

Presencia de hongos fitopatógenos en frutas y hortalizas y su relación en la seguridad alimentaria

Ángel Trigos¹⁻²

Karina Ramírez¹

Alejandro Salinas¹

¹Laboratorio de Alta Tecnología de Xalapa; Calle Médicos 5, Unidad del Bosque, 91010, Xalapa, Veracruz, México. ²Instituto de Ciencias Básicas, Universidad Veracruzana; Av. Dos vistas s/n, Carretera Xalapa-Las Trancas, 91000. Xalapa, Veracruz, México

Presence of fungal plant pathogens in fruits and vegetables and their relationship to food security

Abstract. A monthly monitoring was realized during one year in fruits and vegetables expended in the city of Xalapa, Veracruz, México, in order to determine the presence of plant pathogenic fungi, as well as to determine their pathogenicity and their synthetic potential in the production of secondary metabolites toxins. Twenty seven fungal species were obtained, belonging to 18 genus. Of them, 100 % showed pathogenicity in the original product, and that behavior was verified through Koch's postulates. However, both sellers and consumers did not realized of that pathogenicity. Literature research indicates that 60.9 % of the obtained species can be potentially producers of mycotoxins. For these reasons, it is necessary to highlight the urgency of establishing controls through out the development of normativity which links phytosanitary diagnosis criteria with safety food in México.

Key words: Secondary metabolites, mycotoxins.

Resumen. Se realizó un monitoreo mensual durante un año, en frutas y hortalizas expendidas en la ciudad de Xalapa, Veracruz, México, con el propósito de determinar la presencia de hongos fitopatógenos, así como su patogenicidad y correlacionar su potencial sintético de metabolitos secundarios tóxicos. Se obtuvieron un total de 27 especies fúngicas, pertenecientes a 18 géneros, de las cuales se comprobó que el 100 % presentaron patogenicidad en el producto original, de acuerdo con los postulados de Koch; sin embargo, éstas pasaron desapercibidas tanto por vendedores como por consumidores. Finalmente, se corroboró con la literatura que el 60.9 % de dichas especies pueden ser potencialmente productoras de micotoxinas. Por lo anterior, cabe mencionar la urgencia de establecer controles a través de la creación de la normatividad correspondiente, que relacione criterios de diagnóstico fitosanitario con seguridad alimentaria en México.

Palabras clave: Metabolitos secundarios, micotoxinas.

Received July 28, 2008; accepted December 12, 2008.

Recibido 28 de julio 2008; aceptado 12 de diciembre 2008.

Las frutas y hortalizas son productos perecederos, susceptibles al ataque de microorganismos antes o después de la cosecha y durante su almacenamiento; tal es el caso de los hongos fitopatógenos, los cuales, de acuerdo con Herrera-Estrella y Carsolio (1998) pueden provocar grandes pérdidas en la producción de frutas y hortalizas. Por otra parte, este tipo

Autor para correspondencia: Ángel Trigos
atrigos@uv.mx

de microorganismos son capaces de producir sustancias, como resultado de su metabolismo secundario, como las micotoxinas, que se distribuyen con facilidad en el sustrato y pueden llegar a ser perjudiciales, aún cuando se encuentran en concentraciones muy bajas, poniendo en entredicho su inocuidad, ya que un 25 % de las cosechas de alimentos a nivel mundial están contaminadas con algún tipo de micotoxinas, lo cual representa un fuerte riesgo para la salud

de la población de países importadores de alimentos que no controlan estos contaminantes (FAO,2001).

No obstante, en México se carece de conocimientos previos que permitan la detección oportuna de sustancias tóxicas producidas por hongos fitopatógenos que atacan a frutas y hortalizas, lo cual representa un posible riesgo para la salud del consumidor (Lagunes y Trigos, 2006). A pesar de haber aumentado el número de investigaciones relacionadas con la producción de metabolitos secundarios a partir de hongos fitopatógenos (Trigos, 1999; Márquez y Trigos 2005), actualmente falta información adecuada y la normatividad es limitada, en contraste con países que controlan de manera integral la calidad, fitosanidad y seguridad alimentaria (Espinoza y Ramírez, 2007), por lo que se considera importante generar información relacionada con su capacidad de producir metabolitos secundarios.

Por lo anterior, en el presente estudio se realizó un monitoreo mensual dirigido durante un año en frutas y hortalizas expendidas en Xalapa, Veracruz, México, con el objetivo de determinar la presencia de hongos fitopatógenos, así como la patogenicidad de éstos y correlacionar su potencial sintético de metabolitos secundarios tóxicos.

Se analizaron mensualmente y durante un año 28 muestras de las frutas y hortalizas, que de acuerdo con el Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera, SIAP (<http://www.siap.sagarpa.gob.mx>), son las que más se producen en México y con posibilidad de consumo, pero con síntomas iniciales (Romero, 1988; Agrios, 1998; Lagunes y Trigos, 2006), las cuales se obtuvieron en tres establecimientos comerciales representativos de dicha ciudad, considerando los siguientes productos por su importancia, en cuanto a frecuencia de consumo y fácil adquisición: Aguacate (*Persea americana*), Manzana (*Malus pumila* Mill.), Calabacita (*Cucurbita pepo* L.), Melón (*Cucumis melo* L.), Camote (*Ipomoea batatis* L.), Naranja (*Citrus sinensis* L.), Carambolo (*Averrhoa carambola* L.), Papa (*Solanum tuberosum* L.), Cebolla (*Allium cepa* L.),

Papaya (*Carica papaya* L.) Coliflor (*Brassica oleracea* L.), Pepino (*Cucumis sativus* L.), Durazno (*Prunus persica* L.), Pera (*Pyrus communis* L.) Ejote (*Phaseolus vulgaris* L.), Pimiento (*Capsicum annuum* L. var. *annuum*), Guayaba (*Psidium guajava* L.), Plátano (*Musa* sp.), Haba (*Vicia faba* L.), Puerro (*Allium porrum* L.), Jitomate (*Lycopersicon sculentum* Mill), Rábano (*Rhaphanus sativus* L.), Limón (*Citrus limon* L.) Tomate (*Physalis philadelphica* Lam), Mandarina (*Citrus retucilata* L.), Uva (*Vitis vinifera* L.), Mango (*Mangifera indica* L.), Zanahoria (*Daucus carota* L.).

El aislamiento de los hongos fitopatógenos presentes en las frutas y hortalizas, se realizó mediante la técnica de cámara húmeda de acuerdo con Gilchrist-Saavedra (1995); posteriormente, se inocularon en medio de cultivo ADP (agar con dextrosa y papa) con 0.2 g/L de cloranfenicol e incubaron a 27 °C (Agrios, 1998). Los aislamientos fueron identificados de acuerdo con su género y especie, utilizando las claves de Moreno (1988), Romero (1988), Mendoza (1993, 1996), Whitside *et al.* (1996) y Barnett y Hunter (1998).

Para determinar la patogenicidad de los hongos encontrados se utilizaron los postulados de Koch (Agrios, 1998), de manera que todos los hongos obtenidos fueron inoculados en los frutos de donde se aislaron originalmente, con la finalidad de observar la capacidad de la cepa para producir la misma enfermedad.

Debido a que se realizó un monitoreo dirigido, en todas las muestras analizadas se encontró presencia de hongos fitopatógenos; además, todos los hongos aislados provocaron daño (actividad patogénica) en cada una de las especies de frutas y hortalizas inoculadas, lo cual indica que éstos son agentes causales de la degradación del material en estudio, con capacidad de reproducirse y causar infección.

De las 336 muestras, se obtuvieron 344 aislamientos, distribuidos de la siguiente manera: 83 de *Alternaria*, 47 de *Fusarium*, 26 de *Curvularia*, 25 de *Rhizopus*, 24 de *Penicillium*, 20 de *Colletotrichum*, 17 de *Phytium*, 14 de

Mucor, 13 de *Nigrospora* y *Phoma*, 11 de *Pestalotia*, 10 de *Lasiodiplodia* y *Macrophomina*, 8 de *Ceratocystis* y *Circinella*, 6 de *Botrytis*, 5 de *Gliocadium* y 4 de *Geotrichum*. De los géneros aislados, se encontraron 27 especies, las cuales se presentan en la Tabla 1.

Se observó que *Alternaria* presentó 24.7 % de incidencia, *Fusarium*; *Curvularia*, *Rhizopus*, *Penicillilum*, *Colletorrrichum*, *Pythium* y *Mucor* 7.7, 7.4, 7.1, 6.0, 5.1 y 4.2 % respectivamente; finalmente, los géneros *Nigrospora*, *Phoma*, *Pestalotia*, *Lasiodiplodia*, *Macrophomina*,

Tabla 1. Tipo de sustancias bioactivas previamente reportadas y especies fúngicas encontradas en frutas y hortalizas procedentes de establecimientos comerciales de Xalapa, Veracruz, México

Especies	No. aislamientos	Productos	Antibióticos	Antifúngico	Bactericida	Fitoalexina	Fitotoxina	Fungicida	Herbicida	Insecticida	Pigmentos	Micotoxina	Citas
<i>Alternaria alternata</i>	22	Aguacate, coliflor, durazno, manzana, pimiento, plátano	x	x	x		x		x	x	x		Abbas and Vesonder, 1993; Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003; Fabrega <i>et al.</i> , 2002;
<i>A. citri</i>	12	Naranja, limón		x	x		x		x		x		Guo <i>et al.</i> , 1998; Holenstein y Stoessl,
<i>A. cucumerina</i>	10	Calabaza, pepino		x	x		x		x		x		1983; Kind <i>et al.</i> , 1996; Moressi <i>et al.</i> ,
<i>A. porri</i>	13	Cebolla, puerro									x	x	2004; Park <i>et al.</i> , 1994; Snack <i>et al.</i> ,
<i>A. solani</i>	26	Jitomate, tomate					x				x	x	1986; Suemitsu <i>et al.</i> , 1993; Vurro <i>et al.</i> , 1998.
<i>Fusarium moniliforme</i>	26	Camote, jicama, melón, pepino, plátano, zanahoria	x		x	x	x	x				x	Altomare <i>et al.</i> , 2000 ; Bycrof <i>et al.</i> ,
<i>F. oxisporum</i>	15	Carambolo, mandarina, melón, papa, papaya, pepino, puerro, zanahoria	x		x		x	x		x		x	1989; Cole, 2003; Díaz y Boermans, 1994; Pereica <i>et al.</i> , 1999; Voelkl <i>et al.</i> , 2004; Voss <i>et al.</i> , 1993.
<i>Fusarium</i> sp.	6	Papaya											
<i>Curvularia lunata</i>	12	Plátano, tomate, haba		x			x						Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003; Jadulco <i>et al.</i> , 2002.
<i>Curvularia</i> sp.	14	Haba, ejote											
<i>Rhizopus stolonifer</i>	25	Cebolla, durazno, ejote, jitomate, guayaba, pepino, pera, plátano, tomate	x									x	Abarca <i>et al.</i> , 2000; Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003.
<i>Penicillium italicum</i>	9	Cebolla, papa	x	x	x			x				x	Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003; He <i>et al.</i> ,
<i>P. digitalicum</i>	15	Camote, durazno, limón, naranja	x	x	x			x				x	2004; Kozlovsky <i>et al.</i> , 2000; Laidou <i>et al.</i> , 2002; Nicolletti, 2001; Prokas <i>et al.</i> , 1992; Savard <i>et al.</i> , 1994; Takahashi <i>et al.</i> , 1994.
<i>Colletotrichum gloesporoides</i>	10	Guayaba, limón, mandarina, manzana, naranja	x	x	x		x						Lu <i>et al.</i> ,2000; Soby <i>et al.</i> , 1997; Zou <i>et al.</i> , 2000.
<i>C. musae</i>	10	Plátano											
<i>Pythium debaryanum</i>	17	Camote, rábano											Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Adachi <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003
<i>Mucor mucedo</i>	14	Mango		x									Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003; Cutler <i>et al.</i> , 1991; Tanaka <i>et al.</i> , 1997.
<i>Nigrospora sphaerica</i>	13	Durazno, mandarina, mango, pera	x		x							x	Ayer y Jiménez, 1995; Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003; Liu <i>et al.</i> , 2003.
<i>Phoma</i> sp.	13	Uva		x	x			x				x	Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003. Bhattacharya <i>et al.</i> , 1994; Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003.
<i>Pestalotia</i> sp.	11	Plátano											Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003; Hanssen <i>et al.</i> , 1986.
<i>Lasiodiplodia</i> sp.	10	Limón, mandarina											
<i>Macrophomina</i> sp.	10	Guayaba, manzana	x				x						Collado <i>et al.</i> , 1995; Collado <i>et al.</i> , 1996; Duran-Patron <i>et al.</i> , 2000; Mierch <i>et al.</i> , 1987.
<i>Ceratocystis adiposa</i>	8	Limón, naranja, pepino, plátano	x	x		x							Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003.
<i>Circinella minor</i>	8	Ejote		x	x		x	x				x	Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003.
<i>Botrytis cinerea</i>	6	Uva		x	x		x	x					Bycrof <i>et al.</i> , 1989; Cole, 2003.
<i>Gliocadium</i> sp.	5	Camote, papa		x									
<i>Geotrichum candidum</i>	4	Limón, naranja		x								x	

Ceratocystis, *Circinella*, *Botrytis*, *Gliocadium* y *Geotrichum* sólo presentaron 3.9, 3.9, 3.3, 3.0, 3.0, 2.4, 2.4, 1.8, 1.5, 1.2 %, respectivamente.

Los géneros *Alternaria*, *Botrytis*, *Lasiodiplodia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Phoma*, *Fusarium*, *Rhizopus* y *Mucor*, son conocidos como los principales causantes de las alteraciones más frecuentes en frutas y hortalizas, especialmente las referidas al aspecto físico, valor nutricional, características organolépticas y dificultad de conservación, así como de las alergias e intoxicaciones en los consumidores, debido a que producen estructuras especializadas que se depositan sobre el producto, penetran, invaden y eventualmente colonizan masivamente el tejido para causar daño y posteriormente segregar sustancias, como consecuencia de su metabolismo secundario (Fitenborg *et al.*, 1996).

De las 27 especies de hongos fitopatógenos aisladas, 24 (88.8 %) se han reportado como capaces de producir metabolitos bioactivos como antibióticos, antifúngicos, antivirales, bactericidas, citotoxinas, fitoalexinas, fitotoxinas, fungicidas, herbicidas, insecticidas y, sobre todo, micotoxinas (Tabla 1); de éstas, 14 son capaces de sintetizar diferentes micotoxinas, perjudiciales para la salud del hombre y animales, es decir, más de la mitad (51.9 %) de las especies encontradas podrían en un momento dado llegar a producir micotoxinas; estos datos indican que la presencia de dichos hongos, tanto en número de aislamientos como en las muestras que contaminan, pueden representar un posible riesgo, cuando infestan frutas y hortalizas.

Si bien el determinar la presencia de hongos fitopatógenos en frutas y hortalizas es una técnica relativamente sencilla, debido a la gran biodiversidad con que cuenta México, es prácticamente imposible contar con suficiente información sobre el metabolismo secundario y las sustancias tóxicas o benéficas que pueden llegar a producir los hongos que atacan estos alimentos frescos, por lo que es necesario, que nuestro país cuente con más equipos de trabajo

capaces de estudiar estas sustancias y de marcar límites permisibles, tanto de micotoxinas como de otras sustancias en los diferentes grupos de alimentos y, con ello, establecer la normatividad correspondiente, de manera que se lleven a la práctica mejores controles en materia de seguridad alimentaria, tal como se hace en países de Europa y Estados Unidos. Lo anterior, ayudaría a relacionar los criterios de fitosanidad y seguridad alimentaria y, con esto, disminuirían los riesgos para la salud por ingesta indirecta de sustancias nocivas.

Por último, cabe señalar que por primera vez, en México, se reporta el aislamiento de frutas y hortalizas postcosecha de las especies *Pythium debaryanum* en camote y rábano y *Circinella minor* en ejote.



Literatura citada

Abarca, M. L., M. R. Bragulat, G. Castellá, F. Accensi, J. Caballes F, 2000. Hongos productores de micotoxinas emergentes. Revista Iberoamericana de Micología 17:63-68.

Abbas, H. K., F. R. Vesonder, 1993. Isolation and purification of AAL-toxin from *Alternaria alternata* grown on rice. Toxicon 31:355-358.

Adachi, T., J. Sasaki, K. Omura, 1989. Hydroxylation and N-demethylation of clarithromycin (6-O-methylethromycin A) by *Mucor circinelloides*. Journal of Antibiotics 42:1433-1437.

Agrios, G. N., 1988. Plant Pathology. Academic Press, San Diego.

Altomare, C., G. Perrone, Ch. Zonno M., A. Evidente, R. Pengue, F. Polonelli, 2000. Biological characterization of fusapyrone and deoxifusapirone, two bioactive secondary metabolites of *Fusarium* spp. Journal of Natural Products 63:1131-1135.

Ayer, W. A., L. D. Jiménez, 1994. Phomalone, an antifungal metabolite of *Phoma etheridgei*. Canadian Journal of Chemistry 72:2326-2332.

Barnett, H. L., B. B. Hunter, 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th Edition. APS PRESS. St, Paul, Minessota.

Bhattacharya, D., T. Dhar K., K. A. I. Siddiqui, E. Ali, 1994. Phytotoxic metabolites of *Macrophomina phaseolina*. Journal of Applied Bacteriology 77:129-133.

Bycrof, B. W., A. A. Higon, A. D. Roberts, 1989. Dictionary of antibiotic and related substanves. New York. University Press. Cambridge.

Cole, J. R, 2003. Handbook of secondary fangal metabolites Vol. I, II and III. Academic Press. San Diego, California.

Collado, I. G., R. Hernández-Galán, R. Durán-Patron, J. J. Cantoral, 1995. Metabolites from *Botrytis cinerea*. Journal of Phytochemistry 38:647-650.

Collado, I. G., R. Hernández-Galán, V. Prieto, J. Hanson R., L. G. Reborditos, 1996. Biologically active sesquitespenoid metabolites from the fungus *Botrytis cinerea*. Journal of Phytochemistry 41:513-517.

Cutler, H. G., K. Hoogsteen, L. Robert H., A. H. Byron, 1991. Epoxyxserohilone, a novel metabolite from *Nigrospora sphaerica*. Agricultural and Biological Chemistry 55:2037-42.

Díaz, G. J., H. J. Boermans, 1994. Fumonisin toxicosis in domestic animals a review. Veterinary and Human Toxicology 36: 548-555.

Duran-Patron, R., H. Rosario G., G. C. Isidro, 2000. Secobotrytriendiol and related sesquiterpenoids: New phytotoxic metabolites from Botrytis cinerea. Journal of Natural Products 63:182-184.

Espinoza, C., K. Ramírez, 2007. Hongos y seguridad alimentaria. In: Zulueta, R., D. Trejo, Á. Trigos (Eds.), En el maravilloso mundo de los hongos. Universidad Veracruzana, Xalapa. pp. 97-102.

Fabrega, A., M. Agut, M. A. Calvo, 2002. Optimization of the method of detection of metabolites produced by *Alternaria*: Alternariol, alternariol, altenuene, altertoxin and tentoxin. Journal of Food Science 67:802-806.

FAO, 2001. Manual de capacitación. La importancia de comer frutas y hortalizas. Estudio FAO Alimentación y Nutrición N° 46. FAO, Roma.

Filtenborg, O, J. C. Frisvad, U. Thrane, 1996. Moulds in food spoilage. Internacional Journal of Food Microbiology 33:85-102.

Gilchrist-Saavedra, L., G. Fuentes-Dávila, C. Martínez-Cano, 1995. Guía práctica para la identificación de algunas enfermedades de trigo y cebada. México, D.F. CIMMYT.

Guo, Y., Y. Yamada, K. Ohnishi, M. Yamashita, 1998. Effect of Zn²⁺ added to the fermentation of *Alternaria porri*. Science and Engineering 39:1-6.

Hanssen, H. P., S. Ewald, R. R. Abraham, 1986. 6-Protoilludene, the major volatile metabolite from *Ceratocystis* sp. Phytochemistry 25:1979-1980.

He, G., H. Matsuura, T. Takushi, S. Kawano, T. Yoshihara, 2004. A new metabolite from *Penicillium* sp. Journal of Natural Products 67:1084-1087.

Herrera-Estrella, A., C. Carsolio, 1998. Medio ambiente, control biológico y hongos parásitos. Avance y Perspectiva 17: 195-204.

Holenstein, J. E., A. Stoessl, 1983. Metabolites of *Altenaria*. Phytotoxicity of altersolanol A. Phytopathologische 108:143-137.

Jadulco, R., G. Brauers, A. Edrada R., R. Ebel, W. S. Victor, P. Peter, 2002. New metabolites from sponge-derived fungi *Curvularia lunata* and *Cladiosporium herbarum*. Journal of Natural Products 65:730-733.

Kind, R., Z. Axel, G. Susanne, T. Ralf, Z. Marion, 1996. Secondary metabolites by chemical screening 30. Helmidiol, a new macrodiolide from *Alternaria alternata*. Journal of Natural Products 59:539-540.

Kozlovsky, A. G., G. N. Vinokurova, A. T. Reshetilova, G. V. Sakharovsky, P. B. Baskunov, G. S. Seleznyov, 2000. New metabolites of *Penicillium*: glandicolin A and glandicolin B. Mikrobiologiya 30:410-414.

Lagunes, A. I., Á. Trigos, 2006. Hongos en los alimentos... ¿estamos realmente informados? Ciencia y el Hombre. XIX (2). 41-42.

Laidou, I. A., C. Thanassouloupoulos, K. Liakopoulou, 2002. Patulin and other metabolites produced by fungi. Acta Horticulturae 596:1551-1554.

Liu, Z., P. Jensen R., W. Fenical, 2003. A cyclic carbonate and related polyketides from a marine-derived fungus of the genus *Phoma*. Phytochemistry 64:571-574.

Lu, H., W. X. Zou, C. J. Meng, J. Hu, R. Tan, 2000. New bioactive metabolites produced by *Colletotrichum* spp., an endophytic fungus in *Artemisa annua*. Plant Science 151:67-73.

Márquez, O., Á. Trigos, 2007. Un peligro silencioso: Los venenos del quinto reino In: Zulueta, R., D. Trejo, Á. Trigos (Eds.), En el maravilloso mundo de los hongos. Universidad Veracruzana, Xalapa. 141-150.

Mendoza Z. C., 1993. Diagnóstico de enfermedades fungosas. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo.

Mendoza, Z. C. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. Departamento de Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo.

Miersch, O., A. Preiss, G. Sembdner, K. Schreiber, 1987. (+)-7-Isojasmonic acid and related compounds from *Botryodiplodia theobromae*. Phytochemistry 26:1037-1039.

Moreno, M. E., 1988. Manual para la identificación de hongos en granos y sus derivados. UNAM. México, D. F.

Moressi, M. B., R. Andreu, J. J. Calvente, H. Fernández, M. A. Zon, 2004. Improvement of alternariol monomethyl ether detection at gold electrodes modified with a dodecanethiol self-assembled monolayer. Journal of Electroanalytical Chemistry 570:209-217.

Nicoletti, R., 2001. Production of fungitoxic metabolites by a new isolate of *Penicillium* sp. Instituto Sperimentale. Italia

Park, S. H., A. Stierle, G. A. Strobel, 1994. Metabolism of maculosin, a host-specific phytotoxin produced by *Alternaria alternata* on spotted knapweed (*Centaurea maculosa*). Phytochemistry 35:101-106.

Pereica, M., B. Radic, A. Lucic, M. Pavlovic, 1999. Efectos tóxicos de las micotoxinas en el ser humano. Bulletin of the WHO 77:754-766.

Prokas, B., U. D. Adamcova, J. Fуска, 1992. Vermixocins A and B, two novel metabolites from *Penicillium* sp. Journal of Antibiotics 45:1268-1272.

Romero, C. S., 1988. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo.

Savard, M. E., D. J. Miller, L. A. Blais, K. A. Seifert, R. A. Samson, 1994. Secondary metabolites of *Penicillium* strain. Mycopathology 127:19-27.

Snack, M. E., E. P. Mazzola, S. W. Page, A. E. Pohland, R. Highet, D. D. Corlye, 1986. Mutahenic perylenequinone metabolites of *Alternaria alternata*: altertoxinas I, II and III. Journal of Natural Products 49:866-871.

Soby, S., R. Bates, H. E. Van, 1997. Oxidation of the phytoalexin maackiaain to 6,6a-dihidroxy-maacjain by *Colletotrichum gloeosporoides*. Phytochemistry 45:925-929.

Suemitsu, R., K. Ohnishi, M. Horiuchi, Y. Morikawa, Y. Sakaki, M Matsumoto, 1993. Structure of porriolide, a new metabolite from *Alternaria porri*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 57:334-335.

Takahashi, M., T. Kazuhiko, S. Takahashi, 1994. Adenophostins newly metabolites of *Penicillium*, act as potent agonists of inositol 1,4,5-trisphosphate receptor. Journal of Biological Chemistry 269:369-672.

Tanaka, M., T. Fukushima, Y. Tsujino, T. Fujimori, 1997. Nigrosporins A and B, new phytotoxic and antibacterial metabolites produced by a *Nigrospora oryzae*. Bioscience, Biotechnology and Biochemistry 61:1848-1852.

Trigos, Á., 1999. Química de los Hongos. En: Augusto Rivera (Ed.) Producción de Vitamina D₂ a partir de Hongos Macromicetos: Aspectos Científicos, Técnicos y Económicos. CYTED-COLCIENCIAS, Santa Fe de Bogotá.

Voelkl, A., B. Vogler, M. Schollenberger, P. Karlovsky, 2004. Microbial detoxification of micotoxin deoxynivalenol. Journal of Basic Microbiology 44:147-156.

Voss, K. A., W. J. Chamberlain, C. W. Bacon, W. P. Corred, 1993. A preliminary investigation on renal and hepatic toxicity in rats fed purified fumonisin B1. Journal of Toxicology and Micotoxin 1:222-228.

Vurro, M., A. Evidente, A. Andolfi, A. Motta, 1998. Brefeldin A and dehidrocurvularin, two phytotoxins from *Alternaria*, a biocontrol agent of *Xanthium occidentale*. Plant Science 138:67-69.

Whiteside, J. O., S. M. Garnsey, L. W. Timmer, 1996. Plagas y enfermedades de cítricos. The American Phytopathological Society. Ediciones Mundi Prensa. Madrid.

Zou, W. X., C. J. Meng, H. Lu, G. X. Chen, X. G. Shi, T. Y. Zhang, R. X. Tan, 2000. Metabolites of *Colletotricum gloeosporoides*, an endophytic fungus in *Artemisa mongolica*. Journal of Natural Products 63:1529-1530.

