



MODELO PARA DETERMINAR EL CRECIMIENTO DEL SIDA EN EL PERÚ EN UNA POBLACIÓN SEXUALMENTE ACTIVA SIN CONTROL EN LOS PRÓXIMOS 36 AÑOS

Nelly Norma Tamariz Grados¹ / Stalein Jackson Tamara Tamariz²

Resumen

El siguiente trabajo muestra un modelo matemático que explica el comportamiento de transmisión del Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) en una población sexualmente activa. Los datos se obtuvieron del departamento estadístico del Ministerio de Salud (MINSa). El modelo se formuló haciendo uso de las Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Las simulaciones se realizaron utilizando el código del programa MATLAB.

Introducción

El síndrome de inmunodeficiencia adquirida, conocido por su acrónimo SIDA, es el conjunto de enfermedades de muy diverso tipo (generalmente, procesos infecciosos o tumorales) que resultan de la infección por el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH). La era del SIDA empezó oficialmente el 5 de junio de 1981, cuando los Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos convocaron a una conferencia de prensa donde describieron 5 casos de neumonía en los Ángeles. Al mes siguiente se constataron varios casos de Sarcoma de Kaposi, un tipo de cáncer de piel. Las primeras constataciones de estos casos fueron realizadas por el Dr. Michael Gottlieb de San Francisco.

La infección por VIH que produce en sus estados avanzados el SIDA se adquiere a través del intercambio de fluidos como la sangre, el semen, la mucosa vaginal y la mucosa anal. Otros fluidos como las lágrimas y la saliva contienen el virus en menores cantidades, de manera que la probabilidad de adquirir el VIH a través de ellos es prácticamente nula. Las formas más frecuentes de contraer el VIH son a través

del coito sin condón, las jeringas y otros instrumentos punzocortantes infectados, la transfusión de sangre o productos derivados contaminados con el virus, o bien, por vía perinatal de una madre a su hijo en el parto o al amamantarlo.

La transmisión del VIH no es actualmente un problema de importancia fuera de las grandes zonas urbanas del Perú. Entre los casos de VIH/sida denunciados, el 52.60 % se encuentran en Lima y Callao - la zona de la ciudad capital (MINSa, 2013).

Objetivos

- Buscar un modelo matemático que describa la dinámica de crecimiento de transmisión del VIH/SIDA.
- Comparar los Casos de Población Sin Control.
- Realizar un pronóstico para los siguientes 36 años.

Modelo Matemático

Población Sin Control: Determinemos la Población del Perú como "N", la cual la dividiremos en Infectados (I) y Propensas (P), donde la población de individuos propensos sexualmente activos conformada por varones y mujeres las denotaremos P_v y P_m respectivamente, de manera análoga la población de individuos infectados conformada por varones y mujeres se denotará como I_v e I_m respectivamente. A la proporción de varones sexualmente activa la denotamos como S_v y a las mujeres como S_m , la tasa de mortalidad de los individuos propensos se expresará como δ ; la tasa de mortalidad de los individuos infectados tanto varones

¹Docente de la Facultad de Bromatología y Nutrición. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Email: nellyt_bn@hotmail.com

²Docente de la Facultad de Ciencias. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Email:jack_inc7@hotmail.com

Casos de VIH/SIDA en el Perú en los últimos 30 años.

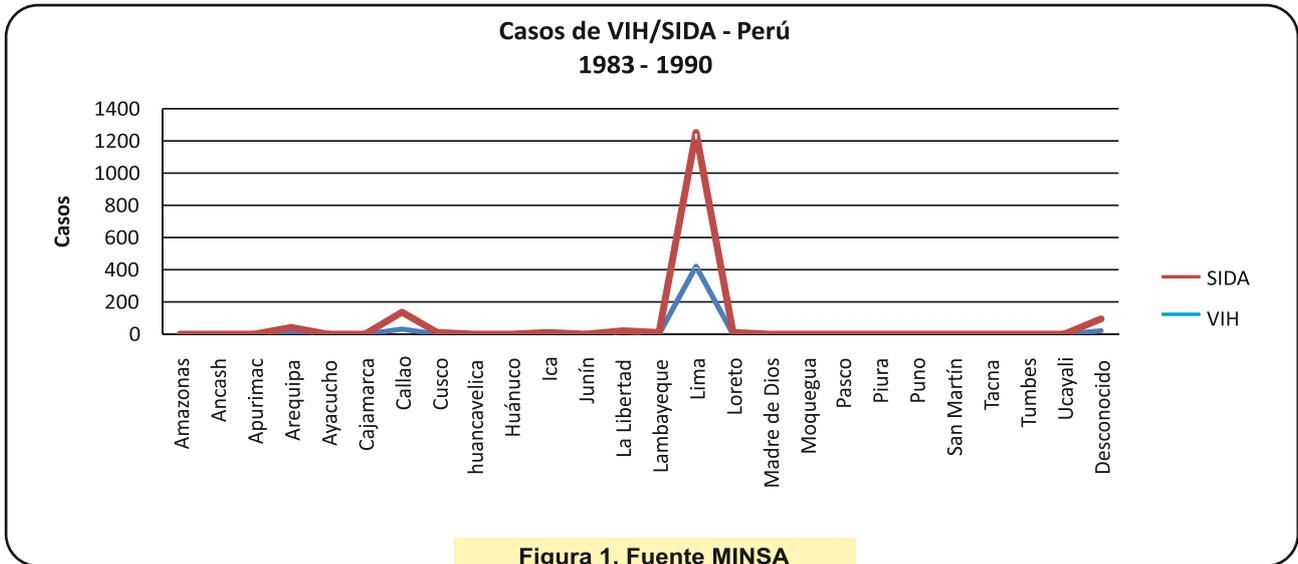


Figura 1. Fuente MINSa

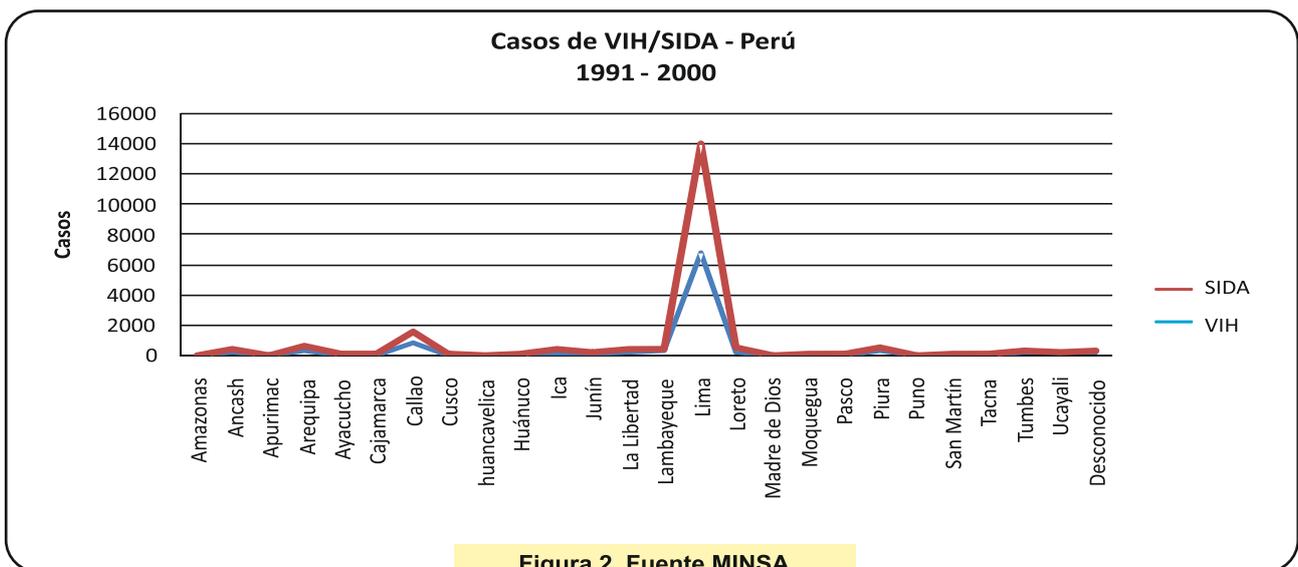


Figura 2. Fuente MINSa

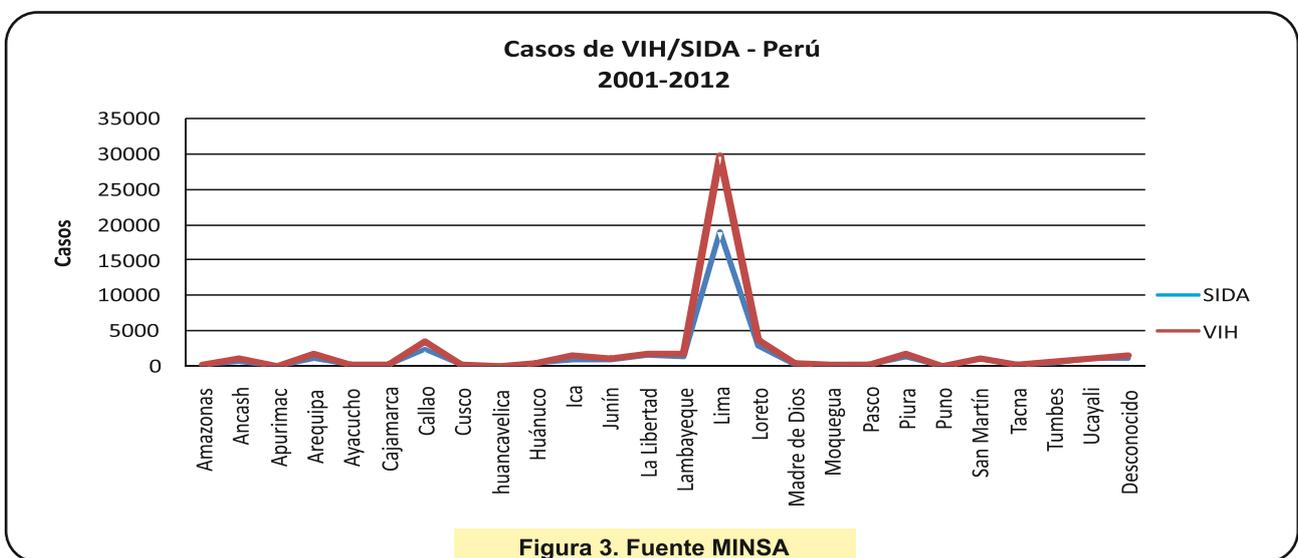


Figura 3. Fuente MINSa

como mujeres será α y β respectivamente. La tasa de infección de varones por contagio de mujeres la denotamos C_v y la tasa de infección de mujeres por contagio de varones será C_m .

Las tasas de variación respecto al tiempo para los varones y mujeres propensos se representa por $\frac{dP_v}{dt}$ y para las mujeres se representa por $\frac{dP_m}{dt}$, en el caso

de los varones y mujeres infectados la tasa de variación respecto al tiempo es $\frac{dI_v}{dt}$ y $\frac{dI_m}{dt}$ respectivamente.

	Notación
Fracción de Varones sexualmente activos	$S_v N$
Fracción de Mujeres sexualmente activas	$S_m N$
Mortalidad natural de Varones	$-\delta P_v$
Mortalidad natural de Mujeres	$-\delta P_m$
Fracción de varones que mueren por infección	$-\alpha I_v$
Fracción de mujeres que mueren por infección	$-\beta I_m$
Fracción de mujeres que infectan a los varones	$\frac{I_m}{M}$
Fracción de varones que infectan a las mujeres	$\frac{I_v}{V}$
Fracción de varones que dejan de ser propensos y se vuelven infectados	$-C_m \frac{I_m}{M} P_v$
Fracción de mujeres que dejan de ser propensas y se vuelven infectadas	$-C_v \frac{I_v}{V} P_m$

Población del Perú

	Varón	Mujer	
Individuo Propenso	13566390	13770767	27337157
Individuo Infectado	56250	18750	75000
	13622640	13789517	27412157

Fuente: INEI-MINSA

Población Sexualmente activa

	Varón	Mujer	
Niño (0 - 11 años)	3618305	3662630	7280935
Individuo Sexualm. Activo	10004335	10126887	20131222
	13622640	13789517	27412157

Fuente: INEI

	Varón	Mujer	
Infectados VIH -SIDA	52500	17500	70000
Muerto por SIDA	3750	1250	5000
	56250	18750	75000

Fuente: INEI

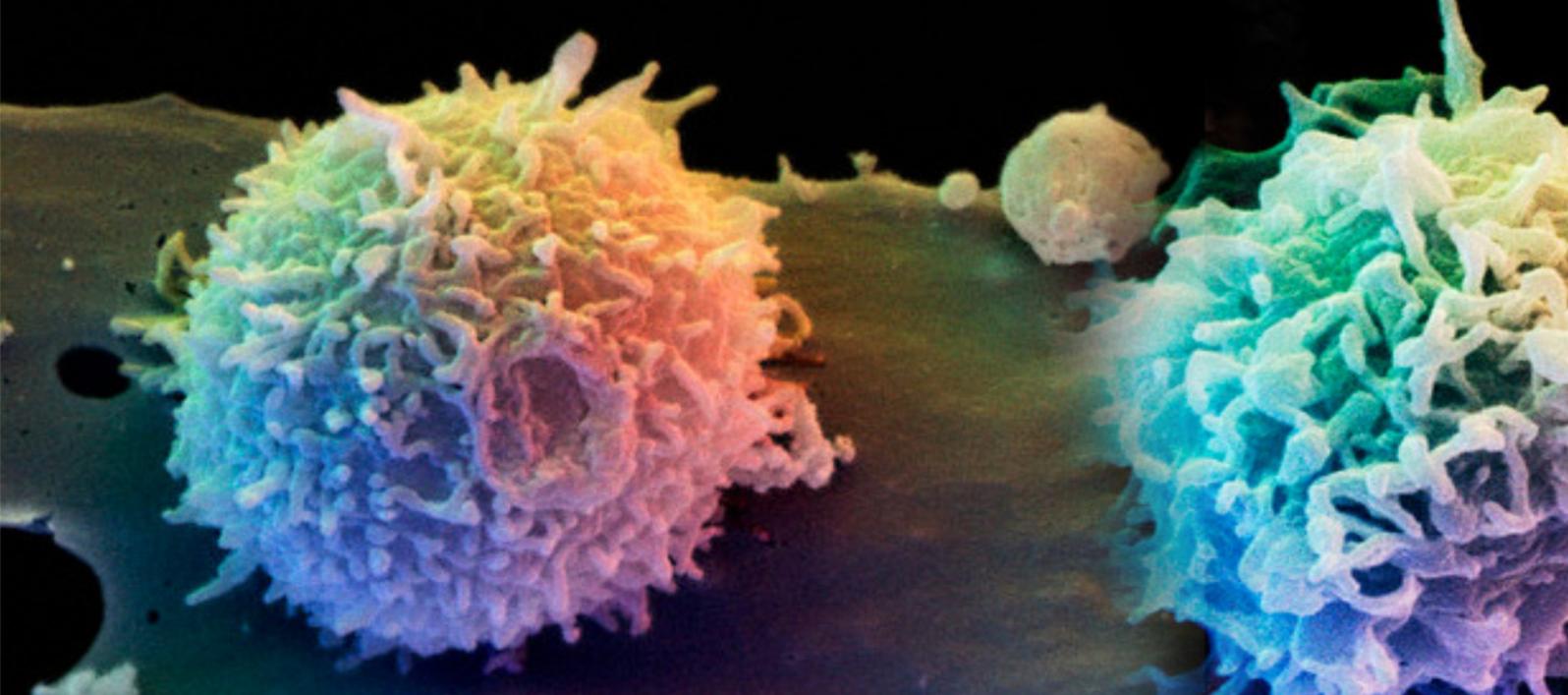
Formulación del Modelo:

Tasa de Variación para varones y mujeres propensos a contagio:

$$\begin{cases} \frac{dP_v}{dt} + C_m \frac{I_m}{M} P_v + \delta P_v - S_v \cdot N = 0 \dots (01) \\ \frac{dP_m}{dt} + C_v \frac{I_v}{V} P_m + \delta P_m - S_m \cdot N = 0 \dots (02) \end{cases}$$

Tasa de Variación para varones y mujeres infectados:

$$\begin{cases} \frac{dI_v}{dt} - C_m \frac{I_m}{M} P_v + \alpha I_v = 0 \dots (03) \\ \frac{dI_m}{dt} - C_v \frac{I_v}{V} P_m + \beta I_m = 0 \dots (04) \end{cases}$$



Resultados

Para ello tomamos los siguientes datos y parámetros determinados por la información recopilada del INEI y MINSA.

Parámetros y Datos	Valores
Población (N)	27412157
Número de Varones (V)	13622640
Número de Mujeres (M)	13789517
Proporción Sexualmente Activa	$S_v = 0.49$
	$S_m = 0.51$
Tasa de Infección por contagio	$C_v = 0.75$
	$C_m = 0.25$
Tasa de mortalidad natural	$\delta = 0.006$
Tasa de mortalidad por infección	$\alpha = 0.06$
	$\beta = 0.06$

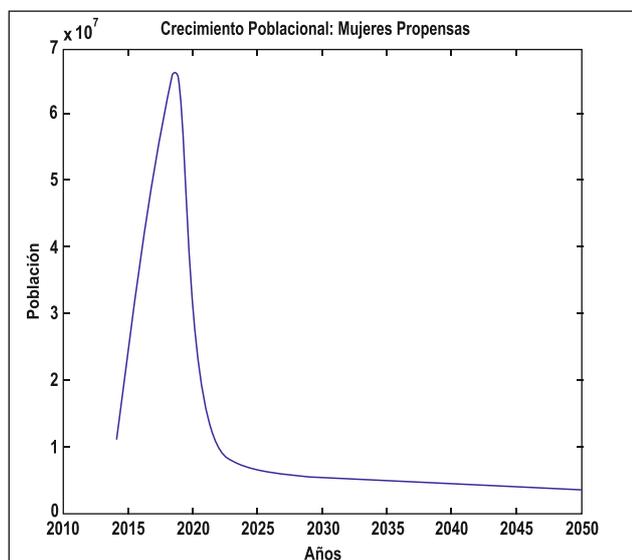


Figura 1. Población Propensa de Varones: P_v

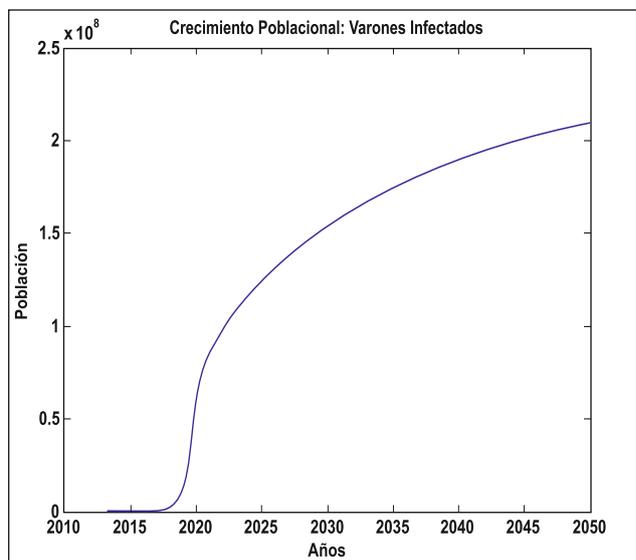


Figura 2. Población Infectada de Varones: I_v

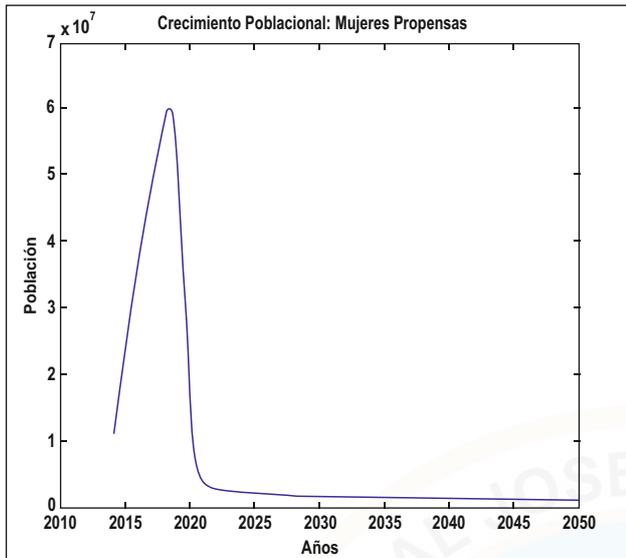


Figura 3. Población Propensa de Mujeres: P_m

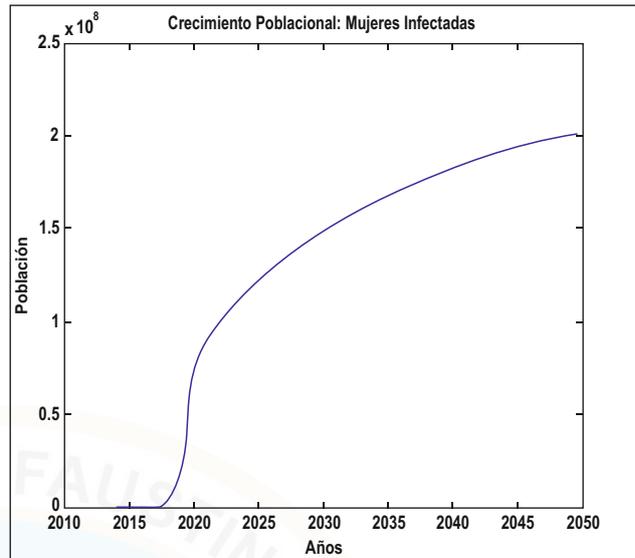


Figura 4. Población Infectada de Mujeres: I_m

Conclusiones

- La población propensa sexualmente activa de varones y mujeres para el 2050 estaría por debajo del millón de personas si no hubiera un control.
- La población de individuos infectados para el 2050 estaría por encima de los 20 millones para ambos sexos.

Recomendaciones

- El modelo sólo analiza a una población sin control, es decir, sin protección. Se recomienda un modelo para una población controlada poder comparar el comportamiento del crecimiento de individuos infectados.

Bibliografía

- Abramson, G. (2012). La Matemática de los Sistemas Biológicos. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo.
- Echevarría, L.; Del Río, M.; Cause, M (2006). El sida y sus manifestaciones oftalmológicas. Avances tras la Haart. España.
- Helfgott, M and Vera, V. (1982). Introducción a las Ecuaciones Diferenciales. Lima: Amaru.
- INEI (2007). Principales Indicadores Demográficos, Sociales y Económicos a Nivel Departamental. Perú.

