

A mathematical model for the eradication of Guinea Worm Disease

Robert J. Smith, Patrick Cloutier, James Harriso and Alex Desforges

Bartolomé Ortiz Viso

bortiz@correo.ugr.es

@bortizmath

Modelos en Ecología
Máster en Física y Matemáticas

2 Febrero, 2018

Índice

Introducción

Mecanismos biológicos implicados

Modelado matemático

Comportamiento sin impulsos

Comportamiento con impulsos

Simulaciones numéricas

Simulación caso particular

Conclusiones y futuro trabajo



Introducción

Claves de la Dracunculiasis

- Los europeos vieron por primera vez la enfermedad en la costa de Guinea del oeste de África en el siglo XVII .
- En la década de 1950 había 50 millones de casos.
- En 1986 comenzó un programa de erradicación concertado.
- Si se erradica con éxito, será el primer parásito enfermedad a ser erradicada.
- GWD es la única enfermedad que se transmite únicamente a través del agua potable.

Mecanismos biológicos implicados

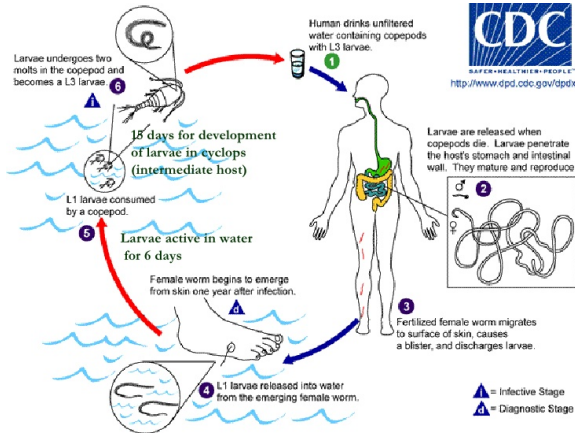


Figura: Ciclo de la dracunculiasis

Modelo final

Variables

S: Susceptibles, E: Expuestos, I: Infectados, W: Cantidad de parásito

$$S' = \Pi - \beta SW - \mu S + \kappa I, \text{ para } t \neq t_k \quad (1)$$

$$E' = \beta SW - \alpha E - \mu E, \text{ para } t \neq t_k \quad (2)$$

$$I' = \alpha E - \kappa I - \mu I, \text{ para } t \neq t_k \quad (3)$$

$$W' = \gamma I - \mu_W W, \text{ para } t \neq t_k \quad (4)$$

$$\Delta W = -rW \text{ para } t = t_k \quad (5)$$

Comportamiento sin impulsos

Resultados teóricos

- Dos posibles comportamientos dependientes de R_0
- $$R_0 = \frac{\Pi\alpha\gamma\beta}{\mu(\alpha+\mu)(\kappa+\mu)\mu_W}$$
- Si $R_0 < 1$ el unico punto de equilibrio es $(A, E, I, W) = (\frac{\Pi}{\mu}, 0, 0, 0)$ y es estable
- Si $R_0 > 1$ el equilibrio libre de enfermedad es inestable y existe un equilibrio estable con enfermedad

Comportamiento con impulsos

Planteamiento

El sistema con impulsos se puede analizar sobreestimando cantidades. Esto nos permite resolver la ecuación para W .

Impulsos periodicos

- Disminucion gradual empezando por el equilibrio

Impulsos NO periodicos

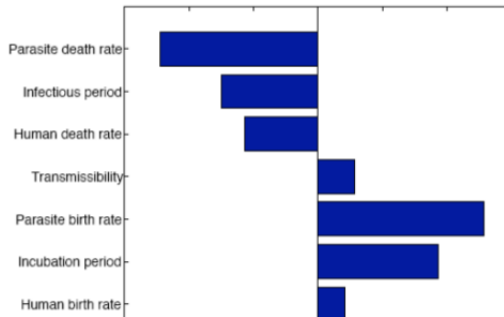
- Disminucion gradual empezando por el equilibrio, si la estimacion del espaciado es correcta

Simulaciones numéricas

Objetivo

Calcular la sensibilidad de el estimador R_0

- Latin hypercube sampling (LHS)
- Partial rank correlation coefficients (PRCCs)





Simulación caso particular

Nos llevamos el problema a un esquema discreto



Conclusiones y futuro trabajo

- La clorización no ocurre de forma simultánea
- Hay distintas fuentes de agua a considerar y por ende distintos focos
- El ciclo de vida no se ve reflejado en el modelo.
- Necesaria la interpretación matemática incluso para variables no biológicas.