



## CRECIMIENTO Y MORFOLOGÍA DE *Trichoderma harzianum* : ESTUDIO DE LOS EFECTOS HIDRODINÁMICOS EN CULTIVOS NO LIMITADOS POR OXÍGENO

José A. Rocha-Valadez, Enrique Galindo y Leobardo Serrano-Carreón

Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis, Instituto de Biotecnología - UNAM

Apdo. Post. 510-3, Cuernavaca, 62250 Morelos, MEXICO. Fax: (52) (777) 3 13 88 11, e-mail: [leobardo@ibt.unam.mx](mailto:leobardo@ibt.unam.mx)

**Palabras clave:** *Trichoderma*, hidrodinámica, morfología, crecimiento

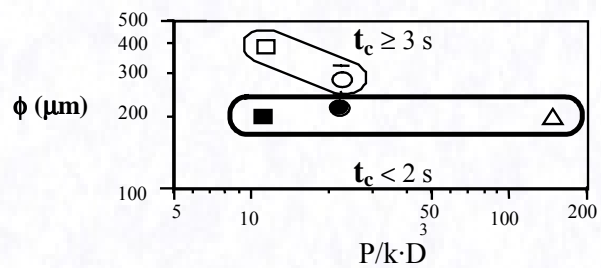
**Introducción.** El crecimiento de la industria biotecnológica ha sido basado importantemente en el uso de hongos filamentosos como fuente principal de enzimas y metabolitos como antibióticos, ácidos orgánicos, pigmentos y otros aditivos alimentarios. Aunque parecería que los procesos que involucran hongos filamentosos están bien caracterizados, esto no es así. Muchos autores han demostrado que las condiciones hidrodinámicas afectan tanto el crecimiento, la morfología y la productividad de los cultivos filamentosos. Sin embargo, la falta de sistemas que permitan diferenciar los efectos hidrodinámicos de los del oxígeno disuelto han limitado el entendimiento de la influencia individual de cada uno de ellos. El objetivo de este trabajo fué el de controlar y evaluar los efectos hidrodinámicos sobre el crecimiento y la morfología de *Trichoderma harzianum* en cultivos no limitados por oxígeno.

**Metodología.** Los cultivos se llevaron a cabo en un fermentador de 10 L de capacidad, ampliamente instrumentado y que permite mantener constante la energía suministrada por agitación (mediante un torquímetro) al reactor y la tensión de oxígeno disuelto (mediante mezcla de gases) de manera independiente (1). Con este sistema es posible evaluar tanto el efecto de la energía específica de disipación ( $P/KD^3$ ) como el de la frecuencia de circulación ( $1/t_c$ ), que se refieren a la cantidad de energía suministrada en la zona de barrido del impulsor ( $\text{kW}/\text{m}^3$ ) y al inverso del tiempo de circulación ( $\text{s}^{-1}$ ). El producto de ambos términos es conocido como la velocidad de disipación de energía (EDCF;  $\text{kW}/\text{m}^3 \cdot \text{s}$ ). Para evaluar el efecto individual de  $P/KD^3$  y de  $1/t_c$  se llevaron a cabo cultivos a  $\text{TOD} \geq 20\%$  utilizando turbinas Rushton de 1/3 y 1/2 del diámetro del tanque y a diferentes velocidades de agitación (Tabla 1). Se estimó el valor del tamaño de eddies de la microescala de Kolmogorov ( $\lambda$ ) en la zona de influencia del impulsor para evaluar su influencia sobre el tamaño de los agregados miceliarios.

**Tabla 1.** Condiciones iniciales y valores estimados de EDCF a 0 y 48 h

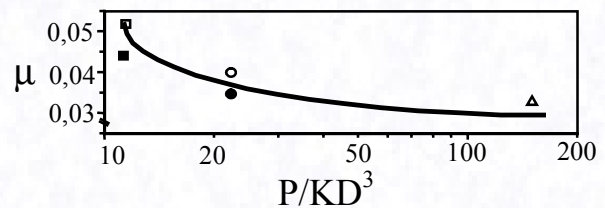
| D/T | N     | P/k·D <sup>3</sup>   | t <sub>c</sub> (s) |      | EDCF (kW/m <sup>3</sup> ·s) |      | Símbolo |
|-----|-------|----------------------|--------------------|------|-----------------------------|------|---------|
|     |       |                      | 0 h                | 48 h | 0 h                         | 48 h |         |
| (-) | (rpm) | (kW/m <sup>3</sup> ) |                    |      |                             |      | (-)     |
| 1/3 | 275   | 11.4                 | 3.6                | 4.3  | 3.2                         | 2.9  | □       |
| 1/2 | 230   | 11.2                 | 1.2                | 1.4  | 9.5                         | 8.1  | ■       |
| 1/3 | 350   | 22.3                 | 3.0                | 4.0  | 7.4                         | 5.6  | ○       |
| 1/2 | 292   | 22.2                 | 0.9                | 1.1  | 23.9                        | 20.0 | ●       |
| 1/3 | 660   | 149.5                | 1.6                | 1.7  | 95.9                        | 87.5 | △       |

**Resultados y discusión.** Bajo las condiciones evaluadas, el  $t_c$  tuvo un mayor efecto en el diámetro máximo de los agregados miceliarios que  $P/KD^3$  (Fig. 1). En consecuencia, la viscosidad de los caldos (datos no mostrados) fué una función del diámetro de impulsor – el cual determina el tiempo de circulación – para los cultivos llevados a cabo a la misma  $P/KD^3$ .



**Figura 1.** Efecto de  $P/KD^3$  y de  $t_c$  sobre el diámetro de agregados

Por otra parte, la velocidad de crecimiento fué una función inversa de  $P/KD^3$  (Fig. 2). Esto está relacionado con el incremento del estrés hidrodinámico, que influye negativamente en el crecimiento de los microorganismos miceliarios. Es importante hacer notar que en los cultivos llevados a cabo a la más alta EDCF se produjo esporulación del hongo, como respuesta a la magnitud de estrés impuesto



**Figura 2.** Efecto de la velocidad de disipación de energía sobre  $\mu$  ( $\text{h}^{-1}$ )

**Conclusiones.** En la escala estudiada, el  $t_c$  influyó más en el desarrollo de los cultivos que la  $P/KD^3$ . Se demostró que es posible manipular el crecimiento y la morfología a través de la simple selección del diámetro del impulsor del bioreactor.

**Agradecimientos.** Apoyo financiero de la DGAPA (IN 226202).

### Bibliografía

1. Rocha-Valadez, J.A., Albitzer, V., Caro, M.A., Serrano-Carreón, L., Galindo, E., 2007. A fermentation system designed to independently evaluate mixing and/or oxygen tension effects in microbial processes – development, application and performance. *Bioprocess Biosyst. Eng.* (DOI 10.1007/s00449-006-0108-6).