

## El complejo *Entomophaga grylli* (Fresenius 1856) Batko (Zygomycetes: Entomophthorales) infectando saltamontes (Orthoptera: Acrididae) en Ilhéus (Bahia), Brasil: Notas y nuevos registros.

Saúl Edgardo Méndez Sánchez; Richard A. Humber; Adriano Lage Freitas.

<sup>1</sup>Depto. de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC, Ilhéus, Bahia, Brasil. saul@uesc.br

<sup>2</sup>USDA-ARS, US Plant, Soil and Nutrition Laboratory, Ithaca, NY 14853-2901. USA. richard.humber@ars.usda.gov

<sup>3</sup>CNPq / PIBIC. Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica. Brasília - DF. UESC / PROIIC - Programa de Iniciação Científica. Bahia.

### Resumen

MÉNDEZ SÁNCHEZ SE, HUMBER RA, LAGE FREITAS A. 2009. El complejo *Entomophaga grylli* (Fresenius 1856) Batko (Zygomycetes: Entomophthorales) infectando saltamontes (Orthoptera: Acrididae) en Ilhéus (Bahia), Brasil: Notas y nuevos registros. ENTOMOTROPICA 24(2): 71-81.

Un Hongo de Entomophthoraceae (Zygomycotina; Zygomycetes: Entomophthorales) perteneciente al complejo de especies de *Entomophaga grylli* ha sido encontrado en el estado de Bahia, Brasil, afectando poblaciones de saltamontes (Orthoptera: Acrididae) de las especies *Rhammatocerus brasiliensis* Bruner, *Rhammatocerus brunneri* Giglio Tos, *Abracris dilecta* Walker, *Abracris flavolineata* De Geer, y una especie no identificada de la subfamilia Ommatolampinae (Acrididae). Por el momento es imposible decir si las colecciones Brasileñas representan un conocido taxón (previamente descrito) o un nuevo miembro aún no descrito de este complejo de especies. Estos nuevos registros del complejo *E. grylli* expanden el conocimiento sobre Entomophthorales en Brasil y abren oportunidades para posteriores estudios de estos patógenos de saltamontes que causan epizootias naturales y que en muchas ocasiones redujeron significativamente las poblaciones de diversos acrididos alrededor del mundo.

**Palabras clave adicionales:** Caracterización, Epizootias, Hongos Entomophthorales, Prospecciones.

### Abstract

MÉNDEZ SÁNCHEZ SE, HUMBER RA, LAGE FREITAS A. 2009. The *Entomophaga grylli* complex (Fresenius 1856) Batko (Zygomycetes: Entomophthorales) infecting grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) in Ilhéus (Bahia), Brazil: Notes and new records. ENTOMOTROPICA 24(2): 71-81.

Fungi from the Entomophthoraceae (Zygomycotina; Zygomycetes: Entomophthorales) belonging to the *Entomophaga grylli* species complex have been found in the state of Bahia, Brazil, to affect populations of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) of the species *Rhammatocerus brasiliensis* Bruner, *Rhammatocerus brunneri* Giglio Tos, *Abracris dilecta* Walker, *Abracris flavolineata* De Geer, and an unidentified species from the subfamily Ommatolampinae (Acrididae). It is impossible to say at this time whether the Brazilian collections represent a known (previously described) taxon or a new and undescribed member of this species complex. These new findings of the *E. grylli* complex expand the knowledge of the Entomophthorales in Brazil and open opportunities for further studies of these grasshopper pathogens that cause natural epizootics that on many occasions have significantly reduced populations of diverse acridids throughout the world.

**Additional key words:** Characterization, Epizootics, Entomophthorales Fungi, Prospections.

## Introducción

Las primeras referencias con insectos del Orden Orthoptera – Acrididae (Celíferas), se remontan a tiempos muy antiguos y en diversas regiones continentales, lo que demuestra testimonios iconográficos, literarios e históricos en sociedades donde ocasionaban graves problemas a la agricultura, basta leer el antiguo testamento, Éxodo 10:13-15, donde se hace mención a los ortópteros plaga, por lo que ocupan un lugar preeminente y relevante en la historia de la humanidad (Lesmes y Alvarez 1993). La acrídeo fauna en el continente Americano, es de alta diversidad y riqueza, solo en Brasil son conocidas aproximadamente 100 especies (Copr 1982, Lecoq 1991), de las cuales 23 son consideradas económicamente importantes (Duranton et al. 1987). En Brasil, los problemas fitosanitarios con gafanhotos, también conocidos en otros países como saltamontes, langostas, tucuras o chapulines, no son tan antiguos y según antecedentes, una de las infestaciones más serias ocurrió entre 1938 y 1946, cuando nubes de *Schistocerca cancellata* Serville 1938, migraron de Argentina y Paraguay e invadieron los estados de Río Grande do Sul, Santa Catarina y Paraná, región sur de Brasil, y algunas regiones al sur del estado de Minas Gerais. Otros registros confirman la presencia de *Rhammatocerus pictus* en la región sorocabana de São Paulo en el año de 1969 y más tarde entre 1971 y 1974 la presencia del *Dichropolus bergii* y *Staurorhectus longicornis*, atacando maizales y pasturas ganaderas al norte de Minas Gerais. Años más tarde, entre 1984 y 1988 resurgen en el estado de Mato Grosso, región centro oeste de Brasil, nuevas infestaciones en cultivos de la caña de azúcar, arroz y pastizales, infestaciones causadas por *Rhammatocerus schistocercoides* Rehn 1906, saltamontes migratorios de las áreas indígenas de los nativos Parecis-Nhambiquara. Entre 1992 y 1993 resurgen las infestaciones, debido a la falta de vigilancia y a controles más continuos, estimándose una

nueva reinfestación de las áreas anteriormente mencionadas (Barrientos 1993b). La región noroeste de Brasil, la cual incluye los estados de Maranhão, Ceará, Píauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe y Bahia, también reportan especies de ortópteros con expresividad económica tales como *Schistocerca pallens* Thunberg 1815, y *Stiphra robusta* Mello-Leitão 1939, las cuales han llegado a constituirse en plagas importantes en la agricultura regional (Barrientos 1993a). Durante los últimos 27 años los ortópteros saltarines de Brasil han demostrado un claro incremento de sus poblaciones (Barrientos 1993b), causando daños de importancia económica a cultivos básicos e industriales, así como en pastizales nativos y cultivados. Las infestaciones ocurridas han tenido carácter económico de gran expresividad en los estados de Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Rondônia, Rio Grande do Norte, Paraíba y Pernambuco. Este incremento de las densidades poblacionales, ha sido influenciado por una diversidad de factores climáticos y bióticos (Lecoq 1991), lo que según Barrientos (1992c), probablemente sea debido a diversos factores como: cambios en el uso o manejo de la tierra y disturbios ecológicos, deforestación e introducción de nuevos cultivos, falta de operaciones de control y vigilancia por años consecutivos, abandono de cultivos tradicionales y áreas cultivadas, limitaciones e implicaciones para emprender campañas de control y la necesidad de establecer métodos alternativos de lucha biológica que permitan el establecimiento de un Programa de Manejo Integrado de Plagas (MIP) capaz de integrar soluciones con mayor eficacia de control y al mismo tiempo con un enfoque de responsabilidad de protección al medio ambiente.

Durante el desarrollo del proyecto con investigaciones enfocadas a prospectar hongos entomofthorales al sur de Bahia, nos deparamos con este nuevo registro del complejo *E. grylli* infectando poblaciones de ortópteros acrídidos,

todos con características comportamentales de fase solitaria, hallazgo del cual trataremos en el transcurso de este artículo.

## Materiales y Métodos

A cada dos días por semana se realizaron prospecciones de campo en diversos puntos de muestreo, a una distancia de 50 y 100 metros adentro de los bordes laterales de la carretera en las áreas donde los acrídidos infectados habían sido detectados preliminarmente y en otras haciendas cercanas a éstas. Los cadáveres de acrídidos encontrados en gramíneas, pastizales, malezas nativas, tallos secos, *Boehmeria nivea* Gaud., y en cultivos de *Plantago major* L., fueron primeramente fotografiados sobre los substratos y en seguida con una tijera de poda retirados junto con las ramas de la planta donde estaban adheridos y después colocados en cajas plásticas ventiladas y trasladados al laboratorio de entomología para sus respectivos análisis. Las muestras fueron debidamente referenciadas y divididas en dos grupos: los cadáveres recogidos y diagnosticados visualmente como infectados, de los cuales 2 o 3 cadáveres eran seleccionados y colocados individualmente en placas de Petri, y el grupo de los acrídidos recogidos vivos para estudios de comparación e identificación taxonómica, visto que los cadáveres infectados dificultaban la identificación de algunos caracteres morfológicos importantes para la confirmación de las especies acridianas, además de servir como ejemplares vivos para posteriores y probables síntomas de infección por el entomophthoral diagnosticado en las áreas prospectadas. Los saltamontes recogidos vivos fueron colocados bajo condiciones de laboratorio (23°C – 78 % humedad relativa), en pequeñas cajas de plástico con tela fina metálica en la parte superior para ventilación de los saltamontes, los cuales fueron alimentados a cada dos días con gramíneas recogidas próximas a los pastos y hojas de *P. major*, donde habían sido primeramente encontrados, y por último

observados durante 40 días. Los saltamontes que morían en las cajas plásticas eran separados y colocados individualmente en placas de petri para posteriores observaciones y señales de infección. El procedimiento utilizado para los análisis físicos de caracterización de la micosis consistió del proceso macroscópico simplificado en lupa estereoscópica binocular Zeiss Stemi SV-6 con lentes de alta resolución, pasando después por una disección en la región abdominal de la cual fue recogido con aguja entomológica esterilizada, material fúngico de la cavidad hemocelar y colocado en láminas porta-objeto sobre una gota de lactofenol-aceto-orceína en las proporciones 1:1 y 2:2, para confirmación y el respectivo análisis microscópico de las diversas estructuras del patógeno, principalmente las conidios típicos del género y el reconocimiento de sus características nucleares y cromáticas granulares, de acuerdo con la metodología utilizada por Humber (1989), para la identificación de entomopatógenos entomophthorales.

## Resultados y Discusión

Los focos con mayor número de substratos vegetales prospectados, bien como el mayor número de muestras con acrídidos infectados, fueron localizados en el municipio de Ilhéus, lados izquierdo y derecho de la carretera BR-415, principalmente en el huerto medicinal de la Universidad Estadual de Santa Cruz y la hacienda Brasil Cosmético, entre otras, siempre próximas al Campus Universitario (Cuadro 1). Los primeros hallazgos al sur de Bahia fueron a finales de junio de 1998 (Sánchez et al. 2002), y se continuaron levantando datos de registro hasta diciembre de 2008.

De las 784 prospecciones acrideanas realizadas durante el período de 10 años y medio, un total de 380 ejemplares infectados fueron recogidos a una distancia aproximada de 8 a 25 metros entre un cadáver y otro, lo que representa en media por cada muestra 1 a 3 acrídidos

**Cuadro 1.** Localidades prospectadas / número de muestras recogidas y total de cadáveres infectados. Período: Junio de 1998 a Diciembre de 2008.

Año	Localidad	Especie botánica	Observaciones
1998	Huerto UESC = 35 Muestras	<i>Plantago major</i>	18 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 25	Tallos secos	16 saltamontes adultos infectados
	Alrededores de Salobrinho = 20	Gramíneas nativas	11 saltamontes adultos infectados
1999	Hacienda Brasil Cosmético = 15	<i>Boehmeria nivea</i>	ninfas infectadas, estágio de desarrollo no identificado
	Huerto UESC = 20	<i>Plantago major</i>	16 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Marinas Gardes = 30	Gramíneas nativas	4 saltamontes adultos infectados
2000	Hacienda Luzitana = 20 muestras	Gramíneas nativas	8 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 20	Tallos secos	14 saltamontes adultos infectados
	Huerto UESC = 25	<i>Plantago major</i>	17 saltamontes adultos infectados
2001	Huerto UESC = 20	<i>Plantago major</i>	13 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 15	Gramíneas nativas	11 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Alegrias = 40 muestras	<i>Boehmeria nivea</i>	8 ninfas infectadas, estágio de desarrollo no identificado
2002	Hacienda Marinas Gardes = 20	Tallos secos	saltamontes adultos infectados
	Hacienda Luzitana = 24 muestras	Gramíneas nativas	7 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 38	Gramíneas nativas	12 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Luzitana = 16 muestras	<i>Boehmeria nivea</i>	4 saltamontes adultos infectados
2003	Huerto UESC = 22	<i>Plantago major</i>	14 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 20	Gramíneas nativas	13 saltamontes adultos infectados
	Huerto UESC = 20	<i>Plantago major</i>	14 saltamontes adultos infectados
	Huerto UESC = 15	<i>Plantago major</i>	9 saltamontes adultos infectados
2004	Hacienda Alegrias = 18 muestras	Gramíneas nativas	6 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Marinas Gardes = 28	<i>Boehmeria nivea</i>	5 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 35	Gramíneas nativas	10 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Alegrias = 25 muestras	Gramíneas nativas	7 saltamontes adultos infectados
2005	Hacienda Luzitana = 35 muestra	Malezas nativas	5 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Luzitana = 40 muestras	Gramíneas nativas	5 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 24	Gramíneas nativas	10 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Luzitana = 14 muestras	<i>Boehmeria nivea</i>	3 saltamontes adultos infectados
2006	Huerto UESC = 18	<i>Plantago major</i>	11 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 18	Gramíneas nativas	9 saltamontes adultos infectados
	Huerto UESC = 15	<i>Plantago major</i>	7 saltamontes adultos infectados
	Huerto UESC = 11	<i>Plantago major</i>	6 saltamontes adultos infectados
2007	Hacienda Alegrias = 12 muestras	Gramíneas nativas	4 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Marinas Gardes = 16	<i>Boehmeria nivea</i>	4 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 18	Gramíneas nativas	10 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Alegrias = 16 muestras	Gramíneas nativas	7 saltamontes adultos infectados
2008	Hacienda Luzitana = 25 muestra	Malezas nativas	7 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Luzitana = 14 muestras	Gramíneas nativas	5 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Brasil Cosmético = 18	Gramíneas nativas	7 saltamontes adultos infectados
	Hacienda Luzitana = 15 muestras	<i>Boehmeria nivea</i>	4 saltamontes adultos infectados
	Huerto UESC = 15	<i>Plantago major</i>	6 saltamontes adultos infectados

entomophthoromicosados por el complejo *E. grylli*. No hubo una separación de cadáveres contabilizados para cada especie de saltamontes, las muestras fueron todas evaluadas con relación a la frecuencia y ocurrencia del hongo entomophthoral. Tampoco hubo un estudio previo sobre la fauna poblacional de acrididos y sus estadios de desarrollo, a no ser sobre su localización y el número de adultos infectados por cada prospección, pero se reportan algunas ninfas infectadas sobre *B. nivea*, de la familia Urticaceae, conocida vulgarmente como “Rami”, planta textil bastante utilizada como forrajera en alimentación animal. Las ninfas no fueron contabilizadas en la relación numérica de hallazgos, ni identificadas con relación a su desarrollo y estadio ninfal, algunas fotos sobre los substratos mencionados comprueban su estado de infección (Figura 2). La densidad poblacional de acrididos en las áreas prospectadas fue siempre baja, con individuos ampliamente distribuidos por el campo en una área de estudio de aproximadamente 18 km<sup>2</sup>. Durante la mayor parte de los años prospectado las temperaturas anuales en la región tuvieron medias mensuales que oscilaron entre 20,5 y 25°C y los porcentajes de humedad relativa entre 82,0 y 89,9 %, valores correlacionados con la precipitación pluviométrica anual, la cual tuvo en media variación mensual de 60 a 350 mm de lluvia. Con relación a los substratos vegetales, los cadáveres infectados fueron encontrados momificados y adheridos sobre las partes intermediarias y terminales de las gramíneas, tallos secos de vegetación rastrera, malezas nativas y *B. nivea* planta forrajera, todas localizadas en áreas de pasturaje ganadero (Figura 6). En el huerto medicinal localizado en el campus de la universidad sobre inflorescencias de *P. major* (Plantaginaceae), conocida vulgarmente en la región como “transagem” (Figura 4), planta con propiedades medicinales antiinflamatorias, (Sánchez et al. 2002). Algunos cadáveres no fueron recogidos y permanecieron en el campo durante muchos días hasta que sus tegumentos

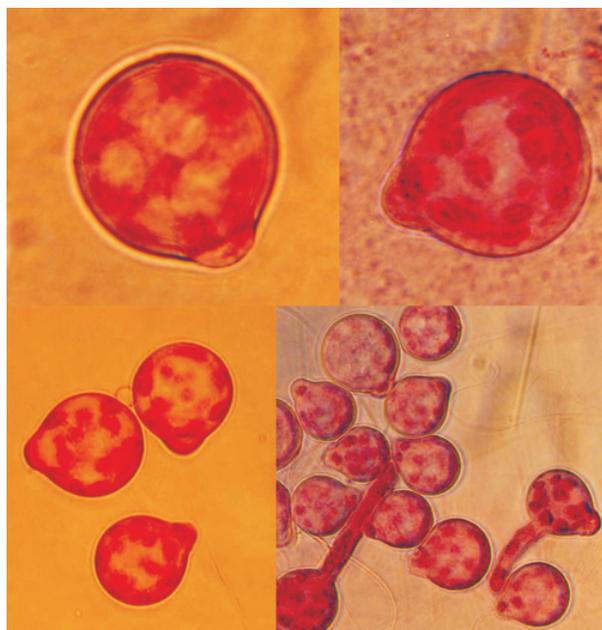


Figura 1. Conidias primarias del complejo *E. grylli*, algunas con tubo germinativo y núcleos visiblemente teñidos en LPAO (20x y 100x).



Figura 2. Cadáver de ninfa infectada, sobre *Bohemeria nivea* (Urticaceae). Segmentos abdominales y genitalia esporulada.

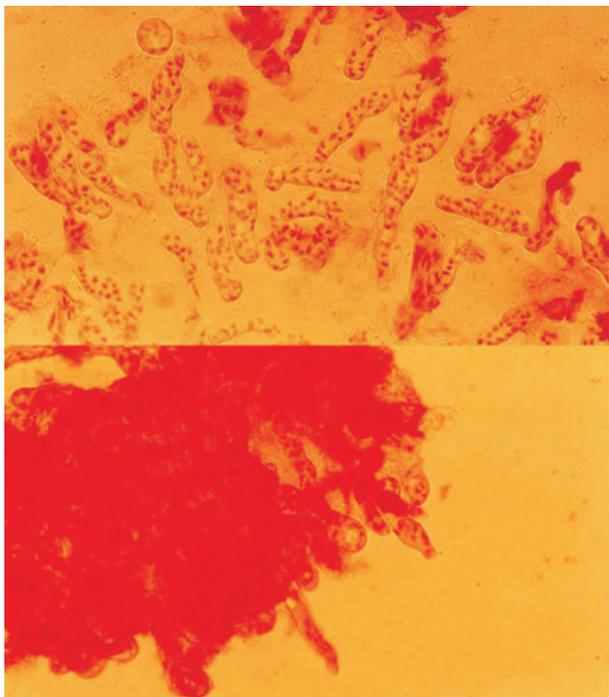


Figura 3. Conidifóros y cuerpos hifales nucleados (20x).



Figura 4. Primeros hallazgos acrideanos prospectados en el huerto medicinal de la UESC. Cádavares de adultos sobre inflorescencias de *Plantago major* (Plantaginaceae).

fueron digeridos y deteriorados interna y externamente por el patógeno, el cual formaría nuevas esporas de reposo para continuación de su ciclo biológico.

Los ortópteros encontrados, cuando comparados con los ortópteros acrididos de la región centro oeste de Brasil, especialmente los del estado de Mato Grosso, donde es posible observar grupos de *R. schistocercoides* en estadio ninfal (1° a 6° instar), y aun sin poder volar se reúnen en pequeñas bandas en las sabanas herbáceas (campo) y sabanas pobladas por pequeños arbustos y árboles retorcidos aislados (campo cerrado y cerrado) (Miranda et al. 1996), para alimentarse de gramíneas nativas y a medida que alcanzan su completo desarrollo ninfal y se transforman en adultos, la densidad poblacional de los grupos gregarios aumenta, formando pequeñas nubes de acrididos que se desplazan rápidamente sin una dirección propiamente definida hasta encontrar como alimento primario la vegetación nativa, generalmente constituida de pequeñas gramíneas superficiales, y enseguida de cultivos agrícolas como arroz, maíz, maicillo, pastizales ganaderos, soja, frijol y hasta caña de azúcar. En la región del nordeste Brasileño las especies *S. pallens* y *S. robusta* (Proscopiidae), también tienen su base alimentaria en las gramíneas nativas y pasturajes, pero que luego enseguida según su estado de desarrollo ninfal, pasan a alimentarse de cultivos como frijol, maíz y algodón.

A nivel de campo la muerte típica provocada por infecciones de *E. grylli* (Zacharuk 1981), presenta sobre los cadáveres señales de infección bien características y de fácil reconocimiento, tales como: descoloración tegumentar, cadáveres quebradizos y frágiles, segmentos abdominales con bastante masa de conidifóros y adherencia en las partes más altas de las plantas por medio de sus piernas anteriores contraídas, por lo que al morir se quedan estrechamente abrazados a la planta huésped donde permanecen adheridos durante muchos días hasta ser disecados, digeridos y consumidos por el patógeno (Figura 5). Cuando las conidios infectivos adheridos a los saltamontes germinan, enseguida el *E. grylli* penetra los cuerpos de estos y así el

patógeno dará inicio al proceso infectivo de los órganos internos, proceso que formará nuevas esporas de reposo, sucumbiendo en la muerte de los saltamontes. Ciertamente los cadáveres infectados diseminaban en el ambiente y en el suelo grandes cantidades de esporas de reposo, las cuales al germinar serían proyectadas por toda el área donde fueron encontrados. Los análisis laboratoriales confirmaron la presencia infectiva del complejo *E. grylli* (Fresenius) Batko 1964; sobre Orthoptera (Acrididae), especies: *Abracris dilecta* Walter 1870; *Abracris flavolineata* De Geer 1773; *Rhammatocerus brasiliensis* Bruner 1904; *Rhammatocerus brunneri* Giglio Tos 1895; análisis de identificación del patógeno corroborados por (Humber 2000, 2003, 2006 Comunicación Personal). La biometría del patógeno entomofthorales tuvo su caracterización morfológica representada por cuerpos hifales irregulares, filamentosos y nucleados 23 (12-28) núcleos (1 serie con diámetro de 3,8  $\mu\text{m}$ .), y por la total ausencia de rizoides y cistidios (Figura 3 parte inferior). Conidios primarios de 25,8-29,5  $\mu\text{m}$  (30-43 x 22-36  $\mu\text{m}$ ), L/D = 1,2-1,3 (5 series), piriformes a ovoidales, con pronunciado pezón redondeado en la extremidad de la papila basal y poco demarcada en relación con el cuerpo de la conidia, hialinas con uno o varios glóbulos de grasa, multinucleadas, en media 14 a 21 núcleos grandes y muy numerosos (3 series con 25 conidios), con diámetros nucleares de 2,6  $\mu\text{m}$  a 2,3  $\mu\text{m}$  (2,1-3  $\mu\text{m}$ ) (2 series), y bastante bien teñidos en LPAO (Figura 1), tanto los de las conidios y conidioforos como los de los cuerpos hifales. Conidioforos simples y nucleados, produciendo un único azygosporo terminal (Figura 3 parte superior), los cuales bastante agrupados formaban un micelio de coloración marrón clara, constituido en bandas que penetraban la cutícula de las membranas intersegmentales y las pleuras de los cadáveres. Esporas de reposo maduras, esféricas y hialinas, con 16 a 36 núcleos de 3,9 a 4,3  $\mu\text{m}$  (4-4,5  $\mu\text{m}$ ) (1 serie), vale recordar que por ser esporas maduras,



Figura 5. Cadáveres infectados y bastante deteriorados, con acentuada descoloración tegumentar, sobre tallos secos en áreas de pastizales ganaderos.



Figura 6. Campos de gramíneas y pastizales ganaderos. Cadáveres de acrididos infectados en posición típica de mortalidad por un miembro del complejo *E. grylli*.

ciertamente hubo una reducción del número de núcleos durante el proceso de maduración.

En la localidad de General Villegas (Buenos Aires – Argentina), Fresa (1971), reporta *E. grylli* infectando los acrididos *Dichroplus elongatus*, *Dichroplus pratensis* y *Bacacris punctulatus*. Entre los hallazgos Argentinos, Lange (1996, 1998), reporta también los Melanoplinos *Dichroplus vittatus* Bruner, *Leiotettix pulcher* Rehn, *Baeacris punctulatus* Thunberg, *Dichroplus elongatus* Giglio-Tos, *Dichroplus pratensis* Bruner, y *Sinipta delmani* en las respectivas localidades de Villa Sauri (Buenos Aires), Benito Juarez (Buenos Aires), Eduardo Castex (La Pampa) y en Santa Rosa (La Pampa), además de otros acrididos de la subfamilia Gomphocerinae, *Scyllinops bruneri* Rhen, *Rammathocerus pictus* Bruner, y *Staurorhectus longicornis* Giglio-Tos, y una especie de la subfamilia Copiocerinae, *Aleuas lineatus* Stal, resultados coherentes con los de Fresa (1971). En Argentina ya fue detectada también una especie miembro del complejo, probablemente, *E. calopteni* (Bessey 1883, Humber (Soper et al. 1983, Humber 1989), Humber, comb. nov. sinónimo de *Entomophthora calopteni* Besey 1883, Humber (= *Entomophaga grylli* (Fres.)), la cual produce sólo esporas de reposo pero no conidios sobre los cadáveres de Melanoplinos, o bajo medios de cultivo artificial en laboratorio (Humber 1989). En Norte América periódicas epizootias han sido atribuidas a *E. grylli* (patotipos 1 y 2, *E. macleodii* y *E. calopteni*), (Bidochka et al. 1996) (Kish 1984, Kish y Packham 1983), (Carruthers et al. 1988, 1989, 1990, 1991), (Soper et al. 1983). *E. calopteni* es un entomophthoral ampliamente distribuido y de ocurrencia natural en Norte América (Skaife 1925, Rockwood 1950, Pickford y Riegert 1964, Roffey 1968; Dewhurst 1978, Milner 1978, Erlandson et al. 1988, Valovage y Nelson 1990. En la república de Chile, entre los meses de febrero y abril, más precisamente en la localidad de Valdivia, los investigadores Aruta, Carrillo y Gonzáles

(1974), reportan epizootias considerables de *E. grylli* sobre acrididos del género *Dichroplus*. Es muy común en el oeste de los Estados Unidos y Canadá encontrar ortópteros acrididos de las subfamilias Melanoplineae del género *Melanoplus*, Gomphocerinae y hasta Oedipodinae, infectados por especies miembros del complejo *E. grylli* (Ramoska et al. 1988), (Bomar y Lockwood 1991), así como otros miembros exóticos del complejo *E. praxibuli* infectando especies del género *Melanoplus* y especies de la subfamilia Oedipodinae. Durante el período de un año, una epizootia significativa entre las poblaciones de *Camnula pellucida* Scudder, y *Dissosteira carolina*, fue registrada al oeste de Canadá, cuando las precipitaciones fueron arriba de lo normal (Pickford y Riegert 1964), lo que demuestra al igual que en la región de Ilhéus-Bahia, una fuerte correlación entre las medias pluviométricas y la abundante presencia de agua en los trechos prospectados, de donde es comprensible la incidencia con carácter epizootico del complejo *E. grylli* por nosotros encontrado. De hecho las condiciones edafo-climáticas, fueron extremadamente importantes para el patógeno y su desarrollo conidial sobre los ortópteros citados. En el continente Australiano se reportan infecciones de *E. grylli*, (patotipo-3) sobre saltamontes de las subfamilias Melanoplineae, Oedipodinae y Gomphocerinae (Bidochka et al. 1996), al igual que epizootias de *E. praxibuli* controlando poblaciones de saltamontes plaga bajo condiciones extremadamente secas en regiones muy áridas, bien distinto de la región tropical sur baiana, con porcentajes de alta humedad y lluvia, lo que favorece las infecciones y el desarrollo de epizootias. Lo mismo ocurre en dos localidades desérticas de Chihuahua - México, donde también se reporta el hallazgo de *E. calopteni* (patotipo-2), infectando adultos y ninfas de *Melanoplus femurrubrum* DeGeer, y sobre otros ortópteros Melanoplineos en cultivos como, avena, maíz, coliflor, girasol y áreas de pasturaje ganadero (Sánchez-Peña 2000). Nuestros

hallazgos están bastante correlacionados con los encontrados en Norte América, y existe una amplia distribución geográfica de las subfamilias Melanoplinae y Ommatolampinae de la tribu Abracrini la cual puede ser encontrada también en Latinoamérica, desde México pasando por América Central, el Caribe y América del Sur, desde Brasil hasta el estado de Rio Grande do Sul y Argentina, al igual que las subfamilias Melanoplinae, Copiocerinae e Gomphocerinae de la tribu Scyllinini, de la cual se reportan hallazgos bien distribuidos en Brasil, Paraguay, Uruguay y Argentina.

Cabe resaltar que ninguna variación del ciclo epizootico, generalmente esporádico y localizado, o del proceso patológico, fue observado entre las poblaciones acridianas de las diversas localidades prospectadas o entre los cadáveres recogidos en años diferentes, años con pocas variaciones climatológicas típicas de la región de Ilhéus - Bahia. Prospecciones de campo más detalladas, estudios más aplicados y análisis de caracterización morfológica son necesarios para determinar con más exactitud la diversidad o el patotipo de *E. grylli* por nosotros encontrado, patotipo que puede diferir con relación al ciclo de vida, exigencias de crecimiento y hospederos (Ramoska et al. 1988). La utilización de técnicas modernas como la técnica de sistemática molecular sería de grande valía en la determinación del complejo, lo cual pretendemos realizar más adelante en otros proyectos direccionados para esta finalidad, bien como la confirmación infectiva de más ejemplares de acrididos, inclusive considerando el estadio ninfal de los ejemplares recogidos. No significa necesariamente que las especies encontradas infectadas sean plagas específicas de los vegetales mencionados, puede ser que sean apenas meros frecuentadores ocasionales secundarios, recordemos que en el caso de los acrididos imagos, estos tienen alas bien desarrolladas lo que les pudo haber permitido con más facilidad migrar de otras áreas distantes.

No obstante, la entomophthoromicosis asociada a ellos ocupa un papel de destaque como hallazgo inédito para Brasil, y en especial para el estado de Bahia, sobre Orthoptera (Acrididae), lo que demuestra una biodiversidad patológica relevante del complejo *E. grylli* dentro de todo un contexto de lucha microbiana de saltamontes, a pesar de sus limitaciones como agente obligado de control biológico y por ser altamente dependiente de las condiciones climáticas, pero que en determinadas ocasiones, tiene un excelente efecto significativo en la regulación natural de las poblaciones acrídeas, por lo que el entomopatógeno es muy importante dentro de cualquier programa de manejo integrado, en adición con los programas de control químico como alternativa biológica de saltamontes. Es bien probable que en otras regiones y agroecosistemas altamente diversificados de Bahia, coexistan comunidades de otras especies de saltamontes, con el desarrollo natural de epizootias provocadas por miembros del complejo *E. grylli*.

## Conclusiones

Los resultados de carácter inédito en la región, confirman de hecho como agente etiológico el hongo entomophthoral del complejo *Entomophaga grylli*.

Según estudios de revisión bibliográfica y por lo que nos consta, este parece ser el primer hallazgo del complejo *E. grylli* sobre ortópteros acrididos de Brasil. Es de vital importancia la realización de más estudios para determinar de forma más precisa la diversidad del complejo en las áreas y substratos prospectados. Las condiciones de temperatura y humedades elevadas correlacionadas con el régimen pluviométrico anual, favorecen la ocurrencia de epizootias esporádicas y localizadas, formando sobre los cadáveres gran cantidad de conidios y grandes descargas conidiales, lo que resulta dentro de todo el proceso infectivo y patológico en elevados niveles de infección y colonización

por parte del entomophthoral prospectado en este trabajo.

Se reconoce también que los factores bióticos son tan importantes cuanto los abióticos, al igual que la duración de los días en los trópicos, que también son un factor importante en el control de la activación y germinación de las esporas de este grupo de hongos entomopatógenos.

## Agradecimientos

Dra. Cristiane Vieira de Assis Pujol, Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ/Museo Nacional/ Departamento de Entomología/Sector de Orthopterologia, por la identificación y reconocimiento taxonómico de los acrididos de Bahia. Al Prof. Luiz Alberto Mattos Silva, MSc., por la identificación del material botánico. A Marcos Mauricio (designer) UESC – ASCOM, por su valiosa colaboración con el tratamiento de las imágenes fotográficas. A Saúl Filho (Bacharel em Comunicação), por su colaboración con el Inglés en los diversos contactos mantenidos con otras autoridades en el tema durante el transcurso del proyecto. Al Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais – DCAA, y a la Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PROPP, por el apoyo al desarrollo y ejecución del proyecto.

## Referencias

ARUTA CM, CARRILLO RLI, GONZÁLES SM. 1974. Determinación para Chile de hongos entomopatógenos del género *Entomophthora*. *Agro sur* 2(2): 62-70.

BARRIENTOS LL. 1992. Final Report of Mission on Grasshopper Control in Rio Grande do Sul, Brasil. November 5 th/1991-January 31 st/1992. FAO. Rome, Italy. Unpublished. 15 pp.

BARRIENTOS LL. 1995. The present state of the locust and grasshopper problem in Brazil. *Journal of Orthoptera Research*. 4: 61-64.

BARRIENTOS LL. 1993. Final Report of Mission on Integrated Grasshopper Locust Control in Brazil. 31.01-03.04.93. FAO. Rome Italy. 50 pp.

BIDOCHKA MJ, WALSH SRA, RAMOS ME, LEGER RJ ST, SILVER JC, ROBERTS DW. 1996. Fate of biological control introductions: monitoring an Australian fungal pathogens of grasshoppers in North America. *Proc Nat Acad Sci* 93(2): 918-921.

BOMAR CR, LOCKWOOD JA. 1991. Biological control of western rangeland grasshoppers with exotic predators and parasitoids: potential benefits, costs, and alternatives. *Bull. B-958*. Laramie, Wyoming.

CARRUTHERS RI, HUMBER RA, RAMOS ME. 1988. Development of *Entomophaga grylli* as a biological control agent of grasshoppers. In: Cooperative Grasshopper Integrated Pest Management Project, 1988 annual report. Boise, ID: U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service: 330-335.

CARRUTHERS RI, HUMBER RA, RAMOS ME. 1989. Development of *Entomophaga grylli* as a biological control agent of grasshoppers. In: Cooperative Grasshopper Integrated Pest Management Project, 1989 annual report. Boise, ID: U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service: 229-234.

CARRUTHERS RI, HUMBER RA, RAMOS ME. 1990. Development of *Entomophaga grylli* as a biological control agent of grasshoppers. In: Cooperative Grasshopper Integrated Pest Management Project, 1990 annual report. Boise, ID: U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service: 220-231.

CARRUTHERS RI, HUMBER RA, RAMOS ME. 1991. Development of *Entomophaga grylli* as a biological control agent of grasshoppers. In: Cooperative Grasshopper Integrated Pest Management Project, 1991 annual report. Boise, ID: U.S. Department of Agriculture, Animal and Plant Health Inspection Service: 185-189.

[COPR] CENTRE FOR OVERSEAS PEST RESEARCH. 1982. The Locust and Grasshopper Agricultural Manual. Centre for Overseas Pest Research. U.K. 690 pp.

DEWHURST CF. 1978. Acrididae killed by the fungus *Entomophthora grylli* Fres. In Kenya. *Entomol Mon Mag* 113: 168.

DURATON JF, LAUNOIS M, LAUNOIS-LUONG MH, LECOQ M. 1987. Guia Prático de Luta Contra os Gafanhotos Devastadores no Brasil. FAO- Rome, CIRAD-PRIFAS, Montpellier, France. 161 pp.

- ERLANDSON MA, JOHNSON DL, OLFERT OO. 1988. *Entomophaga grylli* (Fresenius) infections in grasshopper (Orthoptera: Acrididae) populations in Saskatchewan and Alberta, 1985-1986. *Can J Entomol* 120: 205-209.
- FRESA DJ. 1971. El hongo *Entomophaga grylli* en tucuras. *Rev Invest Agrop Serie V Patol Veg.* 8: 83-88.
- HUMBER RA. 1989. Synopsis of a revised classification for the Entomophthorales (Zygomycotina). *Mycotaxon* 34: 441-460.
- KISH LP. 1984. Predicting infection levels of grasshoppers by *Entomophaga grylli* on rangeland. Final Report, USDA grant 59-2161-1-1-1-708-0.
- KISH LP, PACKHAM SO. 1983. Selectivity of *Entomophaga grylli*, for grasshopper at two study sites in Idaho. *J Id Acad Sci* 19: 16-25.
- MILNER RJ. 1978. On the occurrence of *Entomophthora grylli*, a fungal pathogen of grasshoppers in Australia. *J Aust Entomol Soc* 17: 293-296.
- MIRANDA EE DE, LECOQ M, PIEROZZI JR I, DURATON JF, BATISTELLA M. 1996. O gafanhoto do Mato Grosso. Balanço e perspectivas de 4 anos de pesquisas. 1992-1996. Relatório final do projeto "Meio Ambiente e Gafanhotos Pragas no Brasil". EMBRAPA-NMA, Campinas, Brasil / CIRAD-GERDAT-PRIFAS, Montpellier, França. 146 pp.
- LANGE CE. 1996. Melanoplinos (Orthoptera: Acrididae) afectados por micosis en la provincia de Buenos Aires, Argentina. *Rev Soc Entomol Argent.* 55 (1-4): 107 - 109.
- LANGE CE. 1998. Patógenos asociados a tucuras (Orthoptera: Acridoidea) en las provincias de Buenos Aires y La Pampa. Monografía 16. Comisión de Investigaciones Científicas, CIC, La Plata, Prov. de Buenos Aires.
- LECOQ M. 1991. Gafanhotos do Brasil. *Naturaleza do Problema e Bibliografia.* CIRAD-PRIFAS, France-EMBRAPA/NMA, Brazil. 157 pp.
- LESMES RV, ÁLVAREZ CANDIDO-SANTIAGO. 1993. Las plagas de la langosta en Córdoba. Publicaciones del Monte de Piedad y Caja de Ahorros de Córdoba, Colección Mayor. España, 231 pp.
- PACKHAM SO, KISH LP, BRUSVEN MA. 1993. Relationship between spring-fed swales and adjacent xeric grassland on the incidence of *Entomophaga calopteni* (Entomophthorales, Entomophthoraceae) among grasshoppers on southwest Idaho rangeland. *Environmental Entomology*, vol. 22, nº 5. 1156-1160 pp.
- PICKFORD R, RIEGERT PW. 1964. The fungous disease caused by *Entomophaga grylli* Fres. and its effect on grasshopper populations in Saskatchewan in 1963. *Can Entomol* 96: 1158 - 1166.
- RAMOSKA WA, HAJEK AE, RAMOS ME, SOPER RS. 1988. Infection of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae) by members of the *Entomophaga grylli* species complex (Zygomycetes: Entomophthorales). *Journal of Invertebrate Pathology* 52: 309-313.
- ROCKWOOD LP. 1950. Entomogenous fungi of the family Entomophthoraceae in the Pacific Northwest. *J. Econ Entomol* 43: 704- 707.
- ROFFEY J. 1968. The occurrence of the fungus *Entomophthora grylli* Fresenius on locust and grasshopper in Thailand. *J Invertebr Pathol* 11: 237-241.
- SÁNCHEZ-PENA SR. 2000. Entomopathogens from two Chihuahuan desert localities in México. *BioControl* 45: 63-78.
- SÁNCHEZ SEM, HUMBER RA, ROBERTS DW, FREITAS AL, LIMA LS, SILVA GB, ALMEIDA DE CS, NUNES EF. 2002. Prospección de hongos Entomophthorales para el control natural de insectos en Bahia, Brasil. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* N° 66 p. 20-30.
- SKAIF SH. 1925. The locust fungus *Empusa grylli* and its effect on its host. *S Afr J Sci.* 22: 298-308.
- SOPER RS, MAY B, MARTINELL B. 1983. *Entomophaga grylli* enzyme polymorphism as a technique for pathotype identification. *Environ Entomol* 12: 720-723.
- VALOVAGE WD, NELSON DR. 1990. Host range and recorded distribution of *Entomophaga grylli* (Zygomycetes: Entomophthorales), a fungal pathogen of grasshoppers (Orthoptera: Acrididae), in North Dakota. *J Kans Entomol Soc.* 63: 454-458.
- ZACHARUK RY. 1981. Fungal disease of terrestrial insects. En: Davidson, E.W. (ed.), *Pathogenesis of invertebrate microbial diseases*, Allanheld, Totowa, New Jersey, pp. 367 - 402.