



# KUXULKAB'

ISSN 1665-0514

REVISTA DE  
**DIVULGACIÓN**  
División Académica de Ciencias Biológicas

• Volumen XV • Número 27 • Julio - Diciembre 2008 •

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

4

**BILLONES DE**

DESAPARECEN X DÍA EN EL PLANETA



# KUXULKAB'

ISSN 1665-0514

## REVISTA DE DIVULGACIÓN

División Académica de Ciencias Biológicas  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

*Kuxulkab' Voz chontal - tierra viva, naturaleza*

### CONSEJO EDITORIAL

Dra. Lilia Gama  
Editor en jefe

Dr. Randy Howard Adams Schroeder  
Dr. José Luis Martínez Sánchez  
Editores Adjuntos

Biol. Ma. Leandra Salvadores Baledón  
Editor Asistente

### COMITÉ EDITORIAL EXTERNO

**Dra. Silvia del Amo**  
Universidad Veracruzana  
**Dra. Carmen Infante**  
Servicios Tecnológicos de Gestión Avanzada  
Venezuela

**Dr. Bernardo Urbani**  
Universidad de Illinois  
**Dr. Guillermo R. Giannico**  
Fisheries and Wildlife Department,  
Oregon State University  
**Dr. Joel Zavala Cruz**  
Colegio de Posgraduados, Campus Tabasco

**Dr. Wilfrido Miguel Contreras Sánchez**  
División Académica de Ciencias Biológicas  
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Publicación citada en:

- El índice bibliográfico PERIÓDICA., índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias. Disponible en <http://www.dgbiblio.unam.mx>
- E-mail: [publicaciones@cicea.ujat.mx](mailto:publicaciones@cicea.ujat.mx)
- <http://www.ujat.mx/publicacion>

KUXULKAB' Revista de Divulgación de la División Académica de Ciencias Biológicas, publicación semestral de junio 2001. Número de Certificado de Reserva otorgado por Derechos: 04-2003-031911280100-102. Número de Certificado de Licitud de Título: (11843). Número de Certificado de Licitud de Contenido: (8443). Domicilio de la publicación: Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco. Tel. y fax (93) 54 43 08. Imprenta: Imagen Gráfica, Morelos y Pavón No. 211. Col Miguel Hidalgo C. P. 86150 Villahermosa, Tabasco. Distribuidor: División Académica de Ciencias Biológicas Km. 0.5 Carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya. Villahermosa, Tabasco.

Nuestra Portada:

Diseñada por:  
Liliana López Gama  
Estudiante de diseño y  
comunicación visual  
FES Cuautitlán



## **Estimados lectores de Kuxulkab'.**

**D**urante este segundo semestre del 2008, hemos visto otra vez como la naturaleza puede causar afectaciones importantes en este territorio, de tal forma que nos requiera buscar alternativas de adaptación a estas circunstancias y por ende tener cada día una mayor conciencia de los impactos que ocasionamos al ambiente y que seguramente se magnifican dada la vulnerabilidad geográfica de nuestro estado.

En este número tenemos una diversidad de temas que tocan información importante de los recursos naturales de Tabasco y que van del agua como un recurso de interés global y los peces, al latex, incluyendo datos de los cambios que ha sufrido el territorio debido a la deforestación. En ellos se presentan resultados de tesis que se desarrollan en nuestros diferentes programas educativos, que se vinculan a algunos de los proyectos de investigación que se realizan en nuestra escuela por académicos y estudiantes. Los ocho artículos incluidos en este número presentan principalmente resultados de investigaciones aplicadas en una amplia gama de temas como: medir la deforestación importante problema ambiental de la actualidad o una propuesta de control biológico además de técnicas de acuacultura. Se presenta a su vez, información resultante de investigaciones relacionadas con la gestión en el área ambiental.

Les recordamos que esta es la revista de todos y les invitamos a enviarnos sus manuscritos, en espera de que cada vez más estudiantes se incorporen a la divulgación de la ciencia con temas que consideren serán de interés a sus compañeros y se unan a aquellos que han terminado o se encuentran realizando sus proyectos de tesis y cuyos resultados de sus investigaciones comparten con nosotros. Como siempre agradecemos a los colaboradores de otras instituciones interesadas en la divulgación de la ciencia que comparten con nosotros temas de interés general, así como los resultados de sus proyectos y los exhortamos a continuar haciéndolo. Reiteramos nuestro sincero y continuo agradecimiento a los colegas que desinteresadamente colaboran en el arbitraje que nos permite mantener la calidad de los trabajos.

**Lilia Gama**  
Editor en Jefe

**Wilfrido Miguel Contreras Sánchez**  
Director

***División Académica de Ciencias Biológicas***  
***Universidad Juárez Autónoma de Tabasco***



---

## Hongos Entomopatógenos como una alternativa en el control Biológico

Manuel Antonio García García

Silvia Cappello García

Julia María Leshner Gordillo

Rene Fernando Molina Martínez

División Académica de Ciencias Biológicas.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

cappellogs@hotmail.com

### Hongos Entomopatógenos

El término entomopatógeno se a definido por varios autores de distintas maneras, algunos lo definen como a aquellos microorganismos (bacterias, hongos, nematodos y virus) que son capaces de atacar insectos (Devotto *et al.*, 2000), o como los que reducen las poblaciones de insecto plagas en niveles que no causan daño económico a los cultivos (Tanzini *et al.*, 2001), o bien los que son un medio de control en la reducción de poblaciones de insectos vectores de enfermedades (Scholte *et al.*, 2004). También los han definido como parásitos obligados o facultativos de insectos, con una alta capacidad de esporulación, sobrevivencia y, sus mayores ventajas están en la manipulación, adaptación a diferentes ambientes, especificidad y capacidad de penetración directa a través del tegumento (Allendes, 2007).

Constituyen uno de los grupos de mayor importancia en el control biológico de insectos. Prácticamente, todos los insectos son susceptibles a algunas de las enfermedades causadas por estos hongos inclusive los Dípteros (Alean, 2003; Rodríguez *et al.*, 2006; Scholte *et al.*, 2004). Los hongos entomopatógenos se encuentran en la división Eumycota y en las subdivisiones: Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina y Deuteromycotina (Alean, 2003; Ulloa y Hanlin, 2006).

Los hongos entomopatógenos se conocen desde hace dos milenios, cuando los Chinos identificaron especies de *Cordyceps* e *Isaria* de especímenes del gusano de seda y una especie de cicada (Chicharra o cigarra). Agostino Bassi en 1836 relata un tratado sobre la enfermedad del gusano de seda, la muscardina, cuyo agente causal era *Beauveria bassiana*. Este hecho marca el inicio de la Patología de Insectos. El

desarrollo y aplicabilidad de la patología de insectos, se inicia en 1879 con Hagen quien estudia el posible uso de hongos para el control de insectos (Vergara, 2004).

### Diversidad de Hongos Entomopatógenos

Se conocen aproximadamente 100 géneros y 700 especies de hongos entomopatógenos. Entre los más importantes están: *Metarhizium*, *Beauveria*, *Aschersonia*, *Entomophthora*, *Zoophthora*, *Erynia*, *Eryniopsis*, *Akanthomyces*, *Fusarium*, *Hirsutella*, *Hymenostilbe*, *Paecilomyces* y *Verticillium*, (Monzón, 2001; Asaff *et al.*, 2002; Pucheta, 2006). Entre los más importantes para la reducción de mosquitos por ejemplo se encuentran *Beauveria*, *Metarhizium*, *Entomophthora*, *Lagenidium*, *Coelonomycetes* y *Culicinomyces*, (Scholte *et al.*, 2004).



Larva de Coleóptero infectada por el hongo *Metarhizium* sp.

A nivel mundial, las dos especies más frecuentes y estudiadas de hongos entomopatógenos son *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, debido a su eficiencia y facilidad de multiplicación, (Allendes, 2007; Rodríguez *et al.*, 2006), por lo cual éstos pueden

servir de agentes entomopatógenos, contra organismos patógenos causantes de enfermedades, o de organismos que sirven de vectores de otros microorganismos que causan daño a plantaciones, animales y al propio ser humano (Scholte *et al.*, 2004).

### Mecanismo de Acción

En general, las fases que desarrollan los hongos sobre sus hospedantes son: germinación, formación de apresorios, formación de estructuras de penetración, colonización y reproducción. El inóculo o unidad infectiva esta constituido por las estructuras de reproducción sexual y asexual, es decir las esporas o conidias.

El proceso se inicia cuando la espora o conidia se adhiere a la cutícula del insecto; luego se produce un tubo germinativo y un apresorio, con éste se fija en la cutícula y con el tubo germinativo o haustorio (hifa de penetración) se da la penetración al interior del cuerpo del insecto, en la que participa un mecanismo físico y uno químico, el primero consiste en la presión ejercida por la hifa, la cual rompe las áreas esclerosadas y membranosas de la cutícula

El mecanismo químico consiste en la acción enzimática, principalmente proteasas, lipasas y quitinasas, las cuales causan descomposición del tejido en la zona de penetración. Después de la penetración, la hifa se ensancha y ramifica dentro del tejido del insecto, colonizando completamente y a partir de la cual se forman pequeñas colonias y estructuras del hongo, lo que corresponde a la fase final de la enfermedad del insecto, (Monzón, 2001).

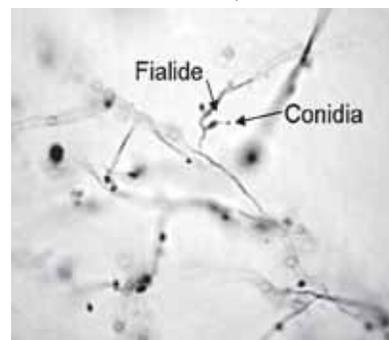


Conidias de *Metarhizium anisopliae*  
(Foto tomada por García y Cappello, 2008).

### Ventajas y Desventajas

Algunas de las ventajas de los hongos entomopatógenos son: la especificidad, la cual varía considerablemente, algunos hongos infectan un amplio rango de hospederos y otros están restringidos a unos pocos o a una sola especie de insectos. Por ejemplo *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, infectan cerca de 100 especies diferentes de insectos en varios ordenes, (Coleóptera, Lepidóptera, Hemíptera, Homóptera) pero los aislamientos de estos dos hongos tienen un alto grado de efectividad, (Alean, 2003). Los hongos entomopatógenos son efectivos contra las plagas, no contaminan al medio ambiente, no destruyen insectos benéficos, no son tóxicos para los humanos, no desarrollan resistencia, y no dejan residuos en los alimentos.

Por otra parte se debe tomar en cuenta que son una medida de supresión directa, su efecto depende del contacto con los insectos, son afectados por el sol, no son sustitutos de los químicos, hay que conocer que factores les son favorables, deben usarse en conjunto con otras acciones, y realizar programas de manejo integrado de plagas o vectores por personal capacitado, que podrían considerarse como desventajas (Asaff *et al.*, 2002; Lozano *et al.*, 2000).



Conidias y fialide de *B. bassiana*,  
(Foto tomada por García y Cappello, 2008)

### Bioinsecticidas a partir de Hongos Entomopatógenos

Por la eficiencia en el control de plagas y vectores, puede producirse bioinsecticidas a partir de diferentes géneros y especies de hongos entomopatógenos cuyo ingrediente activo es el propio hongo (Lozano *et al.*,

2000). Ejemplos de estos productos de probada efectividad lo constituyen los bioinsecticidas Green Guard® a base de *Metarhizium anisopliae* var. *acridum* producido para el control de langostas en cultivos en Australia, Micos Plag® a base de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* y *Paecilomyces lilacinus*, producido para el control de diversas plagas en Colombia como trips, áfidos, ácaros, broca del café y nematodos.

Otros productos latinoamericanos son Mycotrol ES®, Naturalis-L®, Mycotech®, Conidia® (*Beauveria bassiana*), Tracer® (*Saccharopolyspora spinosa*), (Orozco *et al.*, 2000; Ramos *et al.*, 2000; Valle *et al.*, 2003). Otros productos comerciales a base de hongos son: Aseronija que tiene como ingrediente *Aschersonia aleyrodinis*, y se produce en la U.S.S.R; con *Beauveria bassiana* se elabora Biotrol FBB (USA), Boverin (U.S.S.R.) y ABG-6178 (U.S.A.); empleando *Hirsutella thompsonii*, se elabora Mycar (USA); con *Metarhizium anisopliae*, se fabrica Biotrol FMA (USA), Metaquino (Brasil); por último en Inglaterra, con las marcas de Vertalec y Mycotol, se fabrica el *Verticillium lecanii*.

Son diversos los géneros de hongos que podrían servir para elaborar productos comerciales en diversos países. Con algunos ya existen ofertas, como pueden mencionarse: *Culicinomyces*, *Lagenidium*, *Entomophthora*, *Aschersonia*, *Beauveria*, *Hirsutella*, *Metarhizium*, *Nomuraea* y *Lecanicillium*, (Vergara, 2004).

### Empleo de Bioinsecticidas en México

Los hongos entomopatógenos en México en la producción de bioinsecticidas a base de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, se vienen realizando en los estados de Colima, Guanajuato, Oaxaca y Sinaloa, para el control de plagas en cultivos de hortalizas, gramíneas y leguminosas.

Algunos de los productos hechos a base de hongos y comercializados en México son BotaniGard, Bea-sin, Mycotrol, B. *bassiana*, Bio-fung, a base de *Beauveria Bassiana*, para el caso de *Metarhizium anisopliae* se cuenta con Bio-Blasst, Meta-sin y Fitosan-M, y a base

de *Paecilomyces fumosoroseus* tenemos Pea-sin, PFR-97 y P. *fumosoroseus*, (Tamez *et al.*, 2001).



Colonia de *Metarhizium anisopliae*  
(Foto tomada por Cappello y García, 2008)

### Conclusión

Los hongos entomopatógenos sin duda alguna representan una de las alternativas de gran interés económica en el manejo integrado y control de plagas que afectan los cultivos y de vectores que son portadores de otros microorganismos causantes de enfermedades para el ser humano. Por su eficacia y especificidad las pérdidas ocasionadas en los productos agrícolas, relacionadas con el ataque de plagas y enfermedades durante las etapas de pre y post-cosecha, se ven reducidas gracias a la acción de estos agentes entomopatógenos, que si bien en la naturaleza actúan de manera natural.

Por otra parte los hongos entomopatógenos suprimen la acción del control químico el cual presenta efectos para otros organismos y para el propio humano y la contaminación del medio ambiente. Actualmente se tiene registro de algunas especies de hongos (*Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria brogniartii*, *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus*, *Lagenidium giganteum*, etc.), útiles en el control de muchas especies de insectos plagas y vectores que dañan directa o indirectamente la salud humana como es el caso del mosquito del dengue, al igual que causan pérdidas económicas considerables en los cultivos. He aquí la importancia de promover el uso de los hongos como agente antagonico para los insectos y despertar el interés en la investigación de nuevos estudios para la aplicación de dichos hongos

## Literatura Citada

**Alean I. C. 2003.** Evaluación de la patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de la mosca blanca de la yuca *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homóptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de Ciencias Básicas. Microbiología Agrícola y Veterinaria. Bogotá, D. C. Colombia.

**Allendes G. L. 2007.** Evaluación de ocho cepas nativas de *Metarhizium anisopliae* var. *Anisopliae* (Metsch.) sorokin., para el control de *Aleurothrix floccosus* Maskell. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Facultad Agrónoma.

**Asaff T. A. V. Y. Reyes, E. V. López y M. De la Torre. 2002.** Guerra entre insectos y microorganismos: una estrategia natural para el control de plagas. Avance y Perspectiva vol. 21: 291-295.

**Devotto L. M. Gerding y A. France., 2000.** Hongos Entomopatógenos: Una Alternativa para la Obtención de Biopesticidas. Bioleche. 23:30-33.

**Lozano M. M. Rodríguez, N. Vásquez y G. Gutiérrez. 2000.** Efecto de *Metarhizium anisopliae* sobre plagas rizófagas de arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) en Colombia. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 56:58-64.

**Monzón A. 2001.** Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Costa Rica No. (63): 95 - 103.

**Orozco M., J. Farías, J. López y N. Ramírez. 2000.** Uso de *Beauveria bassiana* para el control de *Bemisia argentifolii* en melón. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 56:45-51.

**Pucheta D. M. 2006.** Evaluación del el efecto insecticida de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, y *Paecilomyces fumosoroseous* sobre mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), en frijol (*Phaseolus vulgaris* L). Universidad Autónoma Metropolitana.

**Ramos E., S. Alves, M. Manzini y R. López. 2000.** Susceptibilidad de *Bemisia tabaci* a *Beauveria bassiana* en condiciones de laboratorio. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 56:65-69.

**Rodríguez M. S, Gerding M. y France A. 2006.** Selección de aislamientos de hongos entomopatógenos para el control de huevos de la polilla del tomate, *Tuta absoluta* Meyrick (LEPIDÓPTERA: GELECHIIDAE). Agricultura técnica (Chile) 66(2):151-158.

**Scholte E. J, B.G.J. Knols, R. A. Samson, y W. Takken. 2004.** Entomopathogenic fungi for mosquito control: A review. Journal of insect Science, 4:19, 24 pp.

**Tamez. G. P, W. L.J. Galán, R. H. Medrano, G. C. García. P. C. Rodríguez, F. R. A. Gómez y G R. S. Tamez. 2001.** Bioinsecticidas: su empleo, producción y comercialización en México. Facultad de Ciencias Biológicas UANL. (4): 2.

**Tanzini M., S. Alves, A. Setten y N. Augusto. 2001.** Compatibilidad de agentes tensoactivos con *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica). 59:15-18.

**Ulloa M. y R.T. Hanlin. 2006.** Nuevo Diccionario Ilustrado de Micología. Edit. APS Press. USA. 672 pp.

**Valle M., J. Solís, J. Morales y R. Johansen. 2003.** Efectividad biológica de productos no convencionales contra trips en el cultivo de aguacate (*Persea americana* Mill. CV. Hass) en nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. p. 735-740. In Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Málaga, España. V Congreso Mundial del Aguacate. Granada, Málaga, España.

**Vergara R.R. 2004.** Enfoque agroecológico del empleo de entomopatógenos para el control de plagas. Conferencia dictada en el Octavo Seminario de Agroecología Agromedicina y Medio Ambiente. Tunja: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. 34p



# CONTENIDO

<b>El Valor Socio-Ambiental del Agua: El Reto Futuro de la Política Pública en México</b> JOSÉ A. OSEGUERA PONCE .....	5
<b>Análisis de Regresión Lineal en un Sistema de Información Geográfica para determinar la Tasa de Deforestación en el Estado de Tabasco</b> JUAN JAVIER CASTILLO RAMIRO, LILLY GAMA Y CAROLINA ZEQUEIRA LARIOS .....	15
<b>El camino hacia el <i>Homo sapiens</i></b> ARMANDO ROMO LÓPEZ Y JULIA MARÍA LESHER GORDILLO .....	19
<b>Hongos Entomopatógenos como una alternativa en el control Biológico</b> MANUEL ANTONIO GARCÍA GARCÍA, SILVIA CAPPELLO GARCÍA, JULIA MARÍA LESHER GORDILLO Y RENE FERNANDO MOLINA MARTÍNEZ .....	25
<b>Producción de insulina a partir de organismos bacterianos: Revisión bibliográfica para la técnica molecular</b> VIRIDIANA ROSABELHI SOTO POL, JAVIER HERNÁNDEZ GUZMÁN, YAZMÍN MORALES HERNÁNDEZ Y ONÉSIMO DIOS DE LA CRUZ .....	29
<b>El látex en México, Una Visión Histórica</b> RENÉ FERNANDO MOLINA MARTÍNEZ Y JULIA MARÍA LESHER GORDILLO .....	35
<b>Determinar el Análisis de Riesgo Toxicológico de los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos a la salud humana de los trabajadores, utilizando el modelo Caltox</b> JOSÉ GUADALUPE CARMEN MORALES FORTANEL .....	41
<b>Técnicas de Reversión Sexual Aplicadas en Acuicultura</b> JUAN MANUEL VIDAL LÓPEZ, WILFRIDO MIGUEL CONTRERAS SÁNCHEZ, CARLOS ALFONSO ÁLVAREZ GONZÁLEZ, ARLETTE AMALIA HERNÁNDEZ FRANYUTTI Y ULISES HERNÁNDEZ VIDAL .....	49
<b>NOTA</b>	
<b>Preferencias alimenticias de las especies comerciales más importantes del genero <i>Lutjanus</i> en el litoral costero del estado de Tabasco, México</b> ARTURO GARRIDO MORA, PAVEL ALEKSEI CASTILLO-ENRIQUEZ Y FCO. JAVIER FELIX TORRES .....	55
<b>Buscadores Verdes (Green Browsers)</b> LILLY GAMA .....	59
<b>NOTICIAS</b>	
<b>Proyectos de Investigación .....</b>	63
<b>Avisos .....</b>	69

