

Reporte 1: Función exponencial

Todas las poblaciones presentes en la naturaleza crecen de manera exponencial, esto se refiere a que la tasa de crecimiento por individuo se mantiene sin importar el tamaño de la población, sin embargo, llega un momento en el que los recursos se ven limitados y esto provoca un decaimiento en este crecimiento. La bacteria *Escherichia coli* es uno de los modelos biológicos bacterianos más utilizados por lo tanto se conoce con certeza tanto su peso como su tamaño y otras características, es por ello que si en este trabajo se busca encontrar cuanto tiempo tardaría el obtener el peso de la Tierra en un cultivo bacteriano que crece exponencialmente se tomarán las medidas establecidas para una bacteria de *E. coli*.

En el caso de esta bacteria su peso es de 1×10^{-15} kg (Guo et al. 2012) y al compararlo con el peso de la Tierra, el cual es de 5.972×10^{24} kg, se estima que el número de células de *E. coli* necesarias para alcanzar este peso sea de:

$$\begin{aligned} 1 \text{ bacteria} &- 1 \times 10^{-15} \text{ kg} \\ x \text{ bacterias} &- 5.972 \times 10^{24} \text{ kg} \\ x &= \frac{5.972 \times 10^{24}}{1 \times 10^{-15}} = 5.97 \times 10^{39} \text{ UFC} \end{aligned}$$

Si se contara con un cultivo que parte de una bacteria *E. coli* y que presenta crecimiento exponencial con un t_2 de 30 minutos para obtener una población de 5.972×10^{39} células la tasa de crecimiento sería de:

$$\begin{aligned} t_2 &= \frac{\ln(2)}{\alpha} \\ \alpha &= \frac{\ln(2)}{30} = 0.023 \end{aligned}$$

Y para determinar el tiempo necesario para obtener el tamaño de población deseado:

$$\begin{aligned} N(t_x) &= N_0 e^{\alpha t_x} \\ x N_0 &= N(t_x) = N_0 e^{\alpha t_x} \\ 5.972 \times 10^{39} &= 1 e^{\alpha t_x} \\ \ln(x) &= \ln(e^{\alpha t_x}) = \alpha t_x \\ t_x &= \frac{\ln(5.972 \times 10^{39})}{0.023} = 3,982.08 \text{ min} = 66.36 \text{ horas} \end{aligned}$$

Sin embargo, como se mencionó anteriormente una de las principales características de las poblaciones biológicas es que no existen los recursos necesarios para que estas mantengan un crecimiento exponencial por una gran cantidad de tiempo. En el caso de las bacterias se conoce que el crecimiento bacteriano cuenta con 4 fases: la de latencia, exponencial, estacionaria y muerte. La fase exponencial puede continuar creciendo sin embargo siempre llegará un punto donde la población se encuentre con factores limitantes como lo son el agotamiento de nutrientes, la acumulación de

productos metabólicos tóxicos o una combinación de ambos y esto provocará que se pase a la fase estacionaria que es el periodo de tiempo donde la población no sufre ningún cambio en el número de microorganismos para después proceder a la fase de muerte donde la población comienza a disminuir (Lozano et al. 2021).

Como conclusión nunca llegaremos a obtener una población de bacterias que tenga el mismo peso que el planeta Tierra debido a que una población solo puede ser tan grande como lo permitan los recursos presentes en su ambiente y debido a que estos recursos son finitos por ende también lo es el crecimiento poblacional sin importar que se presente un crecimiento exponencial.

Referencia:

Guo AC, Jewison T, Wilson M, Liu Y, Knox C, Djoumbou Y, Lo P, Mandal R, Krishnamurthy R, Wishart DS. (2012). ECMDB: The E. coli Metabolome Database. Nucleic Acids Res.

Lozano, C., Ramírez, L., Constanza Corrales, L., & Suárez, D. M. (2021). Las bacterias, su nutrición y crecimiento: una mirada desde la química. Nova, 19(36), 49-94.