.] <http://www.apiculturagalega.es>.
- Arevalo, Luis. 2017.** Apicultura en Guatemala poco impulsada pese a ser de las mejores de la región. *La Hora*. 28 de marzo de 2017, pág. 1.
- Barrios Rivera, Donald Veracruz. 2012.** *Relación entre la generación genética (F1, F2) de abejas reina (Apis mellifera, Apidae), su resistencia al ataque del ácaro (Varroa destructor, Acarina Oud.) y su efecto sobre la producción de miel, en Copiasuro, R. L., Catarina, San Marcos, Guatemala, C.A. Coatepeque, Quetzaltenango, Guatemala : URL, 2012.*
- CentralAmecia Data. 2017.** Miel en Guatemala. [En línea] 13 de enero de 2017. [Citado el: 07 de 09 de 2017.] <https://www.centralamericadata.com>.
- Christian Chacin Zambrano, Francly Liliana Duarte, Lisbeth Carolina Reyes. 2013.** Innovaciencia. *Evaluación del efecto de Beauveria bassiana en el control biológico de Varroa destructor, parasito de la abeja melífera (Apis mellifera) en la finca Felisa en el municipio de los Patios, Norte de Santander.* [En línea] 2013. [Citado el: 07 de 07 de 2017.] <http://revistas.udesa.edu.co>.
- Evaluación del efecto de Beauveria bassiana en el control biológico de Varroa destructor, parasito de la abeja melífera (Apis mellifera) en la finca Felisa en el municipio de los Patios, Norte de Santander.* **UDES.** Colombia : Universidad de Santander.
- Formato G., Menegotto A., Jannoni-Sebastianini R. 2017.** Teca FAO. *Teca FAO.org.* [En línea] FAO, 2017. [Citado el: 2017 de Marzo de 29.] <http://teca.fao.org/es/read/8694>.
- Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas.* **Ordoñez, Pablo Andrés Motta Delgado y Betselene Murcia. 2011.** Taubaté, Brasil : UNITAU, 2011. ISSN: 1980-993X.
- Imagen Veterinaria:.* **UNAM. 2004.** 22, México : Secretaría de Comunicación Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, 2004, Vol. 4. ISSN 1405-9002.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2011.** *Prevención de Varroosis y Suplementación. Manual de Capacitación.* México : INIFAP, 2011. ISBN: 978-607-425-555-3.

- José Vaquero, Pedro Vargas y Danilo Plata. 2010.** *Guía Técnica de Sanidad Apícola*. [ed.] Esther Galeano y Marco Vásquez. Nicaragua : s.n., 2010.
- MAGA. 2015.** Portal Web MAGA. [En línea] MAGA, 2015. [Citado el: 2017 de Marzo de 28.] http://visar.maga.gob.gt/?page_id=5731.
- Marta Rodríguez y Marcos Gerding. 2014.** Proyecto FIA. [En línea] 2014. [Citado el: 01 de 09 de 2017.] <http://agronomia.utralca.cl>.
- Montenegro, Gloria. 2016.** *Manual Apícola*. Chile : INDAP, 2016.
- Pablo Andrés Motta Delgado y Betselene Murcia Ordoñez. 2011.** Bióloga. [En línea] 2011. [Citado el: 01 de 09 de 2017.] <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.187>.
- Reyes, Mamerto. 2001.** *Análisis Económicos de Experimentos Agrícolas con Presupuestos Parciales*. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos. Guatemala : Centro de Información Agrosocioeconómica , 2001. pág. 32.
- SENASA. 2005.** *Enfermedades de las Abejas*. Buenos Aires, Argentina : SENASA, 2005.
- Valega, Orlando. 2013.** Apicervices. [En línea] 2013. [Citado el: 02 de 10 de 2017.] <http://www.apiservices.biz>.
- Vandame, Rémi. 2000.** Oocities. *Oocities.org*. [En línea] Noviembre de 2000. [Citado el: 2017 de marzo de 30.] <http://www.oocities.org/sitioapicola/organica/remy/remyvandame.html>.