

## 4.7. COMUNICACIÓN BREVE 7

### *Modelamiento matemático de la dinámica de dos poblaciones bacterianas termófilas y amilolíticas aisladas del volcán Chiles.*

*Eduardo Ibarguen, Miller Ceron, María Alejandra Mármol, Edith Mariela Burbano, Ariana Reina, Mario Pantoja*  
[edbargun@gmail.com](mailto:edbargun@gmail.com) Universidad de Nariño.

#### **Resumen.**

Se desarrolló un estudio que evalúa la dinámica de dos aislados bacterianos termófilos amilolíticos de una fuente termal del volcán Chiles, Nariño, midiendo su crecimiento y la hidrólisis de almidón en el tiempo. Se propusieron dos medios de cultivo para el aislamiento, Luria Bertani y otro medio adicionado con peptona y glucosa. En este trabajo se formula y analiza un modelo matemático ajustado a presa-predador, con respuesta funcional tipo logístico adaptado, para el predador, éste describe la dinámica de crecimiento poblacional de las bacterias termófilas amilolíticas en un medio específico con almidón, seleccionando dos aislados y evaluando el crecimiento a intervalos de 8 horas durante cuarenta horas, por medio de espectrofotometría. Para el ajuste y validación del modelo se tiene en cuenta que la dinámica poblacional de la presa no presenta respuesta funcional debido a la naturaleza de la misma y que el modelo admite una capacidad de carga variable.

**Palabras claves.** Modelo, Dinámica, Capacidad de Carga, Termófilos

- **Presentación del problema.**

A pesar que existen varios métodos respaldados matemática y estadísticamente empleados para el estudio de la ecología microbiana estos no son suficientes para establecer conclusiones contundentes respecto a la interacción de los organismos con el medio, interfiriendo con el desarrollo de la ecología microbiana como ciencia cuantitativa.

La relación de los microorganismos con el ambiente termófilo cobra gran importancia debido a las diferencias físicas y químicas en comparación a ambientes en los cuales la vida se hace más favorable. En el volcán Chiles, Cabrera, A., Díaz, R. (2003), realizaron un estudio de aislamiento y caracterización parcial de bacterias termófilas asociadas a aguas termales, sin embargo, aún no está bien documentada la dinámica poblacional de los microorganismos adaptados a este ambiente y su asociación con la actividad amilolítica.

El ajuste de un modelo matemático a la dinámica población posibilita el uso potencial biotecnológico e industrial de los microorganismos extremófilos, por ende el desarrollo del departamento de Nariño, caracterizado por su geografía diversa y ser plataforma de ambientes de vida extremas en zonas volcánicas.

- **Marco de referencia conceptual.**

Modelo matemático: Un modelo matemático se define como un conjunto de ecuaciones que expresan las características esenciales del fenómeno en términos matemáticos, se caracteriza por su universalidad, empleo de un lenguaje preciso, sin ambigüedades, todo modelo posee una estructura y parámetros. (Ribas, Hurtado et al, 2011)

Modelo Presa Predador: Cuando las especies interactúan, la dinámica poblacional de cada especie se ve afectada, si la tasa de crecimiento de una población disminuye y la otra aumenta las poblaciones están en una situación de predador presa. (Murray, 2001)

Modelo logístico: Sugiere que la población no crece ilimitadamente, sino que sigue un crecimiento hasta alcanzar una capacidad de carga máxima  $K$  simulando una curva logística según variaciones de tiempo.

- **Metodología.**

Se tomaron 3 muestras de agua en 2 puntos seleccionados de las fuentes termales “Baños Chiles” en los cuales se registraron parámetros fisicoquímicos como temperatura y pH y sus respectivas coordenadas geográficas. Las muestras se procesan en los laboratorios de la Universidad de Nariño, estas fueron filtradas a través de gasa estéril y 100 uL, de cada muestra fueron inoculados por triplicado en medios sólidos Luria Bertani y un medio adicionado con fuente de carbono, se ajustó pH 6,0, se realizó la técnica de siembra masiva y se incubó a temperatura de 42 °C durante 24 horas (Rivas, 2017). La actividad amilolítica de los aislados se determinó por un test de lugol. Posteriormente se realiza la revisión bibliográfica de modelos matemáticos analizando los modelos matemáticos relevantes que puedan ajustarse al fenómeno estudiado, se tiene en cuenta las variables que intervienen en el proceso analizando su dependencia y su interacción con el sistema, para ahorrar esfuerzos computacionales. Al final se contrasta la teoría con los resultados experimentales estableciendo algunas limitaciones con el objetivo de ajustarse a los modelos preestablecidos, esto se logra identificando las variables convenientes en el proceso y descartando factores no relevantes, posibilitando la construcción de la ecuación o sistemas de ecuaciones que describan el fenómeno. Se pretende determinar los parámetros del modelo a partir de la simulación y aproximarse aún más a la realidad del fenómeno.

- **Análisis de datos.**

En la curva de crecimiento se observa que la dinámica poblacional de los dos aislados es semejante, en ambas; la primera y segunda generación de bacterias crece acorde a la cantidad de sustrato en el medio, la diferencia radica en el pico de crecimiento.

El sustrato determina la capacidad de sustento del medio, en particular se estableció que esta variaba en función del crecimiento poblacional, haciendo que la capacidad de carga tiende a cero.

Teniendo en cuenta lo mencionado, para la construcción del modelo se realizó una variación al modelo logístico.

- **Conclusiones.**

Los aislados del estudio presentaron un rápido crecimiento, en un tiempo aproximado de 8 horas ambos aislados alcanzaron el punto máximo de crecimiento poblacional.

La dinámica de crecimiento permite plantear que los aislados bacterianos tienen una gran capacidad de adaptación en cuanto a utilización de recursos debido a los nuevos medios impuestos en los cuales tuvieron que desarrollarse.

El modelado matemático describe la dinámica de crecimiento poblacional de las bacterias termófilas el sustrato que contiene el almidón.

Los datos experimentales fueron ajustados al modelo, lo cual permitió determinar las diferentes tasas que intervienen en el mismo.

### **Bibliografía.**

Alfonso, M., Coca, A., Ramírez, W., Carvajal, L., 2008. Aproximación a la dinámica poblacional de los microorganismos en diferentes sustratos empleados en los cultivos de rosa (*Rosa spp.* var. Charlotte) en la Sabana de Bogotá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. Vol. 2 pp. 98-109.

Dennis G. Zill, *ECUACIONES DIFERENCIALES CON APLICACIONES DE MODELADO*, International Thomson Editores, México, 1997.

J.D. Murray ,*Mathematical Biology: I. An Introduction*, Third Edition, Springer, New York, 2001.

Miranda, Ileana. (2014). Modelación matemática de la dinámica de poblaciones: desarrollo histórico y uso práctico en Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 29(3), 157-167. Recuperado en 14 de abril de 2018, de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522014000300001&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522014000300001&lng=es&tlng=es).

Ribas-García, M., & Hurtado-Vargas, R., & Garrido-Carralero, N., & Domenech-López, F., & Sabadí-Díaz, R. (2011). Metodología para la modelación matemática de procesos. Caso de estudio, fermentación alcohólica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 45 (1), 37-47.