

VELOCIMETRÍA POR SEGUIMIENTO DE PARTÍCULAS PARA EL ESTUDIO DE UN SISTEMA MODELO TRIFÁSICO CON NEMÁTODOS ENTOMOPATÓGENOS.

Yolanda Reyes¹, Octavio Gómez¹, Héctor Martínez², Florencio Sánchez² y Mayra de la Torre¹

¹Departamento de Biotecnología y Bioingeniería, CINVESTAV-IPN. Av. IPN 2508, Col. San Pedro Zacatenco, México, D.F. C.P. 07360. Fax: 57473313. ²Laboratorio de Ingeniería Térmica e Hidráulica Aplicada, ESIME-IPN. Av. IPN, Col. Lindavista, C.P. 07738. yreyes@mail.cinvestav.mx.

Palabras clave: nemátodos entomopatógenos, velocimetría por seguimiento de partículas, *Steinernema feltiae*

Introducción. Velocimetría por Seguimiento de Partículas (VSP) es una técnica no intrusiva usada en mecánica de fluidos para mediciones locales de propiedades de flujo, además proporciona información sobre velocidades instantáneas de diferentes fases y permite la caracterización de burbujas. A principios de la década pasada se aplicó para estudiar el comportamiento de los patrones de flujo, vorticidad y turbulencia producidos por animales acuáticos¹. Estudios previos en la producción del nemátodo entomopatógeno *Steinernema feltiae* han probado que la hidrodinámica inducida en el sistema tiene un efecto significativo sobre la reproducción de nemátodos², sin embargo no se ha logrado determinar como es la interacción de las diferentes fases en el biorreactor. Con el objetivo de tener una técnica para estudiar dicha interacción, en este trabajo se presenta la implementación de la técnica VSP para el estudio de la producción de *Steinernema feltiae*.

Metodología. Se diseñó un sistema modelo utilizando una columna burbujeante construida en acrílico con una caja para corrección óptica, usando como dispersor para el aire una piedra porosa y una placa perforada. Las fases adultas de *S. feltiae* provenientes de cultivo sólido se colocaron en la columna en un medio polietilenglicol:agua ($\mu=3.5$ cp). A este sistema se le adaptaron los componentes de VSP, una cámara CCD Kodak Megaplug ES 1.0 capturando secuencias de 10-100 imágenes con tiempos de exposición de 0.5 ms, una fuente de iluminación (lámpara de halógeno de 500 watts) y espejos planos de precisión para reflejar la luz. Las imágenes fueron adquiridas mediante el software MAX y analizadas con IMAQ Vision Builder (National Instruments).

Resultados y discusión. Se encontró que los nemátodos pueden ser usados como partículas trazadoras, debido probablemente a que su densidad es similar a la del agua ($\rho_{\text{nematodo}}=1.04 \text{ kg/m}^3$).

Con las imágenes obtenidas, el tratamiento digital y los algoritmos desarrollados siguiendo los principios de VSP y velocimetría por imágenes de partículas (VIP)³ se logró:

a) Obtener la velocidad de los nemátodos y por ende de la fase líquida. Para obtener la velocidad de los nemátodos se consideró constante su longitud entre pares de imágenes, entonces se obtuvieron los desplazamientos Δx y Δy de imagen a imagen y con el tiempo transcurrido entre estas, se calculó la velocidad y se construyeron los mapas de vectores correspondientes.

b) A través del seguimiento de la posición de las burbujas de tamaño similar en imágenes consecutivas y el tiempo transcurridas entre estas, se determinó la velocidad de la fase gaseosa.

c) Mediante el análisis digital de las imágenes se obtuvieron la posición, el tamaño y los patrones de distribución de los nemátodos y de las burbujas de aire.

Conclusiones. Se logró implementar la técnica VSP en el sistema modelo y los datos obtenidos permitirán conocer por primera vez el comportamiento dinámico y la interacción de las fases involucradas en un sistema de producción de nemátodos entomopatógenos.

Agradecimientos. Al CONACYT por las becas de Y. Reyes y H. Martínez, y al proyecto Z-001. Al CINVESTAV-IPN por la beca de H. Martínez.

Bibliografía.

1. Stamhuis EJ, Videler JJ, van Duren LA, Müller UK (2002) Applying digital particle image velocimetry to animal-generated flows: Traps, hurdles and cures in mapping steady and unsteady flows in Re regimes between 10^{-2} and 10^5 . *Experiments in Fluids*. 33; 801-813.
2. Chavarria N (2001) Efecto de las condiciones hidrodinámicas sobre la propagación del nematodo entomopatógeno *Steinernema feltiae* en cultivo monoxénico. Tesis de Doctorado. CINVESTAV. México.
3. Chen RC, Fan LS (1992) Particle image velocimetry for characterizing the flow structure in three-dimensional gas-liquid-solid fluidized beds. *Chem. Engng. Sci.* 47; 3615-3622.

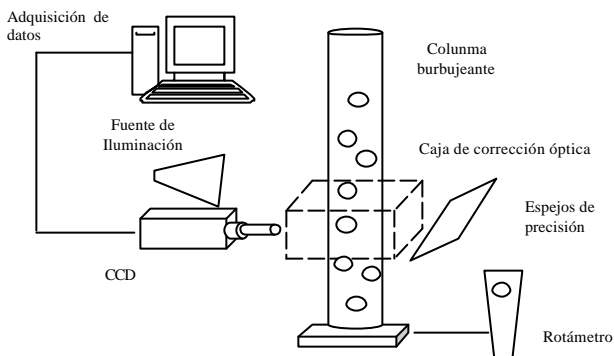


Fig. 1. Esquema del arreglo experimental.