

Immaculada Sistané i Salas  
Llicenciada en ciències biològiques

#### RESUM

Hom estudia les possibilitats d'emprar els fongs com a eina de control dels flagells i malures de l'agricultura. Aquests organismes gaudeixen d'una gran especificitat. L'objectiu és aconseguir de cultivar-los i estudiar les possibilitats d'aplicar-los com a productes biològics.

#### RESUMEN

Se estudian en este artículo las posibilidades de utilizar a los hongos como controladores biológicos de los organismos fitoparásitos. La mayoría de estos hongos son muy específicos. El objetivo es obtener cultivos puros de los citados hongos y estudiar la posibilidad de utilizarlos en la lucha biológica dirigida.

#### SUMMARY

In the following paper the author makes an exhaustive report, on the different control systems about biological control in agriculture with fungal pathogens.

### 1. INTRODUCCIÓ

Un dels aspectes del Control Natural és el Control Biològic, i aquest es fonamenta en la utilització de depredadors i paràsits de l'espècie que hom desitja controlar. El Control Biològic pot ésser espontani, sense intervenció de l'home, o bé diri-

git; en aquest últim cas és propiciat per l'home.

El criteri que pretenem d'adoptar respecte al Control Biològic dirigit es fonamenta en el fet que les espècies fitoparàsits, com tots els éssers vius, estan sotmesos a l'acció d'enemics naturals, els quals poden pertanyer a totes les categories taxonòmiques existents. Tant poden ésser altres insectes (i aleshores s'anomenen de forma genèrica «fauna útil») com fongs, bacteris, etc.

Aprofitant els mecanismes naturals de regulació de la densitat de població de les espècies plaga considerem que en un futur més o menys llunyà, segons els esforços que hom hi dediqui, els flagells podran ésser en bona part evitats per mitjà del Control Biològic.

Per motius diversos, la majoria d'estudis de Control Biològic han estat orientats a la recerca d'insectes útils per a controlar d'una manera efectiva les plagues. Aquests insectes útils poden ésser trobats a la mateixa zona on hi ha el flagell, o en altres ocasions cal cercar-los en indrets llunyans, especialment quan es tracta d'espècies d'insectes importades d'altres àrees geogràfiques i que, per tant, no tenen enemics naturals en les noves àrees ocupades. (5)

Més difícil però, és la investigació en el camp dels organismes patògens pels flagells, ja que la majoria de les vegades necessiten unes condicions climàtiques molt particulars i difícilment reproduïbles en el laboratori. (6)

Els fongs microscòpics com a eina de control seran la peça clau d'aquest article. Aquests organismes gaudeixen d'un grau d'especificitat molt variable segons l'espècie. D'altra part, llur desenvolupament tan sols és possible entre uns marges molt estrictes d'humitat i temperatura; no obstant això, aquests factors perden molta importància després de produir-se la infecció.

L'objectiu, doncs, és de cultivar els fongs entomòfags i estudiar les possibilitats d'aplicar-los com a productes biològics.

## 2. ELS FONGS PARÀSITS D'INSECTES

Ja abans de l'Era Cristiana l'home s'havia adonat de l'existència de malalties en els insectes. Aristòtil, al segle IV abans de Jesucrist, va escriure sobre diferents malalties observades a l'abella. (0)

Les primeres notícies de fongs entomòfags (paràsits d'insectes) en l'antiga Xina van lligades també a insectes d'interès econòmic com *Bombyx mori* L. («cuc de seda») i *Apis mellifera* (abella).

Els xinesos desenvoluparen molt la cria d'erugues de *Bombyx mori*, i pel mateix motiu veieren en moltes ocasions llur economia malmesa per atacs fúngics, per bé que tan sols arribaren a interpretar-ho com el resultat d'un ambient inapropiat.

Més tard, hom demostrà que dos fongs *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. i *Metarrhizium anisopliae* eren patògens per a les erugues de *Bombyx mori*, i que el fong *Beauveria* és un factor limitant en la producció de seda. (0)

Hi ha nombroses espècies de fongs que poden produir micosis en els insectes. La infecció es produeix per la penetració del miceli a través del tegument aprofitant les zones primes (articulacions, etc.).

Els cadàvers dels insectes es transformen en «mòmies» per la destrucció que el fong fa dels teixits. Si la humitat ambiental és alta, el fong fructifica a l'exterior i produeix nombroses espores que podran contaminar altres insectes. (7)

Alguns d'aquests fongs entomòfags són objecte d'estudi actualment per part de l'equip de Fitopatologia de la Facultat de Biologia de Barcelona. Aquests són: *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill., *B. brongniartii* (Sacc.) Petch, *Aschersonia aleyrodis* Webber i *Verticillium lecanii* (Zimm.) Viegas. (10)

Els dos primers han estat citats com a paràsits de nombrosos coleòpters i lepidòpters. *A. aleyrodis* és un agent important per a la lluita contra la «mosca blanca» (*Trialeurodes vaporariorum*), i *Verticillium lecanii* és útil per al control principalment de cotxinilles i àfids.

### 3. FONGS CONTRA NEMATODES

Els nematodes, com tots els ésser vius, tenen enemics naturals que en regulen les poblacions. N'hi ha de molts tipus, com per exemple: virus, bacteris, protozoous, insectes, nematodes carnívors, i també els fongs.

Segons J.C. Cayrol (1983) (2, 3), els fongs es poden dividir en tres grups segons llur mode d'acció. Així es classifiquen en:

- Fongs amb aparells de captura especialitzats.
- Fongs amb espores adherents.
- Fongs ovicides.

#### 3.1 Fongs amb aparells de captura especialitzats

Són comparables per la forma d'acció a les plantes carnívores. El miceli d'aquests fongs forma òrgans de captura característics (anells, bucles, etc.) i secreta alhora una substància molt viscosa. Quan el nematode entre en contacte amb aquests òrgans especialitzats, és immobilitzat.

El fong fabrica llavors un filament que penetra en el cos de la presa, i s'hi ramifica bo i absorbint les matèries del cos, no deixant-hi res més sinó la cutícula.

Aquest és el cas del fong *Arthrobotrys irregularis* i del nematode del gènere *Meloidogyne*. Existeixen ja preparats biològics comercialitzats a base de cultiu miceliar del fong abans citat. (8)

#### 3.2 Fongs amb espores adherents

Pertanyen al gènere *Hirsutella*. (2) A més d'ésser paràsits d'insectes i àcars, també ha quedat demostrat llur efectivitat en la captura de nematodes.

Les espores tenen una substància adhesiva que fa que, en posar-se en con-

tacte amb el cos del nematode, s'hi fixin, fins i tot si l'animal se submergeix a l'aigua.

Cadascuna de les espores dóna lloc a un tub germinatiu que s'enfonsa i penetra a través de l'epidermis del nematode i es va estenent dins el cos. Es ramifica el miceli a la cavitat general i destrueix tots el òrgans.

Actualment hom estudia els efectes d'aquests fongs damunt nematodes del gènere *Ditylenchus*, *Meloidogyne* i *Aphelenchoides*. Hom preveu un gran èxit en els programes de Control Biològic.

### 3.3 Fongs ovicides

Com el seu nom indica, parasiten els ous dels nematodes. Actualment hom en coneix dos de molt actius:

*Verticillium chlamydosporiu*

*Paecilomyces limacinus*

## 4. LA LLUITA CONTRA LES MALES HERBES

Un herbicida eficaç ha de gaudir de les característiques següents:

- Ésser fàcil de produir, emmagatzemar i aplicar.
- Tenir un alt nivell d'efectivitat.
- No ésser perillós per al medi ambint ni per a les plantes.

Aquestes característiques, les tenen la majoria de fongs patògens per a les males herbes. Anomenem doncs *micoherbicides* els fongs fitoparàsits i, per tant, productors de malalties a les males herbes.

Als Estats Units d'Amèrica hi ha productes a base del fong *Phytophthora palmivora* Butler, que fou registrat l'any 1981 per al control de *Morrenia odorata* Lindl. en conreu de cítrics. També hi ha preparats del fong *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz) Sacc. f. sp. *aeschynomene*, registrats des de l'any 1982 per a lluitar contra la lleguminosa *Aeschynomene virginica* (L.) B.S.P. en conreus de soia i arròs. (12, 13).

Enfront de l'alta persistència que tenen alguns herbicides, el fong *C. gloeosporioides* ofereix l'avantatge de tenir una baixa persistència. No obstant això, s'auto-multiplica en presència de patrons, però en absència d'aquests tan sols es manté actiu de 4 a 6 setmanes.

## 5. FONGS ANTAGONISTES

Un fong serà útil per a lluitar contra un fong fitoparàsit quan sigui capaç d'eliminar-lo mitjançant algun dels mecanismes següents:

- Hiperparasitisme —el fong útil penetra en el miceli de l'altre i el destrueix.
- Producció de metabolits tòxics:
  - que inhibeixen la germinació de conidis,

- que inhibeixen el creixement vegetatiu,
- que inhibeixen la producció de conidis.

En aquest sistema de lluita hom estudia el control de la fusariosi vascular del tomàquet (Couteaudier, Y., Letard, M., Alabouvette Cl., Louvet, J., 1985), (4) produïda pel fong *Fusarium solani*; hom pretén d'obtenir aquest control mitjançant els fongs *Aspergillus* (Michel) L., *Cephalosporium* Corda, *Mucor* Micheli, *Nigrospora* Zimm., *Penicillium* Link, *Rhizopus* Ehrenb. i *Trichoderma* Pers.

També hi ha estudis avançats (1, 13) en els quals hom experimenta l'antagonisme *in vitro* del fong *Trichoderma* spp. amb *Rhizoctonia solani* Kühn.

Actualment hom també intenta lluitar contra la grafiosi de l'om produïda per *Ceratocystis ulmi*. Com a mesura de protecció hom investiga a França les possibilitats d'un antagonisme d'aquest fong amb el fong *Trichoderma harzianum* (9)

## 6. CONCLUSIONS

Els fongs tenen un paper molt important en la reducció de poblacions d'insectes i altres organismes fitoparàsits quan les condicions ambientals els són favorables.

Hom ha demostrat l'eficàcia d'aquests fongs damunt:

- Insectes (0, 5, 6, 7, 10)
- Nematodes (2, 3, 8)
- Altres fongs (1, 2, 4, 9, 13)
- Males herbes (11, 12)

## BIBLIOGRAFIA

0. CANTWELL, G.E., 1974, *Insect Diseases*. Tom. I. Marcel-Dekker Inc. New York.
1. CAMPOROTA, P., *Antagonisme in vitro de Trichoderma ssp. vis-à-vis de Rhizoctonia solani*. Agronomie, 1985, 5 (7), pp. 613-620.
2. CAYROL, J.C. *Future of Biological Control of Nematodes with fungus*. Agronomie, 1984, 4 (2), pp. 206.
3. CAYROL, J.C., 1983, *Perspectives de lutte biologique contre les nematodes au moyen de champignons*. Les Colloques de l'INRA n° 18.
4. COUTEAUDIER, Y., LETARD, M., ALABOUVETTE, CL., & LOUVET, J., *Biological control of Fusarium wilt of tomatoes. Results from experiments in a commercial greenhouse*. Agronomie, 1985, 5 (2), pp. 151-156.
5. DeBACH, P., 1964, *Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas*. Compañía Ed. Continental, S.A., Argentina.
6. DeBACH, P., 1977, *Lucha biológica contra los enemigos de las plantas*. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
7. FERRON, P., 1978, *Hongos para proteger los cultivos*. Mundo Científico núm. 11.
8. PHYTOMA, *Champignon Nématophage et Nématodes*. Phytoma-Défense des cultures. Février 1984.
9. SERVICE DE LA PROTECTION DES VÉGÉTAUX & INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE, *Lutte contre le dépérissement ou Graphiose de l'orme*. Phytoma-Défense des cultures. Septem./Oct. 1984.

10. SISTANÉ, I., 1985, El Control Biològic dels insectes. Contribució al coneixement dels fongs entomòfags. Tesina Facultat de Biologia, Barcelona.
11. TEMPLETON, G.E., GREAVES, M.P., Biological control of weeds with fungal pathogens. Trop. Pest. Management, 30 (4), Dec. 1984, pp. 333-338.
12. Te BEEST, D.O., TEMPLETON, G.E., Mycoherbicides: Progress in the Biological Control of weeds. Plant Disease, vol. 69, n° 1, January 1985.
13. VAN DEN BOOGERT, P. H. J. F., Biological control of *Rhizoctonia solani* in potatoes by antagonists. Inoculation of seed potatoes with different fungus. Neth. J. Plant Pathology, 90 (3), 1984, pp. 117-126.

## CONCLUSIONS

El fong entomòfag *Beauveria bassiana* és un dels fongs més importants en el control biològic dels insectes plagues. Aquesta espècie és molt versàtil i pot atacar a una gran varietat d'insectes.

Per aconseguir un control biològic efectiu dels insectes plagues amb *B. bassiana* és necessari tenir en compte diversos factors: la qualitat del producte, el moment de l'aplicació, les condicions ambientals i el mètode d'aplicació.

En aquest treball s'ha demostrat que *B. bassiana* és capaç de controlar els insectes plagues en cultius de patates i de llegums. A més, s'ha demostrat que aquest fong pot ser utilitzat com a agent de control biològic en zones de agricultura ecològica.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLEN, R. D., 1971, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 64, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1972, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 65, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1973, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 66, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1974, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 67, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1975, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 68, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1976, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 69, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1977, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 70, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1978, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 71, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1979, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 72, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1980, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 73, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1981, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 74, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1982, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 75, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1983, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 76, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1984, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 77, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1985, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 78, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1986, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 79, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1987, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 80, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1988, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 81, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1989, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 82, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1990, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 83, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1991, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 84, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1992, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 85, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1993, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 86, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1994, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 87, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1995, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 88, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1996, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 89, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1997, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 90, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1998, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 91, 1-10.
- ALLEN, R. D., 1999, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 92, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2000, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 93, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2001, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 94, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2002, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 95, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2003, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 96, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2004, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 97, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2005, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 98, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2006, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 99, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2007, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 100, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2008, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 101, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2009, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 102, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2010, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 103, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2011, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 104, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2012, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 105, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2013, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 106, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2014, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 107, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2015, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 108, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2016, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 109, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2017, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 110, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2018, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 111, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2019, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 112, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2020, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 113, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2021, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 114, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2022, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 115, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2023, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 116, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2024, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 117, 1-10.
- ALLEN, R. D., 2025, *Beauveria bassiana* as a biological control agent for insects. *Ann. Entomol. Soc. Amer.*, 118, 1-10.