

# Prospección de hongos Entomophthorales para el control natural de insectos en Bahía, Brasil<sup>1</sup>

Saúl Edgardo Méndez Sánchez<sup>2</sup>  
Richard A.Humber<sup>3</sup>  
Donald Willson Roberts<sup>4</sup>  
Adriano Lage Freitas<sup>5</sup>  
Livia Santos Lima<sup>6</sup>  
Georgia Botelho Silva<sup>6</sup>  
Cristiana Silva de Almeida<sup>6</sup>  
Erica Fontes Nunes<sup>7</sup>

**RESUMEN.** El proyecto tiene como objetivos investigar la diversidad de hongos Entomophthorales al sur del estado de Bahía, lo que incluye estudios enzoóticos y epizoóticos sobre la dinámica de las entomophthoromicosis y sus interrelaciones e incidencias sobre las poblaciones de insectos, y su caracterización morfológica y distribución geográfica sobre diversos cultivos agrícolas, pastos naturales y otros sustratos. El proyecto objetiva también el estudio de los Entomophthorales sobre insectos de importancia médica y médica-veterinaria. El trabajo está siendo conducido de manera ordenada y secuencial, y los patógenos y sus huéspedes identificados macro y microscópicamente junto con los datos biométricos de las principales estructuras del hongo. Los resultados son importantes para la región y confirman la presencia de *Erynia dipterigena* sobre Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae, Dolichopodidae y Sciaridae. *Entomophthora muscae* presente sobre Diptera: Muscidae; *Conidiobolus* sp. sobre Diptera: Psychodidae, *Telmatoscopus albipunctatus*; *Entomophaga tipulae* sobre Diptera: Tipulidae y *Entomophaga tipulae* o *Entomophaga domestica* sobre Diptera: Culicidae/ género Anópheles; *Erynia myrmecophaga* sobre Hymenoptera: Formicidae *Paratrechina* sp. También se identificó *Conidiobolus* sp. sobre Hemiptera/Subord. Homoptera: Cicadellidae y Cercopidae; *Batkoa apiculata* sobre Coleoptera: Lagriidae *Lagria villosa*; *Entomophaga aulicae* sobre Lepidoptera, adulto no identificado, y *Entomophaga*, complejo *E. Grylli*, sobre Orthoptera: Acrididae *Rhammatocerus brasiliensis*, *Rhammatocerus brunneri*, *Abracris dilecta*, *Abracris flavolineata*, y sobre una especie no identificada de la subfamilia Ommatolampinae. El material biológico recogido demuestra la eficacia de estos patógenos en el control natural de las poblaciones de insectos durante el desarrollo del proyecto (mayo de 1998 a mayo del 2002). Las medias mensuales de temperatura y humedad relativa en la región variaron entre 20,5 a 25,0 °C y 82,0 a 89,9%, respectivamente: condiciones ideales para el desarrollo de las entomophthoromicosis.

**Palabras clave:** Entomophthorales, Epizoótias, Caracterización, Identificación, Distribución geográfica, Incidencia.

## **ABSTRACT. Prospecting Entomophthoralean fungi for the natural control of insects in Bahia, Brazil.**

Research on Entomophthorales fungi in southern Bahia State, Brazil included enzootic and epizootic studies on the dynamics of entomophthoromycosis and their interrelation with insect populations of various insect orders, geographical distribution and incidence on crops, natural grasses and other substrates. The study of the Entomophthorales is also object of this investigation on insects of medical importance and medical veterinary medicine. This work is being conducted in an orderly and sequential manner, and the pathogens are identified

<sup>1</sup> Proyecto de Investigación Básica Regional financiado por la Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC/ Bahia.

<sup>2</sup> Profesor Investigador, Autor y Cordinador del Proyecto/Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, DCAA. Bahia, Brasil. saul@uesc.br

<sup>3</sup> Profesor Investigador, USDA-ARS, Plant Protection Research Unit, Ithaca, EEUU. rah3@cornell.edu

<sup>4</sup> Profesor Investigador, Utah State University, Department of Biology. Logan, EEUU. dwroberts@biology.usu.edu

<sup>5</sup> Becario de Iniciación Científica, DCB – Programa PIBIC/ CNPq.

<sup>6</sup> Becarias de Iniciación Científica, DCAA/ DCB – Programa PROIC.

<sup>7</sup> Voluntaria de Iniciación Científica, DCB – Programa PROIC/ UESC.

microscopically together with the biometric data of the structure of the fungi. The results are important for the region as they confirm the presence of *Erynia dipterigena* on Diptera: Calliphoridae, Sarcophagidae, Dolichopodidae and Sciaridae. *Entomophthora muscae* was present on Diptera muscid flies; *Conidiobolus* sp. on Diptera-Psychodidae *Telmatoscopus albipunctatus*; *Entomophaga tipulae* on Diptera-Tipulidae and *Entomophaga tipulae* or *Entomophaga domestica* on Diptera-Culicidae/genera Anopheles. *Erynia myrmecophaga* on Hymenoptera-Formicidae *Paratrechina* sp. We also identified *Conidiobolus* sp. on Hemiptera/ Subord.Homoptera:Cicadellidae y Cercopidae; *Batkooa apiculata* on Coleoptera-Lagriidae *Lagria villosa*; *Entomophaga aulicae* on Lepidopteran unidentified adults and *Entomophaga* complex *E.grylli* on Orthoptera-Acrididae *Rhammatocerus brasiliensis*, *Rhammatocerus brunneri*, *Abracris dilecta*, *Abracris flavolineata*, and on one unidentified species of the Ommatolampinae subfamily. The biological material collected in the region demonstrates the effectiveness of these pathogens in the natural control of these insect populations during the project (may 1998 to may 2002). Mean monthly temperature and relative humidity in the region varied from 20.5 to 25.0 °C and 82.0 to 88.8 % respectively; that is, ideal conditions for the development of entomophthoromycosis.

**Key words:** Entomophthorales, Epizootics, Characterization, Identification, Geographical distribution, Incidence.

---

## Introducción

Dentro del orden Entomophthorales, hay muchas especies patógenas para la clase insecta, las cuales ejercen una reducción natural de las poblaciones de insectos y ácaros fitófagos (Boucias y Pendlan 1998). Se trata de un grupo particularmente especial de entomopatógenos de gran difusión geográfica, elevado grado de virulencia y variabilidad de formas y estructuras —comparado con los Deuteromycetes, Ascomycetes y Basidiomycetes— entre otras características específicas que los ubican dentro de un grupo bastante complejo y discutido de microorganismos entomopatogénicos.

Las dificultades y exigencias de crecimiento en medios de cultivo artificial limitan los avances científicos y los estudios aplicados de muchas especies con elevado potencial de virulencia natural. Se requieren modernos laboratorios de patología de insectos, propios para el desarrollo de actividades técnico-científicas más aplicadas, así como la necesidad de valorar las investigaciones básicas en provecho de un mejor conocimiento y utilización de los patógenos Entomophthorales en programas de manejo integrado de plagas (MIP).

En Brasil, como en otros países, los trabajos con hongos Entomophthorales han tenido un gradual y sensible aumento en los últimos años y existe un gran interés, por parte de algunos investigadores de instituciones de investigación y de enseñanza superior, por desarrollar proyectos sobre estudios básicos y aplicados, así como por la formación específica de grupos de trabajo.

La región sur del estado de Bahía es altamente diversificada y en sus dominios agroecológicos predomi-

nan el trópico húmedo, el trópico sub-húmedo y el trópico semi-árido, donde abundan los desafíos para la producción agrícola y se busca, a través de las acciones de investigación y extensión, optimizar los recursos y fortalecer el sistema de producción para los nuevos y complejos mercados agrícolas. Para ello, resulta de vital importancia la protección de los cultivos de las llamadas “plagas de insectos”, utilizando métodos de control eficaces que no contaminen ni perjudiquen los alimentos producidos, el medio ambiente y su entorno natural.

Las prospecciones abarcan tres áreas representativas al sur del estado de Bahía; una, comprendida dentro de una faja de vegetación bastante homogénea, de aproximadamente 28 km, se extiende desde el municipio de Ilhéus hasta el municipio de Itabuna; otra, menos representativa, de 51 Km, desde Ilhéus hasta el municipio de Una; y otra que comprende parte de los municipios de Eunápolis y Porto Seguro, más al sur. Gran parte de la faja de vegetación se hace acompañar en todo su trayecto por las proximidades del cauce del Río Cachoeira, áreas de foresta tropical húmeda (Mata Atlântica-The Brazilian Atlantic Rain Forest), y una pequeña área litoral al nivel del mar. En principio, el proyecto sigue una línea básica de investigación y, entre otros objetivos, pretende detectar y mapear los Entomophthorales autóctonos de la región sur Bahiana; conocer hasta que punto llegan a constituir enzootias o epizootias, y cuál es el porcentaje de control natural eficaz que ejercen sobre las poblaciones de insectos perjudiciales a los cultivos. Lo anterior podría, en un futuro, ayudar a establecer de

programas de MIP mejor orientados dentro de un marco de protección vegetal y ambiental, reduciendo el uso y el número de aplicaciones de insecticidas químico-sintéticos; dirigidos hacia una economía agrícola moderna y autosustentada, capaz de reducir los costos de producción, a la vez que proveen alimentos más saludables y de mejor calidad. De la misma forma, la detección de los patógenos Entomophthorales controladores de insectos de interés médico y veterinario es de vital importancia para el sistema de salud de la región, la cual presenta un escaso saneamiento básico y en algunos casos llega a ser hasta inexistente, y donde los insectos encuentran medios propicios de proliferación y en consecuencia traen consigo graves enfermedades a la población.

### **Materiales y métodos**

Se tomó como punto de referencia el Campus de la Universidad Estatal de Santa Cruz, en el km 16 de la carretera BR-415, la cual conecta los municipios de Ilhéus e Itabuna y la carretera BA-001 en dirección al municipio de Una, así como otros municipios más al sur de Bahía. Allí, onde fueron realizadas una serie de prospecciones semanales durante 4 años de investigaciones. Las prospecciones se limitaron a pequeñas propiedades agrícolas, cacaotales y áreas de bosque tropical húmedo (Mata Atlántica), entre otras.

Los cadáveres de insectos con características de muerte asociada a una patología por entomophthoromicosis fueron recogidos junto con una muestra de la planta huésped a la cual suelen estar adheridos, y colocados en recipientes ventilados, según la metodología establecida por Keller (1987). En seguida, fueron transportados al laboratorio de entomología, donde pasaron por un proceso macro y microscópico de análisis de identificación del patógeno y sus respectivos huéspedes (Aruta 1984, Sánchez y Santiago-Álvarez 1998, Sánchez 1995). Además del análisis físico e interno de los cadáveres y del reconocimiento estructural de los microorganismos en estudio, como paso final se procedió a la medición biométrica de las principales estructuras encontradas, con la finalidad de confirmar los géneros y las especies probables (Humber 1981b, Humber 1997, Papierok y Hajek 1997).

El material biológico pasó por un análisis de laboratorio que no superó las 72 horas, evitando de esta forma el comprometimiento de las propiedades naturales de las muestras y el posible enmascaramiento por algún microorganismo saprófito invasor.

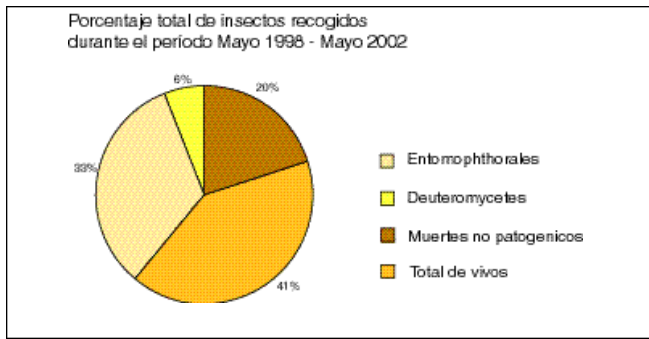
Con el objetivo de promover la proyección conidial (conidias primarias y secundarias) por períodos de tiempo variables y fuera del alcance de la luz natural y artificial, se pusieron en práctica los procesos metodológicos de las llamadas cámaras húmedas (Papierok 1989, Keller 1993, Sánchez y Santiago-Álvarez 1994).

Seguidamente, las conidias primarias proyectadas fueron teñidas con LPAO (Lactofenol-Aceto-Orceina) en dos proporciones, 1:1 y 2:1, según Romeis (1968), citado por Keller (1987), para detectar la presencia y el número de núcleos por conidia. Las mejores preparaciones fueron selladas, referenciadas y guardadas en lamineros especiales para posteriores análisis y para la colección didáctica-científica, representativa de los Entomophthorales autóctonos del sur de Bahía.

### **Resultados y discusión**

En mayo de 1998 se dio inicio a una serie de prospecciones de campo que marcaron, de forma bastante tímida, el comienzo del proyecto (Sánchez *et al.* 1998, Sánchez y Freitas 1999, Sánchez 1999, Sánchez y Freitas 2000, Sánchez y Lima 2000, Sánchez *et al.* 2000, Sánchez *et al.* 2001, Sánchez *et al.* 2001, Sánchez *et al.* 2002), período durante el cual fueron recogidas un total de 1250 muestras de material biológico, provenientes de áreas próximas al Campus de la Universidad, en los barrios Banco da Vitória y Salobrinho; pequeñas y medianas propiedades agrícolas y cacaotales en los márgenes de la carretera BR-415; áreas forestales (Mata Atlántica); otras propiedades, localizadas en la carretera estatal BA-001 hasta el municipio de Una (áreas agrícolas y urbanas); y algunas prospecciones más al sur del estado, siguiendo la carretera BR-367 entre los municipios de Eunápolis (Estação Vera Cruz) y Porto Seguro (Reserva Indígena da Jaqueira), más específicamente sobre café y frutales. Las muestras con patógenos Entomophthorales se limitan en principio a los municipios conectados por el eje Ilhéus-Itabuna y a los municipios de Una y Uruçuca.

Las temperaturas y humedades relativas anuales en las regiones mencionadas tuvieron durante casi todos los años prospectados una variación media de 20,5 a 25,0 °C, y 82,0 a 88,8 %, respectivamente, por lo que es de hacer notar que existen temperaturas adecuadas y una humedad relativa bastante elevada, lo cual propicia el desarrollo de las entomophthoromicosis en general. Del total de muestras recogidas, 33% presentaron Entomophthorales, 6% Deuteromycetes y 20% muertos por otras causas consideradas no patogénicas (Fig. 1).



**Figura 1.** Porcentaje total de insectos recogidos entre mayo 1998 y mayo 2002

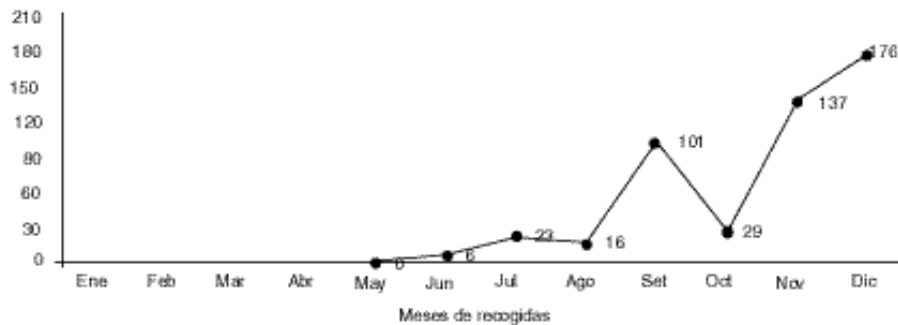
Los 41% restantes se recogieron vivos para estudios de comparación taxonómica e identificación, ya que la mayoría de las veces el micelio producido sobre el cuerpo del insecto y los deterioros propios de la propia patología y muerte, dificultan la identificación de los insectos hospederos.

En este artículo queda demostrado, aún sin hacer una cuantificación estadística del número de muestreos y hallazgos específicos para cada género de Entomophthorales y órdenes de insectos encontrados, su

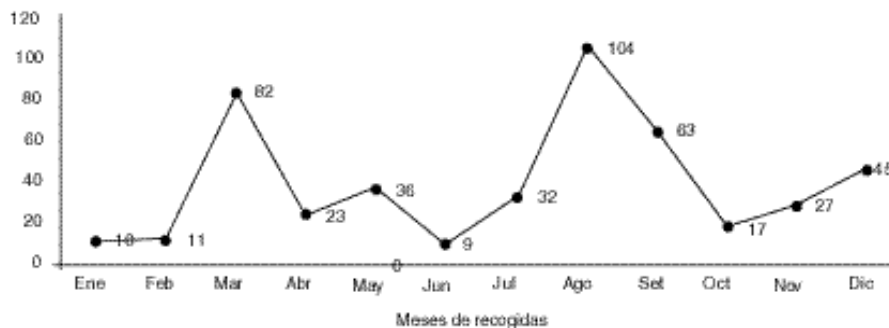
constante presencia y abundancia durante los años prospectados, algunos géneros con mayor grado de incidencia que otros, lo cual será ampliado en posteriores publicaciones, específicas para cada grupo de patógenos e insectos (Figs. 2, 3, 4, 5 y 6).

Los artrópodos hexápodos más frecuentemente encontrados asociados a patologías caracterizadas por entomophthoromycosis, pertenecen a los siguientes órdenes: Coleoptera *L. villosa* Fabr. 1783 (larvas y adultos); Diptera *T. albipunctatus* Welliston 1893, (Sánchez *et al.* 2001), Muscidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, Dolichopodidae, Sciaridae, Tipulidae y Culicidae (*Anopheles*); Hemiptera/Homoptera: Cicadellidae y Cercopidae (chicharritas-ninfas y adultos no identificados) (Sánchez *et al.* 2001); Orthoptera: Acrididae *Rhammatocerus brasiliensis*, *Rhammatocerus brunneri*, *Abracris dilecta*, *Abracris flavolineata*, y una especie no identificada de la subfamilia Ommatolampinae; Hymenoptera: Formicidae *Paratrechina* sp.; y Lepidoptera (microlepidoptero adulto no identificado).

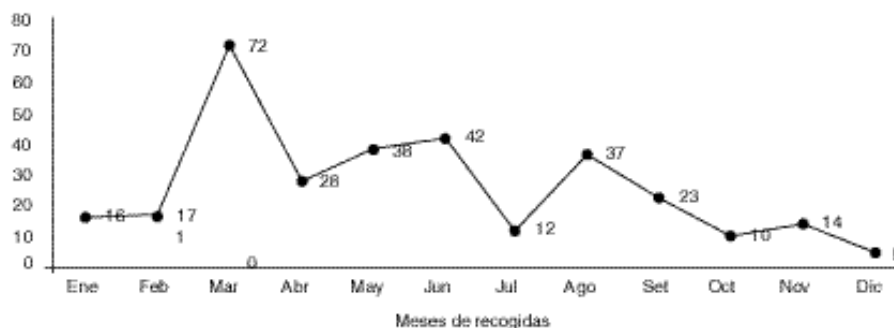
Con relación a los substratos, los coleópteros Lágridos fueron encontrados en su mayoría sobre los



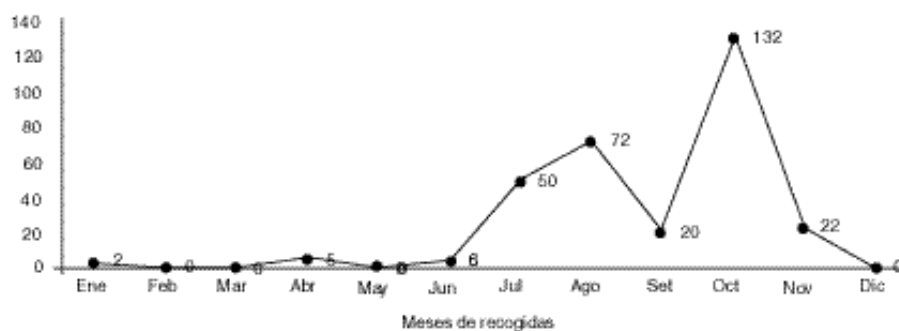
**Figura 2.** Incidencia y abundancia estacionales de todos los géneros encontrados (Ilhéus/Itabuna) 1998.



**Figura 3.** Incidencia y abundancia estacionales de todos los géneros encontrados (Ilhéus/Itabuna) 1999.



**Figura 4.** Incidencia y abundancia estacionales de todos los géneros encontrados. (Ilhéus/Itabuna) 2000.



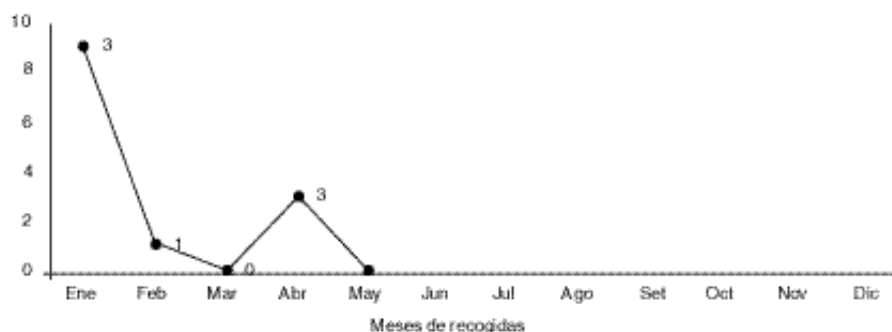
**Figura 5.** Incidencia y abundancia estacionales de todos los géneros encontrados. (Ilhéus/Itabuna) 2001.

siguientes cultivos: habas *Vicia faba* L., albahaca *Ocimum campechianum* Mill, guanábana *Artocarpus heterophyllus* Lam. (*A. integrifolius*), cacao *Theobroma cacao* L., hojas de calabaza/ayote *Cucurbita pepo* L., hojas de quiabo/ocras *Hibiscus esculentus* L., hojas de papaya *Carica papaya*, hojas de planta medicinal "quebra-pedra" *Phyllanthus miruri* L., malezas y gramíneas no cultivadas, árboles no identificados del bosque tropical atlántico, plantas ornamentales "graxa-de-estudante" *Hibiscus rosa-sinensis* L., y rosa *Rosa* spp.

En diversas regiones de Brasil, estos pequeños coleópteros son una plaga de mucha importancia en cultivos tradicionales, como el frijol *Phaseolus vulgaris* L., los guisantes *Pisum sativum* L., las habas *V. faba* y otras leguminosas, además del café *coffea arabica* L. También se encuentran sobre malezas y otras plantas no cultivadas. Entre otros perjuicios, se sabe que pueden diseminar bacterias patógenas sobre cafetales ya establecidos (Gallo *et al.* 1988). Hasta ahora, el método de control más conocido es el químico, a base de ingre-

dientes activos altamente tóxicos y residuales. El análisis de caracterización del material biológico determinó la presencia de *B. apiculata* (Thaxter) Humber 1989 (*Empusa apiculata* Thaxter 1888). Anualmente, la micosis sobre la población de Lágridos presenta una incidencia bastante repetitiva, con mortalidades bien acentuadas y, por lo que todo indica, la aparición dinámica de la enfermedad es de características epizooticas.

Se encontraron Dípteros Nematóceros *T. albipunctatus* infectados por *Conidiobolus* sp. (Sánchez, S.E.M; Freitas, A.L.; y Roberts, D.W. 2001), sobre hojas de árboles frutales (frutas exóticas), yambo *Syzygium malaccense* (L.) Merr y Perry, acerola *Malpighia glabra* L. (*M. puniceifolia*), pitanga *Eugenia uniflora* L., papaya *C. papaya* L., mango *Mangifera indica* L., y banano *Musa* spp. Otros substratos fueron: gramíneas silvestres, *Vernonia condeusata* Baker (planta medicinal), malezas a las orillas de riachuelos de primer orden afluentes del río Cachoeira, principalmente en el barrio Salobrinho, y sobre ventanas y paredes muy húmedas



**Figura 6.** Incidencia y abundancia estacionales de todos los géneros encontrados. (Ilhéus/Itabuna) 2002

de algunas casas en el mismo barrio. En Sánchez e Lima 2000, se reportan como infectados por *Entomophaga* sp., lo que más tarde se corrigió por *Conidiobolus* sp. Según la literatura (Forattini 1973), estas pequeñas moscas tienen importancia médica y sanitaria, son relevantes en la fauna que se desarrolla en instalaciones de tratamientos de agua y acueductos, y consecuentemente en habitaciones y localidades vecinas a las estaciones de tratamiento, así como en locales muy húmedos, donde pueden ocurrir en elevadas densidades, llegando a incomodar a sus habitantes. Algunas especies de Psychodidae, como *P. alternata*, por ejemplo, son responsables directas de reacciones de naturaleza alérgica, tales como el asma y agentes patogénicos en algunas formas de miosis, al igual que las larvas de *T. albipunctatus*.

Los Dípteros Muscidae (mosca doméstica) fueron encontrados infectados característicamente por *E. muscae* (Cohn) Fresenius 1856, presentando conidias primarias campanuladas, típicas de la especie (Fotos 3a, 3b y 3c). El número de núcleos por conidia (Keller 1984), que aún falta determinar, podrá esclarecer mejor si el material biológico encontrado está dentro de uno de los tres grupos A-B-C del Complejo Muscae (Santiago-Álvarez 1991, Bem-Ze'Ev 1993, Sánchez 1995). Los dípteros Ciclorrafos, Calliphoridae, Sarcophagidae, Dolichopodidae y Sciaridae, infectados con *Erynia dipterigena* (Fotos 1a y 1b). Ambos géneros (*Entomophthora* y *Erynia*) aún se encuentran bajo estudio. Las familias de moscas mencionadas fueron encontradas sobre malezas, gramíneas silvestres, tallos secos de vegetación rastrera, la planta ornamental Moraceae del género *ficus* sp., hojas de yambo y maíz *Zea mays* L., y sobre arbustos no identificados. También se encontró dentro de establecimientos comerciales de productos alimenticios, bares-restaurantes y

basureros localizados en patios de algunas residencias. Por lo general, se sabe que la *Musca domestica* suele abundar en diversos ambientes y puede servir de vector de enfermedades graves para el hombre, tales como la fiebre tifoidea, la disentería y el cólera, entre otras. Las moscas Calliphoridae son saprófagas; sin embargo, las más comunes son las necrófagas. Algunas especies como la *Cochliomyia hominivorax* causan miosis en animales y pueden servir, al igual que *M. Domestica*, como vectores de enfermedades humanas. Las Sarcophagidae, bastante comunes, son generalmente saprófagas en la fase larval, y algunas especies parasitan mamíferos, incluyendo al hombre. Las moscas Dolichopodidae, depredadoras de otros insectos, pequeñas y de coloración metálica (verde-azulada), fueron encontradas sobre vegetaciones arbustivas localizadas cerca del río Cachoeira (carretera BR-415 Ilhéus-Itabuna) y en las cercanías del río Aliança, en el municipio de Una, y sobre vegetación arbustiva cercana al bosque atlántico. Los representantes de la familia Sciaridae, muy comunes, generalmente pequeños y de coloración negra, fueron encontrados sobre basura y otros desechos en descomposición, localizados en patios de residencias y en áreas urbanas, sobre terrenos abandonados que sirven como depósitos de basura al aire libre. Conviene hacer constar que algunas especies de sciáridos pueden tornarse en plagas sobre cultivos de hongos, por lo que no dejan de ser dípteros importantes dentro del contexto agrícola. Los dípteros Tipulidos infectados por *E. tipulae* fueron encontrados sobre hojas de *Musa* ssp.; yambo *S. malaccense* L.; hojas de mango *M. indica*; troncos de cacao, *T. cacao* L.; "erva-de-pasarinho" *Struthanthus* sp., especie de planta parásita del ecosistema Brasileño-Mata Atlántica Tropical; malezas, gramíneas nativas y arbustos no identificados; substratos localizados

próximos al río Cachoeira (áreas de vegetación abundante). Los mosquitos adultos (machos y hembras) de la familia Culicidae, género *Anopheles*, fueron encontrados infectados probablemente por *E. tipulae* o *E. domestica* en el municipio de Una (51 km al sur de Ilhéus), en casas residenciales, sobre techos, tejados, paredes de baño, dormitorios, salas, cocinas, espejos, estantes, guardarropas y mosquiteros protectores. Como consta en la literatura, los mosquitos son vectores de diversas enfermedades importantes para el hombre, como es el caso de la malaria causada por Protozoa del género *Plasmodium* y transmitida por algunas especies de *Anopheles*. Sin embargo, todavía no ha sido posible determinar con exactitud cuál de los dos patógenos mencionados es el verdadero causante de las entomophthoromicosis encontradas.

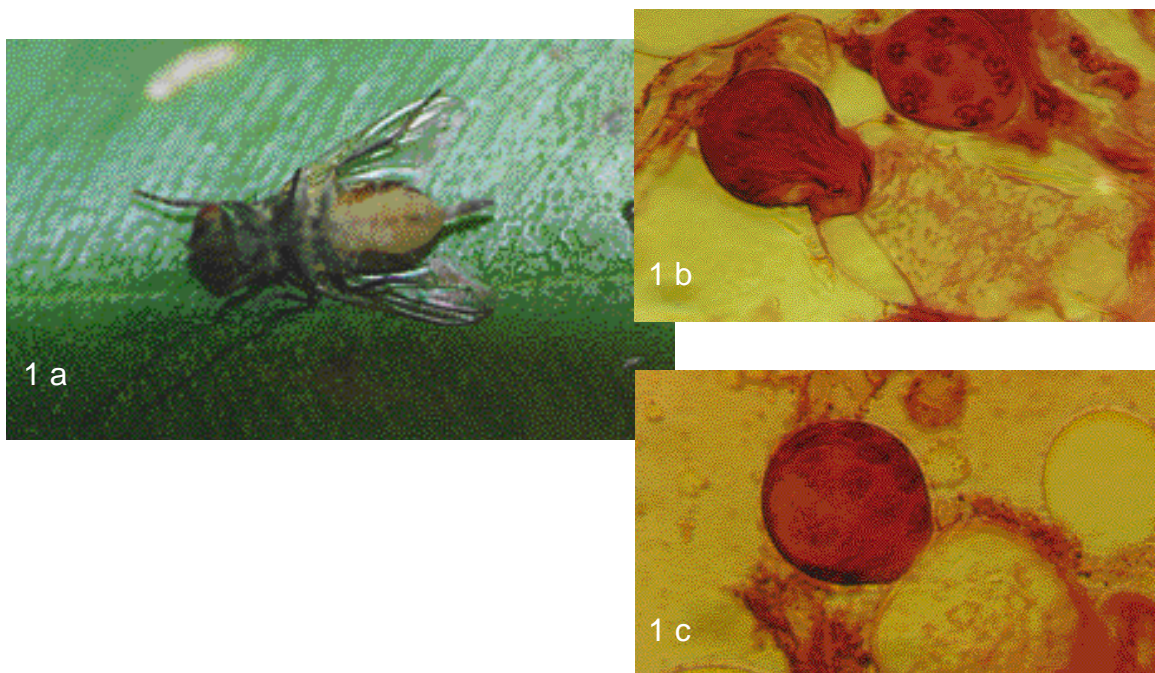
Los homópteros Cicadellidae y Cercopidae, chicharritas (ninfas y adultos), más conocidos en Brasil como "cigarrinhas", fueron encontrados entomophthoromicosados característicamente por *Conidiobolus* sp., sobre la parte ventral de hojas de cacao *T. cacao* L., inflorescencias de gramíneas silvestres y tallos secos de vegetación rastrera; substratos localizados en áreas de cacaotales que comprenden el trecho Ilhéu-

s-Itabuna. Estudios y prospecciones adicionales siguen profundizando en el tema. (Sánchez *et al.* 2001).

Un único ejemplar de Lepidoptera (microlepidóptera, adulto no identificado), fue encontrado sobre una maleza silvestre con *E. aulicae*. El mismo ejemplar presentaba parte del tórax y el abdomen totalmente micosado, y no se pudo constatar la presencia de rizoides.

Los himenópteros formícidos *Paratrechina* sp. infectados con *E. myrmecophaga* fueron encontrados sobre hojas de *E. uniflora* L., y sobre diversas hojas de *Musa* spp.

Cadáveres de ortópteros acrídidos, *Rhammatocerus brasiliensis*, *Rhammatocerus brunneri*, *Abracris dilecta*, *Abracris flavolineata*, y una especie no identificada de la subfamilia Ommatolampinae, se encontraron fijos sobre las partes terminales de *Plantago major* L. (Plantaginaceae, planta medicinal-antiinflamatoria), malezas, gramíneas silvestres en áreas de pasturaje ganadero y tallos secos de vegetación rastrera (Sánchez *et al.* 2002). La mortalidad en el campo presentaba una posición característicamente inclinada, sobre el intermedio y las partes terminales de los vegetales. Los análisis de laboratorio y la mortalidad típica, confirmaron la presencia infecciosa de *Entomophaga*, complejo *E. grylli*



**Foto 3a.** *Entomophthora muscae* (mic. óptico 40x). *Musca domestica*, infección marrón claro, más generalizada en la región ventral y restringida a las membranas intersegmentales en la región dorsal de los cadáveres.

**Foto 3b.** *Entomophthora muscae* (mic. óptico 100x). Conidióforo unicelular, simple y ensanchado en la región conidiogénica terminal. En la parte superior, una conidia típica del género, de forma campanulada, de base truncada ligeramente convexa y con la zona apical levemente desarrollada.

**Foto 3c.** *Entomophthora muscae* (mic. óptico 100x). Conidióforo y conidia primaria en completo estado de desarrollo.





**Foto 2a.** *Erynia dipterigena* (mic. óptico 100x). Conidias primarias, uninucleadas, homogéneas, alargadas ovoide-piriformes, con papila levemente redondeada y poco diferenciada del cuerpo conidial, presentando doble túnica (carácter bitunicado).



**Foto 2b.** *Erynia dipterigena* (mic. óptico 40x). Cuerpos hifales multinucleados, filamentosos, alargados y delgados.

(Fresenius) Batko, 1964, análisis corroborados por (Humber 2000)<sup>8</sup>, (Fotos 3a, 3b, 3c). Las especies citadas y entomophthoromicosadas por *E. grylli* son inéditas y muy importantes para Brasil, por lo cual se hacen necesarios más prospecciones de campo, estudios y análisis de laboratorio para determinar con más exactitud la diversidad del complejo *E. grylli* aquí encontrado. En el estado de Paraná, al sur de Brasil, se reportan casi anualmente, asociados al sistema de producción de soja y principalmente sobre trigo, Acrididos *Bacacris punctulatus*, pequeños saltamontes (tucuras) infectados por *E. grylli*, infección considerada a niveles epizoóticos (Sosa-Gomez *et al.* 2002). En Argentina también se reporta una especie miembro del complejo, probablemente *E. calopteni* (Bessey) Humber, combinación nueva sinónimo., *Entomophthora calopteni* Basey, 1883, (Lange 1996)<sup>9</sup> Comunicación Personal), la cual produce apenas esporas de reposo (*resting spores*) pero no conidias infecciosas sobre los cadáveres o bajo medios de cultivo artificial en laboratorio (Humber 1989). La utilización de técnicas modernas, como la técnica de sistemática molecular, sería muy valiosa en la determinación del Complejo, lo cual probablemente sea desarrollado en otras etapas de la investigación.

El haber encontrado todos los insectos entomophthoromicosados, sobre los substratos aquí mencionados (Cuadro 1), no significa necesariamente que sean plagas específicas de los vegetales citados. Algunos son apenas meros frecuentadores ocasionales secundarios o insectos

polífagos. No obstante, las entomophthoromicosis asociadas a ellos ocupan un papel destacado, como hallazgos inéditos en América del Sur y en particular en el estado de Bahía, principalmente el Complejo *E. grylli* sobre *R. brasiliensis*, *R. brunneri*, *A. dilecta*, *A. flavolineata* y sobre Ommatolampinae, a la vez que resultan de gran importancia dentro del contexto de la lucha microbiana contra insectos en Brasil.

## Conclusiones

Los resultados, de carácter inédito en la región, confirman los siguientes géneros y especies de microorganismos Entomophthorales como agentes etiológicos de las entomophthoromicosis sobre los insectos prospectados,:

- *Batkoa apiculata* sobre Coleópteros Lagriidae, *Lagria villosa*.
- *Conidiobolus* sp. sobre Hemiptera/ Homoptera: Cicadellidae y Cercopidae, especies no identificadas.
- *Conidiobolus* sp. sobre dípteros Psychodidae, *Telmatoscopus albipunctatus*.
- *Erynia dipterigena* sobre dípteros Calliphoridae, Sarcophagidae, Dolichopodidae y Sciaridae, especies no identificadas.
- *Erynia myrmecophaga* sobre Formicidae, *Paratrechina* sp.
- *Entomophthora muscae* sobre dípteros Múscidae. Falta determinar el número nuclear del complejo *Muscae* aquí encontrado.

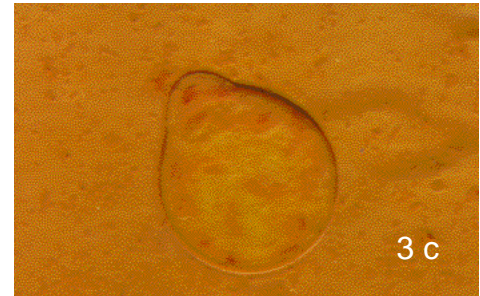
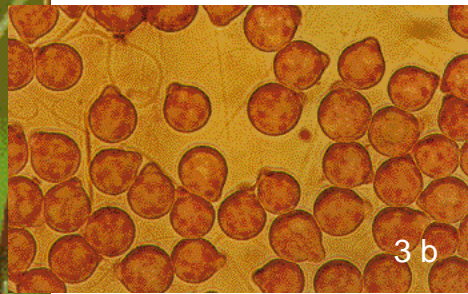
<sup>8</sup> Humber. 2000. Comunicación personal. Departamento de Entomología. Universidad de Cornell. **EEUU.**

<sup>9</sup> Lange, C. 1996. Comunicación personal. Centro de Estudios Patológicos y de Vectores (CEPAVE). Universidad Nacional de La Plata. **Argentina.**



Cuadro 1. Resultados

ENTOMOPHTHOROMICOSADOS	PATÓGENO	PLANTA HOSPEDERA
<b>Coleoptera – Lagrídidae</b> <i>Lagriá villosa</i> Fabr. 1783	<i>Bařkos apiculata</i> (Thaxter) Humber 1989 (= <i>Empusa apiculata</i> Thaxter, 1888)	Habas <i>Vicia faba</i> L., Jaca <i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam. ( <i>A. integrifolius</i> ), Cacao <i>Theobroma cacao</i> L., Papaya <i>Carica papaya</i> , Calabaza/Ayote/Abobora <i>Cucurbita pepo</i> L., Quiabo/Otras <i>Hibiscus esculentus</i> L., Alfavaca-de-galinha <i>Ocimum campechianum</i> Mill (planta medicinal), Quebra-pedra <i>Phyllanthus niruri</i> L. (planta medicinal), Grasa-de-estudante <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L. (planta ornamental), Rosera <i>Rosa</i> sp. (planta ornamental), Maїzas, Gramıneas no cultivadas y árboles no identificados de la Foresta Atlntica Tropical.
<b>Diptera – Psychodidae</b> <i>Telmatoctopus albipunctatus</i> Willst. 1893	<i>Conidlobolus</i> sp. Brefeld (1884), Humber 1989	Jambo/Yambo <i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr & Perry, Acerola/ Semeruco <i>Malpighia glabra</i> L. ( <i>M. puniceifolia</i> ), Pianga <i>Eugenia uniflora</i> L., Mamo/Papaya <i>C. papaya</i> L., Manga/ Mango <i>Mangifera indica</i> L., Banana/ Banano/ Platano <i>Musa</i> spp., Alıum <i>Vernonia condusata</i> Baker (planta medicinal), Gramıneas silvestres y Maїzas. <u>Otros substratos:</u> Ventanas y paredes en residencias habitadas.
<b>Diptera – Tipulidae</b>	<i>Entomophaga tipulae</i> Bařko (1964b), (Fresenius, 1858)	Banana <i>Musa</i> spp., Yambo <i>S. malaccense</i> L., Mango <i>M. indica</i> L., Troncos de Cacao <i>T. cacao</i> L., Erva-da-pasareinho <i>Struthanthus</i> sp. (parasita de la Foresta Atlntica Tropical). Gramıneas nativas, maїzas y arbustos no identificados.
<b>Diptera – Culicidae/ Gen. Anpheles</b>	<i>Entomophaga tipulae</i> o probablemente <i>Entomophaga domestica</i> Keller, sp. nov. 1987	Paredes en habitaciones residenciales, cuarto de baño, cocina, sobre el mosquetero de la cama y guarderapas.
<b>Diptera – Muscidae</b>	<i>Entomophthora muscae</i> (Cohn) Fresenius 1856	Plantas ornamentales no identificadas, generalmente localizadas en bares, cafeterıas y restaurantes. <u>Otros substratos:</u> Vidriera, balcones y paredes.
<b>Diptera – Calliphoridae, Sarcophagidae, Doilichopodidae, Scleridae</b>	<i>Erynia dipterigena</i> (Theodor) Ramaudre y Henn. (1980).	Yambo <i>S. malaccense</i> L., Maїz <i>Zea mays</i> L., gramıneas silvestres, maїzas, tallos secos de vegetación rastrera, <i>Ficus</i> sp. (planta ornamental-morceae), arbustos no identificados. <u>Otros substratos:</u> depósitos de basura localizados dentro de establecimientos comerciales: (panaderıas, loncherıas, carnicerıas, bares-restaurantes y supermercados), y depsitos de basura localizados en patios residenciales.
<b>Hemiptera/ Subord. Homoptera – Cicadellidae, Cercopidae</b>	<i>Conidlobolus</i> sp. Brefeld (1884), Humber 1989	Hojas de Cacao <i>T. cacao</i> L., inflorescencias de gramıneas silvestres y tallos secos de vegetacin rastrera.
<b>Orthoptera – Acrididae</b> <i>Rhammatocerus brasiliensis</i> , <i>Rhammatocerus brunneri</i> , <i>Abracris dillecta</i> , <i>Abracris flavolineata</i> , <b>Acrididae / Ommatolampinae</b> especie no identificada.	<i>Entomophaga</i> complejo <i>E. gryll</i> (Fresenius) Bařko, 1964	Gramıneas silvestres (reas de pasturaje ganadero), tallos secos y otras maїzas rastreras.
<b>Hymenoptera – Formicidae</b> <i>Paratrechina</i> sp.	<i>Erynia myrmecophaga</i> Turian y Wuest, en Humber (1981a). Sin: <i>Erynia formicae</i> Humber y Balazy, en Humber (1981a).	Plantas frutıferas: Pianga <i>E. uniflora</i> L., Banana <i>Musa</i> spp.
<b>Lepidoptera (microlepidoptero, adulto no identificado).</b>	<i>Entomophaga</i> sp. (Reichardt in Bell) Humber (1984).	Maїza silvestre.



**Foto 3a.** *Entomophaga* (complejo *E. grylli*). Orthoptero *Rhammatocerus brasiliensis* (mortalidad típica del género).

**Foto 3b.** *Entomophaga* (complejo *E. grylli*), (Mic. óptico 40x). Grupo de conidias primarias con núcleos medianos, levemente teñidos en LPAO (lactofenol-aceto-orceína).

**Foto 3c.** *Entomophaga* (complejo *E. grylli*), (Mic. óptico 100x). Conidia primaria.

- *Entomophaga* complejo *E. grylli* sobre Ortópteros Acrididae, *Rhammatocerus brasiliensis*, *Rhammatocerus brunneri*, *Abracris dilecta*, *Abracris flavolineata*, y sobre Ommatolampinae. Según estudios de revisión bibliográfica y por lo que nos consta, esta parece ser la primera publicación donde se cita el hallazgo del Complejo *E. grylli* sobre las especies de acrididos aquí mencionadas. Es de vital importancia la realización de estudios adicionales para determinar y confirmar de forma más precisa la diversidad del Complejo *E. grylli* en las áreas prospectadas.
- *Entomophaga aulicae* sobre Lepidoptera, especie no identificada.
- *Entomophaga tipulae* sobre Diptera Tipulidae, especie no identificada.
- *Entomophaga tipulae* o probablemente *Entomophaga domestica* sobre Diptera Culicidae/género *Anopheles*. Se siguen llevando a cabo Prospecciones y estudios más específicos y detallados, ya que aún no fue posible determinar con exactitud el entomophthoral colonizador de los *Anopheles*.
- Los factores climáticos de la región son favorables a la aparición, el desarrollo y el crecimiento natural de los patógenos Entomophthorales. La presencia abundante de agua en las regiones mencionadas (río Cachoeira y sus afluentes, río Aliança, y el agroecosistema de bosque tropical húmedo Mata Atlântica Brasileira, se reconoce en este trabajo como factor importante en las incidencias, epizootias

y las entomophthoromicosis respectivas desarrolladas por los patógenos encontrados.

### Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la Rectoría, Pró-Rectoría de Investigación y Pós-Grado, Departamento de Ciencias Agrarias y Ambientales DCAA.

A los Profesores, Ph.D. Jacques Hubert Charles Delabie CEPLAC-CEPEC/UESC por el reconocimiento del género *Paratrechina* sp; Drs. Freddy Rubem Bravo y Luis Augusto Mazzarolo del Departamento de Ciências Biológicas DCBIO-Universidade Estadual de Feira de Santana-UEFS por el reconocimiento de la especie *Telmatoscopus albipunctatus*, y las familias Tipulidae, Callihoridae, Sarcophagidae, Dolichopodidae y Sciaridae; Dra. Cristiane Vieira de Assis Pujol - Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro-UFRJ/Departamento de Entomologia/Orthopterologia, por el reconocimiento de las especies de acrididos; Dr. Hermes Alves Almeida UESC/CEPLAC por su colaboración con los datos climatológicos; M.Sc. Luis Alberto Matos Silva PROGRAD/GERLAB-UESC por la identificación botánica de los substratos vegetales; M.Sc. Natanael Reis Bonfim UESC-DCAA y Antônio Fontes de Faria Filho CEPLAC-CEPEC-SENUP por su colaboración con el mapa de muestreos de campo, y a Lindimar Coutinho da Silva UESC por el auxilio en la computación gráfica del proyecto. Al Periodista Edivaldo Oliveira y al Fotógrafo Profesional Geraldo Borges UESC-ASCOM por el apoyo técnico-fotográfico y la divulgación periodística del proyecto de investigación. Al Prof. Ph.D. Anthony Raw, UNB-Universidade Nacional de Brasília, por el auxilio en la revisión del abstract.

A mi encantadora esposa Cecília Carvalho y a mis hijos Saúl Edgardo Filho y Erick Carvalho Méndez, por el apoyo y el grandioso cariño hogareño que me brindan. A todos, mis más sinceros agradecimientos por la excelente colaboración para con el desempeño y desarrollo de las actividades de investigación científica y docente.

## Literatura citada

- Aruta, C.; Carrillo, R.; Montealegre, J. 1984. Determinación para Chile de hongos del orden entomophthorales (Zygomycetes). *Agro Sur* 12 (1): 36-42.
- Bem-Ze'ev, I. 1993. Check-list of fungi pathogenic to insects and mites in Israel, updated through 1992. *Phytoparasitica* 21: 213-237.
- Boucias, D.G.; Pendland, J.C. 1998. Principles of insect pathology. USA, Kluwer Academic Publishers, Chapter 9. Entomopathogenic Fungi: "Perfect" Phyla. 2. The true fungi, p. 297-314.
- Forattini, O. P. 1973. Entomologia Médica. Psychodidae, Phlebotominae, Leishmaniose, Bartonelose. São Paulo, Brasil, Editora da Universidade de São Paulo. V. 4, Cap. 2.
- Gallo, D.; Nakano, O.; Silveira Neto, S.; Carvalho, R.P.L.; Batista, G.C.; Berti Filho, E.; Parra, J.R.P.; Zucchi, R.A.; Alves, S.B.; Vendramim, J.D. 1988. Manual de Entomologia Agrícola. São Paulo, Ed. Ceres. 649 p.
- Humber, R.A. 1981b. An alternative view of certain taxonomic criteria used in the Entomophthorales (Zygomycotina). *Mycotaxon*. 13: 191-240.
- Humber, R.A. 1989. Synopsis of a revised classification for the Entomophthorales (Zygomycotina). *Mycotaxon*. 34 (2): 441-460.
- Humber, R.A. 1997. Manual of Techniques in Insect Pathology. USA, Academic Press. Chapter V-1, Fungi: Identification. p. 153-185.
- Keller, S. 1984. *Entomophthora muscae* als Artenkomplex. *Mitt. Schweiz. Ent. Ges.* 57: 131-132.
- Keller, S. 1987. Arthropod-pathogenic Entomophthorales of Switzerland, 1. *Conidiobolus*, *Entomophaga* and *Entomophthora*. *Sydowia* 40: 122-167.
- Keller, S. 1993. Working with arthropod-pathogenic Entomophthorales. IOBC/WPRS. Workshop. Working Group "Insect Pathogens and Insect Parasitic Nematodes" Zurich, 9-10 Sep., Anexo 2.
- Papierok, B. 1989. On the occurrence of Entomophthorales (Zygomycetes) in Finland. I. Species attacking aphids (Homoptera, Aphididae). *Ann. Entomol. Fennici* 55: 63-69.
- Papierok, B.; Hajek, A.E. 1997. Manual of Techniques in Insect Pathology. USA, Academic Press. Chapter V-2, Fungi: Entomophthorales, p. 187-211.
- Santiago-Álvarez, C. 1991. The knowledge of fungal Entomopathogens in Spain. IOBC/ WPRS Bull. 14: 85-89.
- Sánchez, S. E.M.; Santiago-Álvarez, C. 1994. Nota sobre Hongos Entomofitófagos de España. *Boletín de Sanidad Vegetal (Plagas)*, Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación (España) 20: 517-520.
- Sánchez, S.E.M. 1995. Reconocimiento, caracterización e incidencia natural de hongos entomopatogénicos del orden Entomophthorales (Zygomycotina; Zygomycetes) en Andalucía. [Tesis Doctoral]. Córdoba, España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes (ETSIAM). 204 p.
- Sánchez, S.E.M.; Santiago-Álvarez, C. 1998. Reconocimiento caracterización morfológica e incidencia de *Neozygites fresenii* en la regulación natural de áfidos en Andalucía-España. *Manejo Integrado de Plagas* 48: 40-44.
- Sánchez, S.E.M.; Freitas, A.L.; Leal, J.B.; Almeida, C.S. de. 1998. Fungos Entomophthorales no controle natural de insetos e ácaros fitófagos-prospecciones. Resumos-V Seminário de Pesquisa. Qualidade de Pesquisa, Qualidade de Vida. UESC- Universidade Estadual de Santa Cruz-UESC, 5 - 7 Out. Ilhéus-Bahia-Brasil.
- Sánchez, S.E.M.; Freitas, A.L. 1999. Fungos Entomophthorales no controle natural de insetos e ácaros fitófagos-prospecciones 98/99. Resumos-V Seminário Anual de Iniciação Científica. A ética na Pesquisa Científica. UESC - PIBIC/CNPq, 14 - 16 Jun. Ilhéus-Bahia-Brasil.
- Sánchez, S.E.M. 1999. Fungos Patogénicos Entomophthorales (Zygomycotina; Zygomycetes) no controle natural de insetos - prospecções ao sul da Bahia, Brasil. Resumos-VI Seminário de Pesquisas da UESC/CADCT/CNPq/BN. O Fomento da Pesquisa no Brasil, 3 - 5 Nov. Ilhéus-Bahia-Brasil.
- Sánchez, S.E.M.; Freitas, A.L. 2000. Fungos Patogénicos Entomophthorales (Zygomycotina; Zygomycetes) no controle natural de Coleoptera, Lepidoptera, Díptera, Homoptera e Orthoptera ao sul da Bahia. Resumos-VI Seminário de Iniciação Científica da UESC/PIBIC-CNPq. Iniciação Científica na Formação Acadêmica, 18 - 20 Jul. Ilhéus-Bahia-Brasil.
- Sánchez, S.E.M.; Lima, L.S. 2000. Díptera Psychodidae *Telamatoscopus albipunctatus* (Williston, 1893) infectados por *Entomophaga* sp. no bairro Salobrinho, eixo Ilhéus-Itabuna ao sul da Bahia. Resumos-VI Seminário de Iniciação Científica da UESC/PIBIC-CNPq. Iniciação Científica na Formação Acadêmica, 18 - 20 Jul. Ilhéus-Bahia-Brasil.
- Sánchez, S.E.M.; Freitas, A.L.; Lima, L.S.; Silva, G.B.; Almeida, C.S.; Leal, J.B. 2000. Entomophthorales pathogenic Fungi (Zygomycotina; Zygomycetes) in the natural control of insects - prospects in southern of Bahia, Brazil. Abstracts - XXI International Congress of Entomology. Foz do Iguaçu, August 20<sup>th</sup> to 26<sup>th</sup>. Brazil.
- Sánchez, S.E.M.; Humber, R.A.; Freitas, A. L. 2001. Uma epizootia causada pelo fungo *Batkoa apiculata* (Thaxter) Humber, comb. nov. em *Lagria villosa* Fabr. (Col.: Lagriidae) no sul da Bahia. Livro de Resumos, VII Simpósio de Controle Biológico-SICONBIOL. Poços de Caldas, MG. 3-7 Junho, Brasil.
- Sánchez, S.E.M.; Freitas, A. L.; Roberts, D.W. 2001. Detección de hongos Entomophthorales patógenos a insectos fitófagos, al sur de Bahia, Brasil. *Entomotrópica*: Vol. 16(3): 203-206. Diciembre/ Venezuela.
- SÁNCHEZ, S.E.M.; HUMBER, R.A.; FREITAS, A.L. & NUNES, E.F. 2002. A new record of the *Entomophaga grylli* (Fresenius) Batko species complex on Acrididae (Orthoptera) in southern Bahia, Brazil. Abstracts, VIII International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control (ICIPMC), XXXV Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology (SIP) and VI International Conference on *Bacillus thuringiensis* (ICBt). Foz do Iguaçu - Paraná, August 18 to 23, Brazil.
- Sosa-Gomez, D.R.; Humber, R.A.; Moscardi, F. 2002. Entomopathogens associated with soybean/wheat production systems in Brazil and Argentina. Abstracts, VIII International Colloquium on Invertebrate Pathology and Microbial Control (ICIPMC), XXXV Annual Meeting of the Society for Invertebrate Pathology (SIP) and VI International Conference on *Bacillus thuringiensis* (ICBt). Foz do Iguaçu - Paraná, August 18 to 23, Brazil.