

CARACTERIZACIÓN DE LA DINAMICA DE CRECIMIENTO CELULAR DE *Beta vulgaris* L. CULTIVADAS *in vitro* A TRAVÉS DE ANÁLISIS FRACTAL DE IMÁGENES

¹Lino Sánchez Segura, ²Jorge Chanona Pérez, ¹Martha Arenas Ocampo, y ¹Antonio R. Jiménez-Aparicio.

¹Centro de Desarrollo de Productos Bióticos. Instituto Politécnico Nacional. Apartado Postal 24. Yauatepec, Morelos. México. C.P. 62731. (735)3942020. Fax: (735)3941896. aaparici@ipn.mx.

²Departamento de Graduados e Investigación en Alimentos. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del IPN. Carpio y Plan de Ayala s/n Col. Santo Tomás, México. 11340. D.F., México.

Palabras clave: Dimensión Fractal, Caos.

Introducción. Las células desdiferenciadas de *Beta vulgaris* L. cultivadas *in vitro* presentan un crecimiento continuo, acelerado y de apariencia desorganizada formando estructuras autosimilares denominados callos y agregados (Hurtado y Merino 1987). El análisis fractal imágenes AFI, permite cuantificar las propiedades emergentes de imágenes digitales, a través de los diferentes elementos que las componen, su origen y su naturaleza. Es por estas razones que se considera una herramienta útil para evaluar la morfometría de las células (Jimenez 2005). Sin embargo las mediciones subjetivas como son los conceptos de circular, cilíndrico o esférico se basan en la geometría euclidiana la cual constituye una abstracción de la naturaleza; No obstante, en el caso de la biotecnología vegetal las células son imposibles de describir de esta manera, por lo que se ha propuesto utilizar la dimensión fractal como elemento para analizar las propiedades dinámicas de las formas naturales o como interaccionan entre si para competir u organizarse (Talanquer, 1996). Los fractales permiten explicar los sistemas complejos y el caos. Este tipo de sistemas dinámicos interaccionan con varios componentes impidiendo predecir el fenómeno a lo largo del tiempo. El **objetivo** de este trabajo es caracterizar la dinámica de crecimiento celular a través de AFI y de la dimensión fractal.

Metodología. Se cultivaron callos de *Beta vulgaris* L. en 2 lotes de medio semisólido B₅ se adquirieron imágenes durante 31 días. Posteriormente las imágenes fueron procesadas, segmentadas y analizadas con el programa Sigma Scan Pro. V.5.0. A partir de las matrices numéricas midieron: área (A), perímetro máximo (P), longitud máxima (Lmax) y factor de forma (Ff). El cálculo de la dimensión fractal (Df) de perímetro D_P y área D_A se realizo a través del gráfico lnA contra el lnP; $Df = e^m \dots\dots(1)$

Resultados y discusión. El resultado del análisis indico que los agregados celulares desarrollaron diversas características morfométricas figura 1. Mientras que la cinética fractal mostró que del día 1 al 11 una fase de oscilación periódica, a partir del día 12 hasta el día 23 una fase de desorden y del día 24 al 31 la D_P regresa a una fase periódica como se muestra en la figura 2. Es decir, el crecimiento no experimentó una dinámica lineal constante y por el contrario, es impredecible, por lo que la D_P, así como la D_A se vuelve irregular y oscilante (Talanquer, 1996).



Figura 1. Medición de la dimensión fractal D_P y D_A durante el crecimiento de los lotes 1 y 2 analizados.

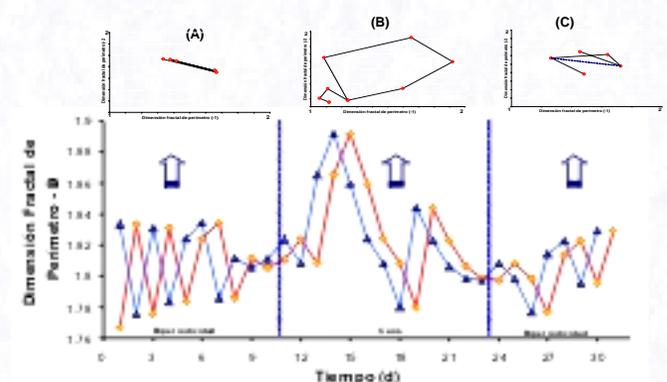


Fig. 2. Regiones identificadas en la dinámica de crecimiento fractal de agregados de *Beta vulgaris* L.: (A) Atractor determinista, (B) región caótica y (C) cuasi - atractor (●) D_P (▲) D_{P-1}

Conclusiones. Los agregados celulares de *Beta vulgaris* L. presentaron comportamiento fractal, manifestado como D_P y D_A . Esta propiedad permitió caracterizar la dinámica no lineal de crecimiento de *Beta vulgaris* L. a partir de las 3 regiones identificadas y de la presencia de atractores estadísticos permiten deducir una desincronización celular en las fases de crecimiento y la sincronización en la etapa de división celular.

Agradecimiento. Este trabajo fue financiado por los proyectos CONACYT 39562-Z y CGPI 20060394

Bibliografía.

- Hurtado M.D. y Merino M.M. E. 1987. Cultivo de Tejidos vegetales. Cultivo de Callos. Cap. 7. 1ª Edición. Ed. Trillas. México. pp 93-100
- Talanquer V. 1996. Fractus, fracta, fracta. Fractales, de laberintos y espejos. 1ª Edición. Ed. Fondo de Cultura Económica. México. pp 83.