

BOL. CENTRO INVEST. BIOL. 33(2): 83 – 92

**COMPETENCIA INTERESPECÍFICA ENTRE
PENICILLIUM CITRINUM Y *FUSARIUM OXYSPORUM* EN
MEDIO DE AGAR CON DEXTROSA**

ENRIQUE H. WEIR LÓPEZ Y KARINE GIL DE WEIR

Departamento de Biología, Facultad Experimental de Ciencias,
La Universidad del Zulia, Apartado 526, Maracaibo 4001-A,
Estado Zulia, Venezuela

RESUMEN.- Se evaluó la competencia interespecífica entre los hongos filamentosos *Penicillium citrinum* y *Fusarium oxysporum*, en términos de cambio en la biomasa producida por estas especies, al crecer en medio de agar con diferentes concentraciones de dextrosa. Se siguió un diseño experimental de tipo substitutivo. Los hongos fueron sometidos durante diez días, a cuatro tratamientos de dextrosa: 0.05, 0.075, 0.1 y 0.2 g/L. Se observó que *P. citrinum* compitió con *F. oxysporum* debido a la limitación de dextrosa, y *F. oxysporum* disminuyó significativamente su producción de biomasa. *Penicillium citrinum*, en cambio, sólo mostró una reducción significativa en la producción de biomasa en el tratamiento con 0.2 g/L de dextrosa, aunque nunca fue por debajo de *F. oxysporum*. *Penicillium citrinum* ejerce un claro predominio sobre *F. oxysporum* ante limitaciones de dextrosa, producto del efecto de antibiosis de la citrina sobre *F. oxysporum*. Recibido: 19 Febrero 1999, aceptado: 23 Julio 1999.

Palabras claves: Competencia interespecífica, hongos, *Penicillium citrinum*, *Fusarium oxysporum*, dextrosa, antibiosis, citrina.

INTERSPECIFIC COMPETITION BETWEEN *PENICILLIUM CITRINUM* AND *FUSARIUM OXYSPORUM* IN A DEXTROSE AGAR MEDIUM

ABSTRACT.- We evaluated interspecific competition between two species of filamentous soil fungi (*Penicillium citrinum* and *Fusarium oxysporum*) by measuring biomass changes when grown together in an agar medium with different concentrations of dextrose. A substitutive experimental design was used. The two species were exposed for ten days to four treatments of dextrose (0.05, 0.075, 0.1 y 0.2 g/L) both separately and together. During interspecific competition due to dextrose limitation, the biomass of *F. oxysporum* decreased significantly. Although the biomass of *P. citrinum* decreased significantly at 0.2 g/L of dextrose, it was never below that of *F. oxysporum*. *Penicillium citrinum* clearly dominated over *F. oxysporum* when dextrose was limited, due to the antibiosis effect of citrine production. Received: 19 February 1999, accepted: 23 July 1999.

Key words: Interspecific competition, fungus, *Penicillium citrinum*, *Fusarium oxysporum*, dextrose, antibiosis, citrine.

INTRODUCCIÓN

A pesar de la importancia de los hongos desde el punto de vista epidemiológico, agrícola, médico y nutricional, es uno de los taxones del reino vegetal menos estudiado, y con mayores facilidades de producción en condiciones de laboratorio. Sin embargo, este grupo no se ha empleado para corroborar algunas hipótesis y teorías en el campo de la ecología.

Entre los hábitats naturales donde se encuentran los hongos, tal vez el más estudiado es el suelo; probablemente por la importancia de algunas especies patógenas para los cultivos de interés comercial, y por el papel que desempeñan en el proceso de descomposición de la materia orgánica (Cooke 1979).

Entre los requerimientos básicos para el crecimiento y desarrollo de los hongos del suelo, se encuentran principalmente las fuentes de Carbono (azúcares, celulosa, lignina), Nitrógeno y Potasio (Moore-Landecker 1972 y Cooke 1979). Según Harper (1977) y Silvertown (1982), entre los hongos del suelo se presentan interacciones interespecíficas negativas debido al proceso de obtención de los recursos limitantes del medio. Una de las maneras de medir este tipo de interacción entre especies, es a través de los experimentos substitutivos, en los cuales se mantienen las densidades totales constantes, pero se cambian las proporciones entre las especies.

El objetivo de este estudio es determinar el efecto de la competencia interespecífica entre dos hongos filamentosos del suelo: *Penicillium citrinum* y *Fusarium oxysporum*, en función de su biomasa, en un tiempo estándar, al suministrarles medios con distintas concentraciones de dextrosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio se realizó en el Laboratorio de Micología de la Universidad Simón Bolívar en 1985, donde se seleccionaron de su micoteca, las especies de hongos filamentosos del suelo *Penicillium citrinum* y *Fusarium oxysporum*, debido al color contrastante de sus micelios (verdoso a amarillo verdoso en *P. citrinum* y rojo en *F. oxysporum*), y por el posible efecto de antibiosis que *P. citrinum* puede generar a través de la citrina (sustancia producida por este hongo).

Se utilizó como sustrato de crecimiento el medio de potato dextrosa agar (PDA), con cuatro concentraciones diferentes de dextrosa: 0.05, 0.075, 0.1 y 0.2 g/L. El medio de cultivo fue esterilizado en un autoclave y refrigerado hasta que fue vertido en 36 cápsulas de petri esterilizadas, en horno, a razón de 9 cápsulas de petri por cada concentración de dextrosa. Luego se esperó hasta la solidificación del medio (a menos de 45 °C).

Para la siembra de *P. citrinum* y *F. oxysporum*, se utilizaron dos asas de platino. Se extrajeron trozos de tamaños similares de los hongos de los tubos de ensayo de la micoteca, y luego se colocaron en cápsulas de petri, en grupos de tres réplicas, en base a las proporciones sugeridas en los tratamientos substitutivos (2 *P. citrinum*: 0 *F. oxysporum*; 1 *P. citrinum*: 1 *F. oxysporum*; 0 *P. citrinum*: 2 *F. oxysporum*) y a las concentraciones de dextrosa utilizadas (Tabla 1). Las cápsulas fueron etiquetadas y selladas con tirro, dejando un pequeño espacio libre para la entrada de Oxígeno. Se mantuvieron constantes: la temperatura (25 °C), la humedad relativa (70 %) y el fotoperíodo (12 h), durante los 10 días del bioensayo. Los monocultivos de *P. citrinum* y *F. oxysporum* sirvieron como control.

TABLA 1. Diseño experimental de acuerdo al método substitutivo para medir la competencia interespecífica entre *Penicillium citrinum* (Pc) y *Fusarium oxysporum* (Fo) durante 10 días de crecimiento en medio de cultivo PDA y a cinco concentraciones diferentes de dextrosa.

Proporciones de Pc y Fo	Concentraciones de dextrosa (g/L)			
	0.05 [1]	0.075 [2]	0.1 [3]	0.2 [4]
0 Pc:2 Fo	3 r	3 r	3 r	3 r
1 Pc:1 Fo	3 r	3 r	3 r	3 r
2 Pc:0 Fo	3 r	3 r	3 r	3 r

r = réplica.

Para evaluar el cambio en la biomasa de cada especie, se consideró que el cambio en la superficie ocupada por cada especie fue proporcional al cambio de su biomasa. Para medir las superficies ocupadas por *P. citrinum* y *F. oxysporum* se siguieron los siguientes pasos: 1) Se calcularon sobre papel celofán los contornos alcanzados por cada hongo en las cápsulas de petri, 2) con papel carbón, se dibujó el área ocupada por cada hongo sobre papel milimetrado, y 3) se cuantificó, con la ayuda de una lupa de mano, el área (en mm²)

ocupada por los hongos cada dos días.

Se elaboraron las curvas de crecimiento de las dos especies y se realizó un ANOVA de dos factores con réplicas, en donde se evaluó el cambio del crecimiento de los hongos como variable dependiente de la concentración de dextrosa y del tiempo de contacto entre las especies.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las plantas, la competencia interespecífica ocurre frecuentemente por la interferencia que algunas de estas especies generan debido a la producción y secreción de sustancias químicas las cuales son tóxicas para las otras especies, pero poco para la especie productora (Begon *et al.* 1996). No hay duda de que estas sustancias pueden ser extraídas de las plantas, pero su papel es controversial. La alelopatía producida por algunas plantas fue propuesta con entusiasmo por Muller (1969), bienvenida y defendida también por Whittaker y Feeney (1971), pero descartada con gran escepticismo por Harper (1977). Rice (1984) la trató como un factor no controversial, mientras que Williamson (1990) como sujeto para una seria discusión. Sin embargo, en los hongos actinomicetos, especialmente los encontrados en el suelo, se ha reconocido ampliamente que producen compuestos que inhiben el crecimiento de microorganismos (Moore-Landecker 1972, Cook 1979 y Begon *et al.* 1996). Esta clase de efecto es conocido como antibiosis (Raper *et al.* 1949, Gray 1959 y Cooke 1979); y el género *Penicillium* ha sido reconocido como uno de los hongos que más exhibe este efecto (Raper *et al.* 1949, Gray 1959 y Cooke 1979).

Las curvas de crecimiento obtenidas de *Penicillium citrinum* y *Fusarium oxysporum* a diferentes concentraciones de dextrosa, mostraron la forma sigmoïdal típica de las poblaciones que se encuentran en ambientes con limitaciones de recursos (Harper 1977, Krebs 1994, Begon *et al.* 1996, Stiling 1996, Weir y Sagarzazu 1998), y señalaron una fase 1 de crecimiento retardado, una fase 2 de crecimiento exponencial y una fase 3 de tendencia asintótica (Figs. 1 a 4). En los controles de *F. oxysporum*, la fase 3 apenas se

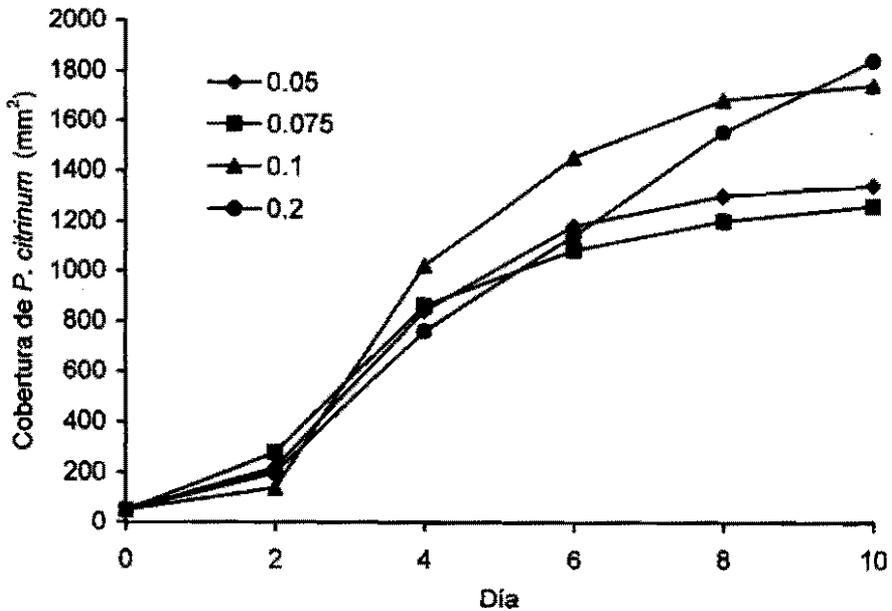


FIGURA 1. Crecimiento poblacional de *Penicillium citrinum* en un medio de potato dextrosa agar (PDA). Se ilustran cambios en la dinámica del crecimiento de *P. citrinum* al ser expuesto solo en PDA a cuatro concentraciones diferentes de dextrosa: 0.05, 0.075, 0.1 y 0.2 g/L.

observó de una manera incipiente, requiriendo al menos dos días adicionales de observación sobre los diez días pautados, para observar esta tendencia más claramente.

En los controles (monocultivos de *P. citrinum* y *F. oxysporum*), también se observó que por efecto de la reducción en la concentración de dextrosa en el medio de PDA, las poblaciones sufrieron una disminución de su crecimiento. Se pudo apreciar que no sólo se opera un crecimiento densodependiente a causa de la limitación del recurso dextrosa, sino que este efecto se agudiza cuando el recurso es más limitante. *Penicillium citrinum* y *F. oxysporum* en los tratamientos control mostraron, en todos los casos una tendencia a la competencia intraespecífica por el recurso dextrosa que, al intensificarse debido a la reducción en la

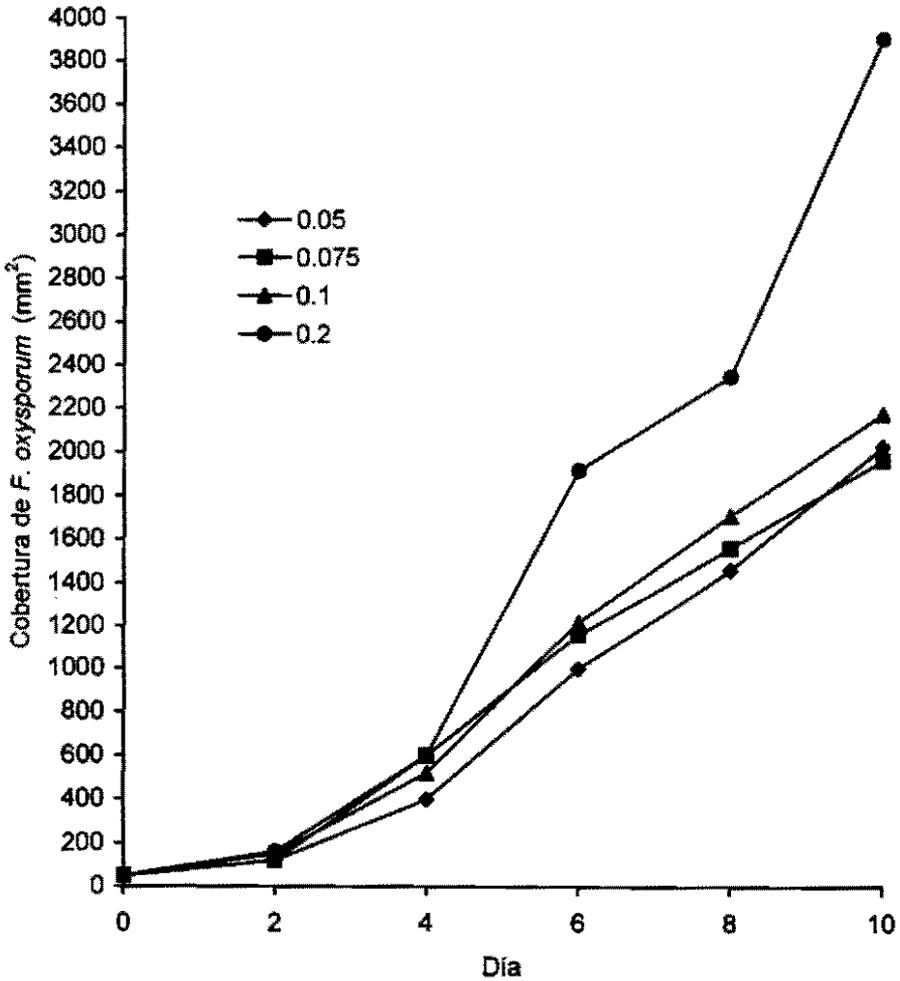


FIGURA 2. Crecimiento poblacional de *Fusarium oxysporum* en un medio de potato dextrosa agar (PDA). Se ilustran cambios en la dinámica del crecimiento de *F. oxysporum* al ser expuesto solo en PDA a cuatro concentraciones diferentes de dextrosa: 0.05, 0.075, 0.1 y 0.2 g/L.

concentración de dextrosa, redujo la capacidad de aumento en biomasa de cada especie en el medio. Con una mayor concentración de dextrosa, se observó, también, esta desaceleración o una tendencia asintótica en el crecimiento. No obstante, este efecto densodependiente podría atribuirse, probablemente más a limitaciones de espacio (Figs. 1 y 2).

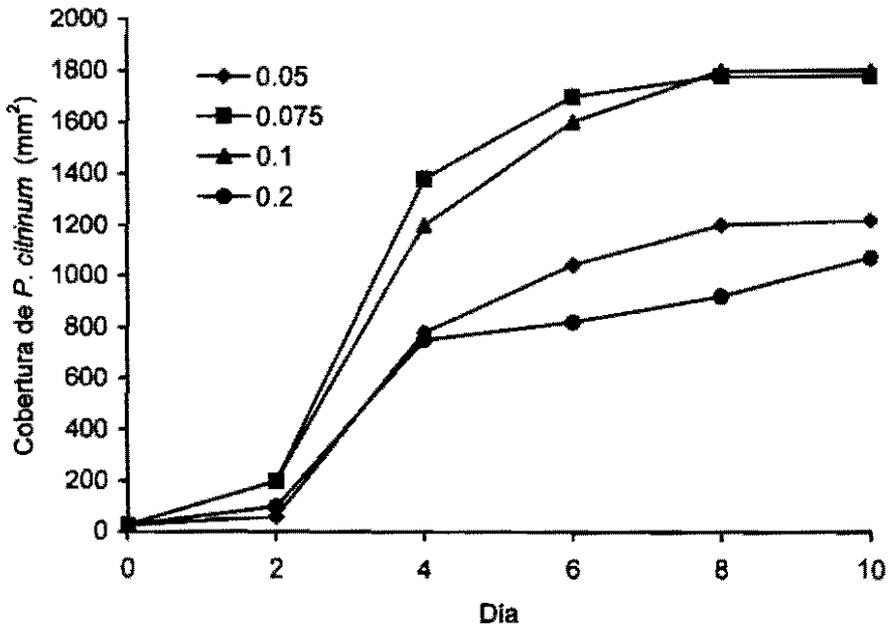


FIGURA 3. Crecimiento poblacional de *Penicillium citrinum* en un medio de potato dextrosa agar (PDA). Se ilustran cambios en la dinámica del crecimiento de *P. citrinum* al ser expuesto con *Fusarium oxysporum* en PDA a cuatro concentraciones diferentes de dextrosa: 0.05, 0.075, 0.1 y 0.2 g/L.

En los tratamientos donde se expusieron juntos *Penicillium citrinum* y *Fusarium oxysporum*, con diferentes concentraciones de dextrosa, no se observó exclusión de una de las especies por efecto de la competencia interespecífica. Sin embargo, en todos los casos, se observó un claro dominio de *P. citrinum* sobre *F. oxysporum*. En tal sentido, se apreció que la curva de crecimiento de *P. citrinum* siempre estuvo por encima de la de *F. oxysporum* (Figs. 3 y 4). En muchos de los experimentos, ambas especies no llegaron a estar directamente en contacto durante la mayor parte del tiempo de duración de los experimentos; por lo cual el efecto de competencia interespecífica fue debido, probablemente, al efecto de antibiosis de *P. citrinum* sobre *F. oxysporum* producido por la citrina.

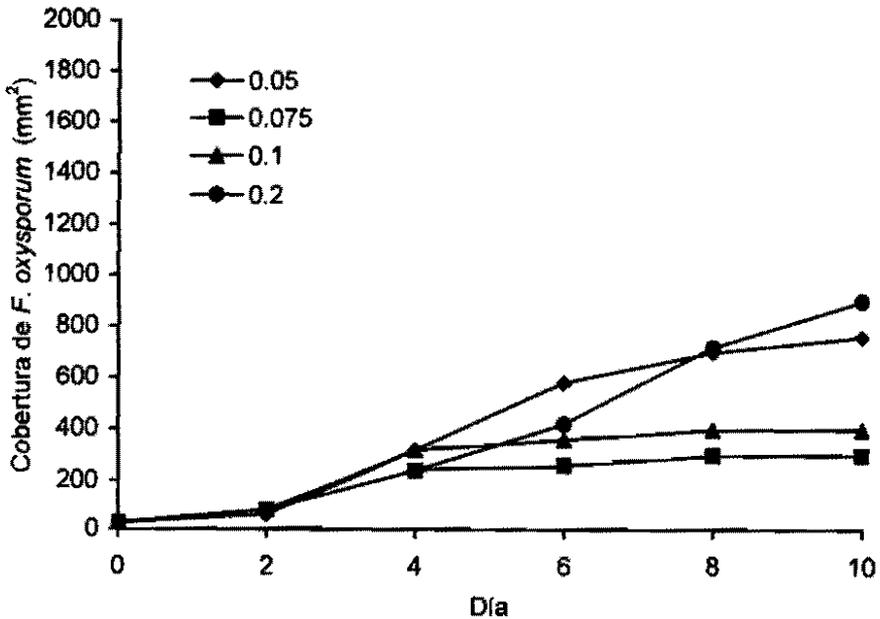


FIGURA 4. Crecimiento poblacional de *Fusarium oxysporum* en un medio de potato dextrosa agar (PDA). Se ilustran cambios en la dinámica del crecimiento de *Fusarium oxysporum* al ser expuesto con *Penicillium citrinum* en PDA a cuatro concentraciones diferentes de dextrosa: 0.05, 0.075, 0.1 y 0.2 g/L.

AGRADECIMIENTOS

Los autores extienden un profundo agradecimiento a Lorenzo Monte Mayor (postmortem) por su valioso asesoramiento, y a los laboratorios de Micología y de Ecología Vegetal, Universidad Simón Bolívar, Caracas, donde se desarrolló la investigación.

LITERATURA CITADA

BEGON, M., J. L. HARPER Y C. R. TOWNSEND. 1996. Ecology: individual, populations and communities (3 ed.). Blackwell Scientific, Oxford, England.

COOKE, W. B. 1979. The ecology of fungi. C. R. C. Press Inc.

- GRAY, D. W. 1959. The relation of fungi to human affairs. Henry Holt and Co., Inc., New York.
- HARPER, J. L. 1977. Population biology of plants. Academic Press, London.
- KREBS, CH. J. 1994. Ecology (4 ed.). Harper Collins, New York.
- MOORE-LANDECKER, E. 1972. Fundamentals of the fungi. Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- MULLER, C. H. 1969. Allelopathy as a factor in ecological process. *Vegetation* 18: 348-357.
- RAPER, K. B., CH. THOM Y D. I. FENNEL. 1949. A manual of the Penicillia. The Williams and Wilkins Co, Baltimore.
- RICE, E. L. 1984. Allelopathy. 2. Academic Press, New York.
- SILVERTOWN, J. W. 1982. Introduction to plant population ecology. Longman. London.
- STILING, P. D. 1996. Ecology theories and applications (2 ed.). Prentice Hall, Inc., New Jersey.
- WEIR, E. H. Y L. SAGARZAZU. 1998. Interspecific competition between *Metagonystilum minense* (Diptera: Tachinidae) and *Cotesia flavipes* (Hymenoptera: Brachonidae) parasitoids of sugarcane borers (*Diatraea* spp., Lepidoptera: Pyralidae). *Rev. Biol. Trop.* 46(4): 1133-1137.
- WHITTAKER, R. H. Y P. P. FEENEY. 1971. Allelochemicals: chemical interactions between species. *Science* 171: 757-770.
- WILLIAMSON, G. B. 1990. Allelopathy, Koch's postulates and the neck riddle. Pp. 143-162, *en* J. B. Grace and D. Tilman (eds.), *Perspectives on Plant Competition*. Academic Press, New York.