

**COEFICIENTES DE INCIDENCIAS
DE LEISHMANIASIS TEGUMENTARIA AMERICANA
MODELIZACIÓN DE RECURRENCIAS
EN HIPÓLITO YRIGOYEN, SALTA, ARGENTINA.**

Juan Carlos Rosales^{a,b}, Hyun Mo Yang^c y Dora Davies^{a*}

RESUMEN: En este trabajo modelizamos mediante un sistema de dos ecuaciones diferenciales ordinarias, del tipo SI Susceptibles e Infectados, las recurrencias de los casos de Leishmaniasis Tegumentaria Americana en Hipólito Yrigoyen (23°14' LS - 64°16' LO), Departamento de Orán, Salta Argentina, con el objeto de relacionarlos con los coeficientes de incidencias calculados en la misma localidad durante el período 2002-2005. Encontramos un coeficiente de incidencia promedio de 16,4x10000 habitantes, para dicho período. Posteriormente realizamos simulaciones numéricas de perturbaciones con el sistema, a efectos de describir en forma cualitativa las oscilaciones de los coeficientes de incidencias anuales alrededor de la incidencia promedio obtenida en el período estudiado en esta zona de Salta, Argentina.

Palabras clave: modelos matemáticos con EDO - tipo SI - incidencia - recurrencia, Leishmaniasis tegumentaria americana.

ABSTRACT: *Recurrence Modeling as a Description of American Tegumental Leishmaniasis Incidence Rates in Hipólito Yrigoyen, Salta, Argentina.*

A two SI-type (susceptible and infected) ordinary differential equation (ODE) system was used for modelling American Tegumental Leishmaniasis case recurrence in Hipólito Yrigoyen (23°14' SL - 64°16' WL), Oran Department, Salta, Argentina with the object of relating these cases with incidence rates calculated in the same place from 2002 to 2005. A mean incidence rate of 16,4 x 10000 inhabitants was found for that period. Numerical simulations of system disruption were developed to qualitatively describe annual incidence rate fluctuations in relation to average incidence collected during the study period in this area of Salta, Argentina.

Key words: SI-type ODE Mathematical Models - incidence - recurrence - american tegumental Leishmaniasis

Introducción

La leishmaniasis tegumentaria americana se presenta en América desde el sur de Texas hasta Argentina, con excepción de Uruguay y Chile. La enfermedad es transmitida por flebótomos *Lutzomia spp* que ingieren los parásitos (*Leishmania spp*) en su forma amastigota de hospedadores mamíferos, los que transfieren luego formas promastigotas a nuevos hospedadores susceptibles. En Argentina se han detectado *Leishmania braziliensis* –la más

^a Consejo de Investigación, Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, Argentina. CP 4400, Argentina.

^b Lab-Epifisma, CP 6065, CEP 13081-970, Campinas S.P. Brasil.

^c Instituto de Matemática Estatística e Computação Científica, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil. Email: jrsalta@yahoo.com.ar, hyunyang@ime.unicamp.br, ddavies@unsa.edu.ar

Juan Carlos Rosales, Hyun Mo Yang y Dora Davies

frecuente, asociada a brotes y manifestaciones mucosas— *L. guyanensis* y *L. amazonensis*. La principal especie de *Lutzomia* vectora de leishmaniasis tegumentaria en Argentina es *L. neivai*⁹. La enfermedad es endémica en las provincias de clima subtropical de Argentina, donde se detectan alrededor de 200 casos anuales, concentrándose en las provincias de Salta, Jujuy y Tucumán. En Orán —provincia de Salta— se han registrado brotes epidémicos entre 1984 - 1987, relacionados con el incremento de la deforestación. En 1998 se registró otro brote epidémico, con 921 casos en Salta. Mientras que en 2002 se notificaron 748 casos para el país, de los cuales 507 se registraron en Salta, según el referencia³. El ciclo de transmisión epidémico típicamente silvestre está acompañado por otras formas, como la transmisión peridomiciliaria¹⁰.

El Departamento Orán, con 123.774 habitantes⁴ presenta clima subtropical, con estación seca que abarca desde mayo hasta octubre y estación húmeda desde noviembre hasta abril. Las precipitaciones anuales oscilan entre 800 y 1.300 mm. La temperatura media anual es de 24,1°⁶. La ciudad de Hipólito Yrigoyen (HY) ubicada en este Departamento, cuenta con 8.755 habitantes.

La modelización planteada para HY en el presente trabajo, mediante un sistema de dos ecuaciones diferenciales ordinarias, del tipo SI, Susceptibles e Infectados, describe cualitativamente las recurrencias de los casos de Leishmaniasis Tegumentaria Americana comparándolos con los coeficientes de incidencias anuales calculados para el período y la evolución temporal de los compartimentos susceptibles e infectados. Se pretende contribuir, desde este punto de vista disciplinar, al conocimiento de la dinámica de transmisión de la leishmaniasis en una zona de alta incidencia de la enfermedad.

Materiales y métodos

Con el propósito de estudiar elementos para explicar la posible situación actual de la leishmaniasis tegumentaria americana en lo que se refiere a la existencia o no de patrones temporales en la localidad de HY y en base a los casos manifiestos de esta enfermedad, se calculan los coeficientes de incidencias anuales, según los datos suministrados por el Programa de Enfermedades Dermatológicas de Interés Sanitario (PEDIS), para el período 2002-2005. El PEDIS es un programa dependiente del Ministerio de Salud Pública del Gobierno de la Provincia de Salta.

Con los valores de incidencias calculados estimamos la tasa de infección utilizadas en las simulaciones del modelo con ecuaciones diferenciales ordinarias planteado para la dinámica del complejo proceso de transmisión de la *leishmaniasis*. Se encuentran los puntos de equilibrio, el *Número Reproductivo Básico Ro*. Se realizan comparaciones entre las simulaciones del modelo introduciendo perturbaciones con los coeficientes calculados en la localidad de HY. Como el propósito es obtener descripciones cualitativas, no realizamos análisis de sensibilidad para los parámetros utilizados en el modelo.

Sitio de muestreo

Hipólito Yrigoyen, localidad ubicada en el departamento de Orán (23°14' LS - 64°16' LO), provincia de Salta, Argentina, a lo largo de los años ha presentado casos de leishmaniasis. Los casos presentados en el período 2002-2005, fueron obtenidos de la base de datos del programa PEDIS. En la Figura 1 presentamos un recorte de una imagen satelital compuesta de NDVI (Normal Difference Vegetation Index) de Hipólito Yrigoyen y el correspondiente mapa procesado usando líneas de contornos, que muestran algunas características del sitio estudiado. Las distribuciones del índice de vegetación permiten ubicar al vector y dar una idea de la selva subtropical y de las zonas deforestadas que rodean a HY, aspectos importantes en el análisis de esta enfermedad.

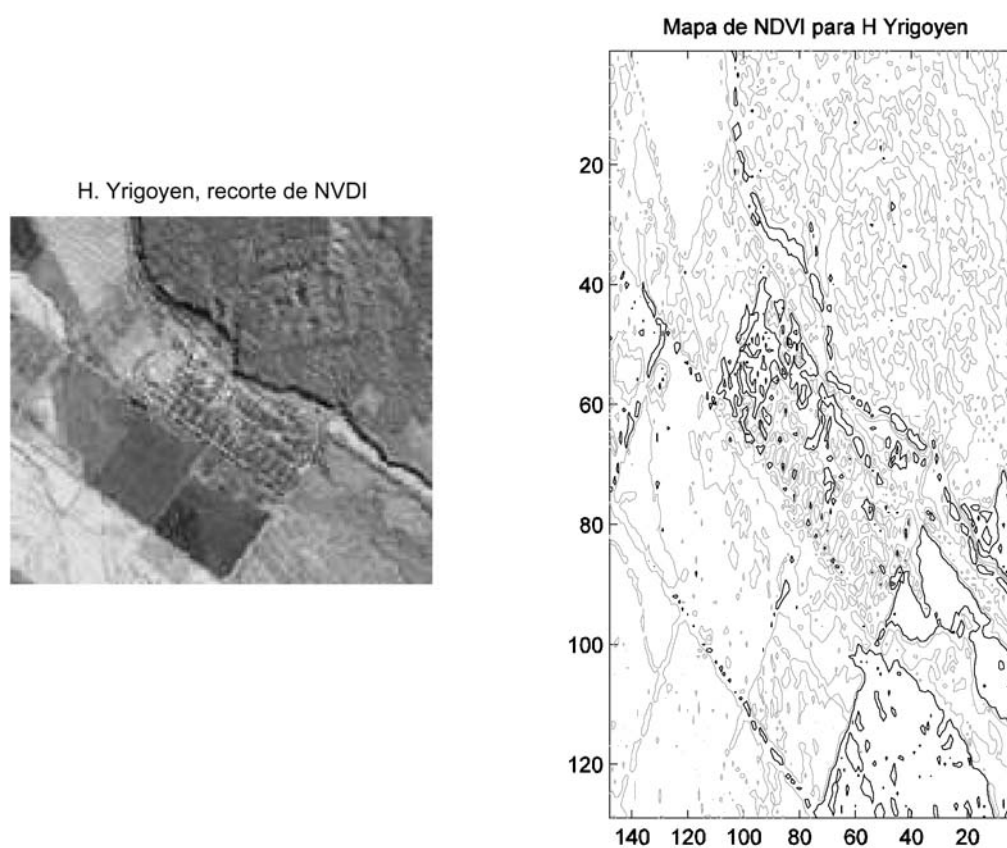


Figura 1: Izquierda: Recorte de una imagen satelital que muestra la localidad Hipólito Yrigoyen, Salta, Argentina. Derecha: Mapa de NDVI procesado con líneas de contornos. En ambos casos se observa, en la parte superior derecha, la selva subtropical que limita la localidad, la cual se supone hábitat natural del vector *Lutzomia*.

Juan Carlos Rosales, Hyun Mo Yang y Dora Davies

El modelo

Se considera para la modelización, un sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias no lineales. Las hipótesis planteadas en dicho sistema fueron las siguientes

1. El ciclo de transmisión de la leishmaniasis tegumentaria americana se simplifica considerando un hospedador vertebrado, el ser humano y un hospedador invertebrado, el vector *Lutzomia*.
2. Las poblaciones de los hospedadores que intervienen en el proceso de transmisión de la leishmaniasis tegumentaria americana, cumplen con las hipótesis de homogeneización.
3. Los compartimentos en los que se clasifican los hospedadores son susceptibles e infectados denotados por h_1 ; h_2 y l_1 ; l_2 para el hombre y vector respectivamente. Además los mismos son considerados normalizados, es decir,

$$\frac{h_1}{N_h} + \frac{h_2}{N_h} = 1 = H_1 + H_2 \quad \text{y} \quad \frac{l_1}{N_l} + \frac{l_2}{N_l} = 1 = L_1 + L_2;$$

donde N_h y N_l denotan las poblaciones de los hospedadores involucrados en el proceso de transmisión.

4. La tasa de contagios del hombre por vector infectado es α_h y del vector debido al hombre infectado es α_l . Se estimará α_h en base a la incidencia en Hipólito Yrigoyen. Para el caso de α_l se consideraran relaciones de igualdad o proporcionalidad.
5. La tasa de cambio de la población de vectores infectados es directamente proporcional a la tasa de cambio de los humanos infectados, siendo β la constante de proporcionalidad.
6. La tasa de mortalidad para el ser humano es μ_h y su tasa de recuperación se denota por γ_h . Para el caso del vector *Lutzomia*, se denota respectivamente, μ_l y γ_l . Se estimará μ_h a partir de la esperanza de vida del ser humano en Salta. Mientras que γ_h se estimará estrictamente en base a las personas en tratamiento.

De acuerdo a las hipótesis enumeradas y suposiciones similares a las realizadas en ⁷ y ⁸, para la modelización del proceso de transmisión de la leishmaniasis y para la recurrencia y endemicidad de epidemias consideradas en ¹ y ², el modelo que describe en forma simplificada el ciclo de transmisión de la leishmaniasis tegumentaria americana, es el siguiente

$$\begin{cases} \frac{dH_1}{dt} = -\alpha_h L_2 H_1 + \mu_h - \mu_h H_1 \\ \frac{dH_2}{dt} = \alpha_h L_2 H_1 - (\mu_h + \gamma_h) H_2 \\ \frac{dL_1}{dt} = -\alpha_l L_1 H_2 + \mu_l - \mu_l L_1 \\ \frac{dL_2}{dt} = \alpha_l L_1 H_2 - (\mu_l + \gamma_l) L_2 \end{cases} \quad (1)$$

Coefficientes de incidencias de Leishmaniasis tegumentaria americana

En el caso del hospedador vertebrado, el pasaje del compartimiento de susceptibles al compartimiento de infectados, está dado por el término $\alpha_h L_2 H_1$. Análogamente para el hospedador invertebrado considerado en el modelo (1), el pasaje entre los compartimientos mencionados está dado por el término $\alpha_h L_1 H_2$.

Las tasas de contagio del hombre debido al vector y del vector debido al hombre podrían considerarse, por simplicidad, iguales o proporcionales. No obstante, no existen estudios en la región para descartar o no esta suposición, quizás no realista biológicamente. Sin embargo, en este estudio se supone la existencia de cierta proporcionalidad entre los términos mencionados, es decir,

$$\alpha_h L_2 H_1 \propto \alpha_l L_1 H_2 \tag{2}$$

Por otro lado, las escalas de tiempo involucradas respecto a las vidas medias de los hospedadores considerados, hombre y vector, son disímiles. En este sentido constatamos que, $\mu_l \gg \mu_h$. En particular, la estimación de la tasa de recuperación γ_h , se realiza en base a personas que efectivamente están bajo tratamiento: 42 ampollas de Gucantine, en los 21 días prescriptos, tiempo que puede considerarse del orden de la vida media del vector, lo que implica la siguiente aproximación $\mu_l \approx \mu_h + \gamma_h$. Con respecto a la tasa de recuperación del vector γ_l , la misma se desprecia en este caso.

Las suposiciones anteriores pueden englobarse en una nueva hipótesis, pudiendo analizar cómo las mismas implican, para el hospedador invertebrado, por ejemplo, relaciones de las tasas netas entre los compartimientos susceptibles e infectados. Se puede observar que la tasa neta en el compartimiento susceptibles es aproximadamente la cantidad de nuevos vectores infectados, ya que los ejemplares recuperados no son considerados, es decir,

$$\mu_l - \mu_l L_1 \approx \mu_l L_2 + \gamma_l L_2 \Rightarrow \mu_l - \mu_l L_1 \approx \mu_l L_2 \tag{3}$$

Todas las simplificaciones mencionadas anteriormente conducen al siguiente sistema

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{dH_1}{dt} &= -\alpha_h L_2 H_1 + \mu_h - \mu_h H_1 \\ \frac{dH_2}{dt} &= \alpha_h L_2 H_1 - (\mu_h + \gamma_h) H_2 \\ \frac{dL_1}{dt} &= -\frac{dL_2}{dt} \\ \frac{dL_2}{dt} &= \beta \frac{dH_2}{dt} \\ H_1(0) &= H_{1e}; \quad H_2(0) = H_{2e}; \quad L_1(0) = 1 - L_2(0); \quad L_2(0) = \beta H_2(0). \end{aligned} \right. \tag{4}$$

Juan Carlos Rosales, Hyun Mo Yang y Dora Davies

donde β representa la constante de proporcionalidad debido a la consideración de la relación (2). También se han considerado las condiciones iniciales indicadas.

Al integrar la tercera y cuarta ecuación de (1) y teniendo en cuenta las condiciones iniciales se tiene $L_1(t) + L_2(t) = 1$ y $L_2(t) = \beta H_2(t)$

$$\begin{cases} \frac{dH_1}{dt} = -\alpha_h L_2 H_1 + \mu_h - \mu_h H_1 \\ \frac{dH_2}{dt} = \alpha_h L_2 H_1 - (\mu_h + \gamma_h) H_2 \\ L_1 + L_2 = 1 \\ L_2 = \beta H_2 \end{cases} \quad (5)$$

Estas relaciones permiten simplificar el sistema (5) de manera que la dinámica de las variables del sistema original (1) quedan determinadas por las variables H_1, H_2 .

$$\begin{cases} \frac{dH_1}{dt} = -\alpha_h \beta H_1 H_2 + \mu_h - \mu_h H_1 \\ \frac{dH_2}{dt} = \alpha_h \beta H_1 H_2 - (\mu_h + \gamma_h) H_2 \end{cases} \quad (6)$$

En base al sistema (3), se realizarán perturbaciones alrededor de los puntos de equilibrios no triviales, H_{1e}, H_{2e} , del tipo

$$H_1 = H_{1e} (1 + u), \quad H_2 = H_{2e} (1 + v) \quad (7)$$

para luego analizar el sistema linealizado, con el objeto de compararlo con los coeficientes de incidencias de leishmaniasis tegumentaria americana obtenidos para la localidad de Hipólito Yrigoyen.

Las implementaciones y simulaciones se realizan en el ambiente del software Matlab con el paquete para resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias.

Resultados

Los puntos de equilibrio no triviales resultantes del sistema (6) son

$$H_{1e} = \frac{\mu_h + \gamma_h}{\alpha_h \beta} \quad \text{y} \quad H_{2e} = \mu_h \frac{[\alpha_h \beta - (\mu_h + \gamma_h)]}{\alpha_h \beta (\mu_h + \gamma_h)} \quad (8)$$

Las expresiones anteriores permiten encontrar una expresión para el *Número Reproductivo Básico* R_0 , que proporciona el modelo en base a la siguiente desigualdad

Coefficientes de incidencias de Leishmaniasis tegumentaria americana

$$1 \geq \frac{\mu_h + \gamma_h}{\alpha_h \beta} \tag{9}$$

En consecuencia se tiene definido

$$R_0 = \frac{\alpha_h \beta}{\mu_h + \gamma_h} \tag{10}$$

Sean

$$\alpha_1 = \alpha_h \beta \quad \text{y} \quad \delta = \mu_h + \gamma_h \tag{11}$$

para analizar las perturbaciones alrededor de los puntos de equilibrio con las expresiones mencionadas en (7), obtuvimos el sistema

$$\begin{cases} \frac{du}{dt} = \mu_h \left[-\frac{\alpha_1}{\delta} u + \left(1 - \frac{\alpha_1}{\delta}\right) v \right] \\ \frac{dv}{dt} = \delta u \end{cases} \tag{12}$$

La última ecuación del sistema (12) permite eliminar la variable u , el sistema puede reducirse a una ecuación diferencial lineal de segundo orden.

$$\frac{d^2 v}{dt^2} + \frac{\alpha_1 \mu_h}{\delta} \frac{dv}{dt} + \mu_h \delta (1 - \alpha_1) v = 0 \tag{13}$$

la que escrita en términos del *Número Reproductivo Básico* R_0 , queda expresada como sigue

$$\frac{d^2 v}{dt^2} + \mu_h R_0 \frac{dv}{dt} + \mu_h \delta (1 - R_0) v = 0 \tag{14}$$

Las recurrencias podrían describirse en forma somera y cualitativamente, si los parámetros verifican la siguiente condición

$$R_0 \leq \frac{4(\delta + 1)}{\mu_h} \tag{15}$$

De la ecuación (14) se obtiene

$$v(t) = H_{2e} e^{\frac{\mu_h R_0 t}{2}} \cos \theta t \tag{16}$$

donde

$$\theta = \sqrt{\frac{4 \mu_h \delta (R_0 - 1)}{R_0} - \left(\frac{\mu_h R_0}{2}\right)^2} \tag{17}$$

Juan Carlos Rosales, Hyun Mo Yang y Dora Davies

De la segunda ecuación (12) tenemos que $u(t) = \delta v(t)$, por tanto la expresión para $u(t)$ resulta

$$u(t) = 2H_{2e} \sqrt{\frac{\mu_h(R_0 - 1)}{\delta R_0}} e^{\frac{\mu_h R_0 t}{2}} \cos(\theta t + \phi) \tag{18}$$

con

$$u(t) = \arccos \frac{-\mu_h R_0}{\sqrt{\frac{\mu_h \delta (R_0 - 1)}{R_0}}} \tag{19}$$

Las simulaciones numéricas obtenidas, correspondientes al sistema que contemplan las perturbaciones, se presentan en la Figura 2. En la misma se representan los coeficientes de incidencia para el período y los valores que proporciona el modelo. Por otro lado, la figura mencionada muestra la dinámica temporal para los hospedadores humanos en los compartimentos susceptibles e infectados.

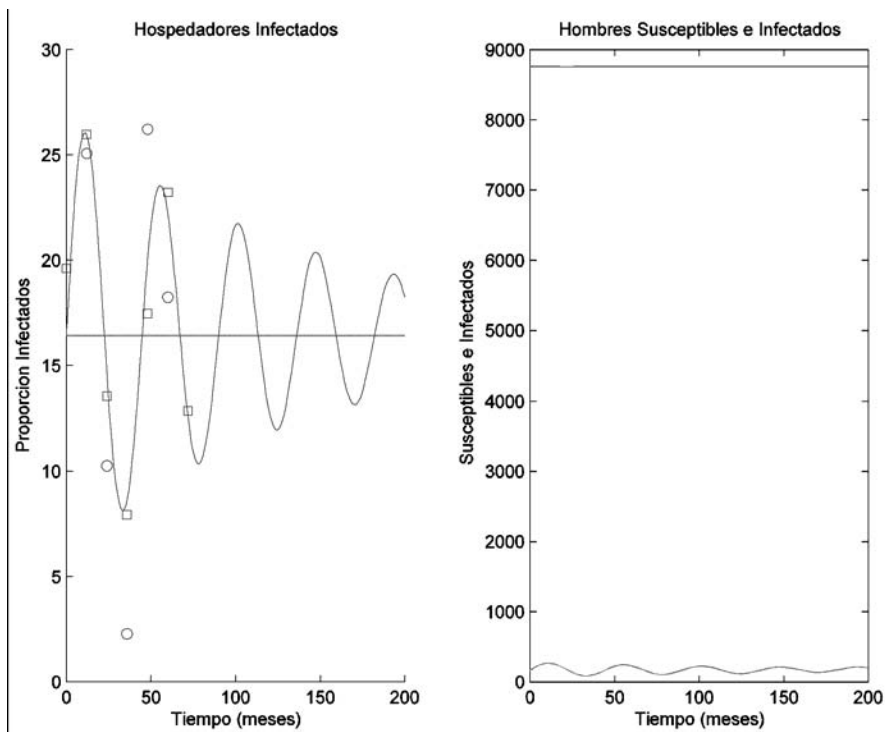


Figura 2: Izquierda: Perturbaciones alrededor de la incidencia promedio, del compartimento de infectados, correspondiente al modelo (12). (?) Valores proporcionados por el modelo, (?) incidencia período 2002-2005, en Hipólito Yrigoyen, Salta, Argentina, según datos observados por el PEDIS (Programa de Enfermedades Dermatológicas de Interés Sanitario) del gobierno de la provincia de Salta. Derecha: Dinámica de la Población de susceptibles (línea azul) e infectados (línea verde) para el hombre.

Discusión

La matemática ha demostrado su aplicabilidad a la comprensión de diversos aspectos o situaciones de complejidad en los procesos de transmisión de las enfermedades ¹¹. En el caso particular de la *leishmaniasis*, al ser considerada una enfermedad desatendida desde el punto de vista sanitario según la OMS, las contribuciones interdisciplinarias como las de este estudio podrían orientar la toma de decisiones en las acciones preventivas diseñadas por las autoridades municipales o gubernamentales colaborando así a evitar tal clasificación.

El estudio realizado permite iniciar un relevamiento de la situación de la enfermedad en la localidad de HY. Las perturbaciones realizadas alrededor de la incidencia promedio $16,4 \times 10000$, línea roja en la Figura 2 izquierda, describen una aproximación cualitativa de las variaciones de los coeficientes de incidencias calculados indicados con circunferencias azules en la misma figura. Debe tenerse en cuenta que los casos se van presentando en el período posterior a las épocas de lluvias y la representación de los coeficientes de incidencia de los casos anuales se realiza cada 12 meses, de allí la discrepancia entre los valores calculados (circunferencias azules) y simulados (cuadrados azules). No obstante esta simplificación de la modelización adolece de las características propias de los sistemas amortiguados, es decir, que los picos interepidémicos tienden a desaparecer en el tiempo (ver Figura 2), situación lógicamente no real. Sin embargo las simulaciones ayudan a obtener una estimación del tiempo en que se presentan estos picos, en este caso, de aproximadamente tres años. Discriminaciones mensuales de la presentación de los casos o cálculos de incidencias mensuales y la representación de los mismos podría mejorar el ajuste del modelo, lamentablemente son datos con los que no se cuenta.

Precisiones más significativas podrían obtenerse si se consideraran variaciones debidas a los factores climáticos como, por ejemplo, las oscilaciones debidas a las corrientes del Niño o de la Niña que producen variaciones en el nivel de precipitaciones, las cuales son fundamentales en el ciclo de reproducción del vector, ya que proporcionan mejores condiciones ambientales según se presente una u otra. En este sentido es interesante complementar el trabajo con lo realizado por Chaves y Pascual ⁵ y resultaría también interesante introducir estocasticidad en el modelo como en el trabajo de Yang [12], adaptados a la situación de LTA.

La evolución temporal de los compartimentos susceptibles (línea azul) e infectados (línea verde) proporcionadas por el modelo se muestran en la Figura 2, derecha. Se observan pequeños picos interepidémicos amortiguados y considerando la escala, la fracción de susceptibles prácticamente permanece constante.

La expresión para el *Número Reproductivo Básico* proporcionada por el modelo relaciona de manera simple el producto de las tasas de contagio de los hospedadores, con el tiempo que las personas permanecen enfermas. Si bien la expresión es sencilla, comparada con las obtenidas en el estudio de Rosales y Yang ^{7, 8}, su cálculo puede verse obstaculizado por la dificultad de estimación que presentan las tasas de contagio. En las simulaciones se consideró la tasa de recuperación, según el tiempo de recuperación de una persona en tratamiento, que como se dijo, si se lleva a cabo correctamente dura 21 días, de lo contrario el tiempo de recuperación es variable por discontinuidad del tratamiento.

En este trabajo al utilizar valores medios y no realizar análisis de sensibilidad de los parámetros, no se realizan estimaciones del *Número Reproductivo Básico* que proporciona una idea del número de casos secundarios producidos por un individuo del comparti-

Juan Carlos Rosales, Hyun Mo Yang y Dora Davies

mento de infectados al inicio del crecimiento epidémico.

Por otra parte, se considera que los coeficientes de incidencias obtenidos para el período 2002-2005, son altos. Los mismos sugieren que las autoridades sanitarias y municipales locales deben proyectar acciones de prevención y control, como así también mejorar el grado de conocimiento en la población del potencial riesgo de adquirir este tipo de enfermedad, incluso sin adentrarse a la zona selvática que rodea la localidad de HY.

Estudios de discriminación de los casos presentados en la localidad, en urbanos y no urbanos, al realizar su distribución espacial permitirán una evaluación precisa de lo afirmado.

Agradecimientos

Al Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Salta y a FAPESP Proyecto Temático, por el financiamiento parcial de este trabajo de investigación. A Laura Valeria Vesga Gómez por la traducción del resumen al portugués. A la Dra. Chalabe, del PEDIS, programa de enfermedades dermatológicas de interés sanitario, por proporcionar los datos de casos de leishmaniasis tegumentaria en la provincia de Salta.

Recibido: 30/10/08. Aceptado: 14/11/08.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ¹ ANDERSON, R.M. y MAY, R.M. *Infectious Diseases of Humans Dynamics and Control*. Oxford University Press, New York, (1992).
- ² N.T.J. Bailey, *The Mathematical Theory of Infections Diseases and its Applications*. Hafner Press, New York, (1975).
- ³ Boletín Epidemiológico Nacional. Ministerio de Salud, Dirección de Epidemiología, Bs. As. (2000-2001).
- ⁴ Censo 2001. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo, Bs. As. Disponible <http://www.inta.gov.ar/yuto/index.htm>
- ⁵ Chaves, L.F. & Pascual, M.. "Climate Cycles and Forecasts Cutaneous Leishmaniasis, a Nonstationary Vector Borne Disease". *PLOS Medicine Volume 3*, Issue 8, e295, 2006.
- ⁶ INTA, Agencia de Extensión Rural Orán. <http://www.inta.gov.ar/yuto/index.htm>
- ⁷ ROSALES, J.C. y YANG, H.M. "Modelagem Matemático do Fator de Risco da Leishmaniose Canina na Leishmaniose humana em Regiões Oeste do estado de São Paulo, Brasil y Noroeste da Província de Salta Argentina" *Bol. Epi. Paulista BEPA* (31): 2-7 (2006).
- ⁸ ROSALES, J.C. y YANG, H.M. "Estimation of basic reproducibility number for American tegumentar Leishmaniasis in two sites in northeast Salta Province, Argentina". *Cadernos de Saúde P'ublica - Reports in Public Health* . Vol (23) 11: 2663-2672 (2007).
- ⁹ SALOMÓN, O.D. . Phlebotominae. En: Salomón, O. D. (Ed.) *Artrópodos de interés médico en Argentina*. Publicación Monográfica 6. Fundación Mundo Sano, Bs. As. (2005).
- ¹⁰ SALOMÓN, O.D., ORELLANO, P.W., QUINTANA, M.G. et al. *Transmisión de la Leishmaniasis tegumentaria en la Argentina*. Medicina (Bs. Aires). [online]. mayo/jun. 2006, 66(3):211-219. Disponible en: <http://www.scielo.org.ar/scielo>.
- ¹¹ SCOTT, M.E. y SMITH, G. (Editors). *Parasitic and Infectious Diseases Epidemiology and Ecology* . Academic Press. (1994).
- ¹² Yang, H. M. "Comparison between schistosomiasis transmission modelings considering acquired immunity an age-structured contact pattern with infested water". *Mathematical Biosciences*, (2003).

VALORES COMUNES PARA LA EDUCACIÓN METODISTA

Las instituciones educativas metodistas constituyen comunidades dinámicas que permiten a sus miembros vivir una vida plena y realizar transformaciones positivas en la sociedad, para la gloria de Dios. Estas instituciones poseen un enfoque de enseñanza característico, que incluye los valores cristianos. En consecuencia:

- estimulamos, inspiramos y apoyamos a nuestros estudiantes como individuos, para que se desarrollen intelectual, personal y espiritualmente para llegar a su máximo potencial;
- fomentamos un enfoque cuestionador en busca de la verdad a través de la razón, la investigación y el debate, basado en la libertad de pensamiento y la libre expresión;
- promovemos altos estándares académicos y el desarrollo de capacidades mediante una variedad de actividades, porque creemos que cada persona tiene dones, brindados por Dios, que debe desarrollar;
- afirmamos que la educación es la adquisición de sabiduría y humildad, así como también la adquisición de capacidades académicas, y ofrecemos a Jesucristo como el modelo de lo que significa crecer como seres humanos completos;
- trabajamos para promover la justicia social y resistir los prejuicios y la intolerancia en cualquiera de sus formas, a través de la promoción del respeto y la comprensión mutua;
- fomentamos la valoración del trabajo en conjunto y la importancia del perdón, la reconciliación, y la renovación para construir comunidades felices;
- fomentamos la concientización sobre el medio ambiente y reconocemos la responsabilidad del hombre para el cuidado del mundo que Dios ha creado;
- fomentamos la creatividad como una forma de alimentar el espíritu del hombre y de mejorar la calidad de vida;
- preparamos a nuestros estudiantes para ser ciudadanos responsables y líderes en un mundo complejo y cambiante, y a respetar no sólo la diversidad cultural sino también nuestra condición humana;

- nos comprometemos a servir a las necesidades de la comunidad local en la que esta institución de enseñanza se encuentra, y a generar una comprensión del concepto de servicio en todas las comunidades tanto nacionales como internacionales;
- fomentamos que nuestros estudiantes no acepten el concepto de que las cosas tienen que ser como son y que vean que hay otras posibilidades para mejorar, porque la educación tiene que ser un instrumento para reformar y crear una sociedad mejor;
- reconocemos que la educación es un proceso a lo largo de la vida y que cuanto más se nos da, más se espera de nosotros.

Lo que antecede proviene del corazón del Metodismo desde su fundación por John y Charles Wesley en el siglo XVIII. Esto supone que:

- toda persona es valiosa ante los ojos de Dios y puede responder a este amor; es más fuerte lo que une a la gente con fe que lo que la divide;
- amar a Dios y a nuestro vecino son condiciones fundamentales para la felicidad y el bienestar;
- todos somos seres con hábitos y, por lo tanto, la clave del éxito es encontrar los hábitos correctos;
- las personas se benefician con la ayuda mutua;
- todos debemos aprender a perdonar, porque todos necesitamos ser perdonados;
- la autodisciplina y una fuerte ética del trabajo son más importantes que el ocio;
- la plegaria y la práctica religiosa sostienen y refuerzan a los individuos y a las comunidades;
- el evangelio de Dios es un desafío constante a los valores sociales y todos deberíamos tener pasión por la justicia y por la asistencia de los necesitados;
- enseñar es una vocación especial que implica responsabilidades inmensas;
- el objetivo de todos debería ser alcanzar la perfección, por más que en la práctica no logremos alcanzarla;