

# Ecuaciones y parámetros

Max, Rebeca, Perla y Ximena

2023-11-23

## Ecuaciones del modelo

Las siguientes ecuaciones describen el modelo SIRS propuesto.

1.

$$\dot{S}_{AF} = G_{AFS}S_{JF} - \beta_{AFAF}S_{AF}I_{AF} - \beta_{AFAM}S_{AF}I_{AM} - \beta_{AFJF}S_{AF}I_{JF} - \beta_{AFJM}S_{AF}I_{JM} \\ - \beta_{AFCF}S_{AF}I_{CF} - \beta_{AFCM}S_{AF}I_{CM} + \delta_{AF}R_{AF} - \mu_{AFS}S_{AF}$$

2.

$$\dot{I}_{AF} = G_{AFI}I_{JF} + \beta_{AFAF}S_{AF}I_{AF} + \beta_{AFAM}S_{AF}I_{AM} + \beta_{AFJF}S_{AF}I_{JF} + \beta_{AFJM}S_{AF}I_{JM} \\ + \beta_{AFCF}S_{AF}I_{CF} + \beta_{AFCM}S_{AF}I_{CM} - \gamma_{AF}I_{AF} - \mu_{AFI}I_{AF}$$

3.

$$\dot{R}_{AF} = G_{AFR}R_{JF} + \gamma_{AF}I_{AF} - \delta_{AF}R_{AF} - \mu_{AFR}R_{AF}$$

4.

$$\dot{S}_{AM} = G_{AMS}S_{JM} - \beta_{AMAF}S_{AM}I_{AF} - \beta_{AMAM}S_{AM}I_{AM} - \beta_{AMJF}S_{AM}I_{JF} - \beta_{AMJM}S_{AM}I_{JM} \\ - \beta_{AMCF}S_{AM}I_{CF} - \beta_{AMCM}S_{AM}I_{CM} + \delta_{AM}R_{AM} - \mu_{AMS}S_{AM}$$

5.

$$\dot{I}_{AM} = G_{AMI}I_{JM} + \beta_{AMAF}S_{AM}I_{AF} + \beta_{AMAM}S_{AM}I_{AM} + \beta_{AMJF}S_{AM}I_{JF} + \beta_{AMJM}S_{AM}I_{JM} \\ + \beta_{AMCF}S_{AM}I_{CF} + \beta_{AMCM}S_{AM}I_{CM} - \gamma_{AM}I_{AM} - \mu_{AMI}I_{AM}$$

6.

$$\dot{R}_{AM} = G_{AMR}R_{JM} + \gamma_{AM}I_{AM} - \delta_{AM}R_{AM} - \mu_{AMR}R_{AM}$$

7.

$$\dot{S}_{JF} = G_{JFS}S_{CF} - G_{AFS}S_{JF} - \beta_{JFAF}S_{JF}I_{AF} - \beta_{JFAM}S_{JF}I_{AM} - \beta_{JFJF}S_{JF}I_{JF} - \beta_{JFJM}S_{JF}I_{JM} \\ - \beta_{JFCF}S_{JF}I_{CF} - \beta_{JFCM}S_{JF}I_{CM} + \delta_{JF}R_{JF} - \mu_{JFS}S_{JF}$$

8.

$$\dot{I}_{JF} = G_{JFI}I_{CF} - G_{AFI}I_{JF} + \beta_{JFAF}S_{JF}I_{AF} + \beta_{JFAM}S_{JF}I_{AM} + \beta_{JFJF}S_{JF}I_{JF} + \beta_{JFJM}S_{JF}I_{JM} \\ + \beta_{JFCF}S_{JF}I_{CF} + \beta_{JFCM}S_{JF}I_{CM} - \gamma_{JF}I_{JF} - \mu_{JFI}I_{JF}$$

9.

$$\dot{R}_{JF} = G_{JFR}R_{CF} - G_{AFR}R_{JF} + \gamma_{JF}I_{JF} - \delta_{JF}R_{JF} - \mu_{JFR}I_{JF}$$

10.

$$\begin{aligned}\dot{S}_{JM} = & G_{JMS}S_{CM} - G_{AMS}S_{JM} - \beta_{JMAF}S_{JM}I_{AF} - \beta_{JMAM}S_{JM}I_{AM} - \beta_{JMJF}S_{JM}I_{JF} - \beta_{JMJM}S_{JM}I_{JM} \\ & - \beta_{JMCf}S_{JM}I_{CF} - \beta_{JMCM}S_{JM}I_{CM} + \delta_{JM}R_{JM} - \mu_{JMS}S_{JM}\end{aligned}$$

11.

$$\begin{aligned}\dot{I}_{JM} = & G_{JMI}S_{CM} - G_{AMI}I_{JM} + \beta_{JMAF}S_{JM}I_{AF} + \beta_{JMAM}S_{JM}I_{AM} + \beta_{JMJF}S_{JM}I_{JF} + \beta_{JMJM}S_{JM}I_{JM} \\ & + \beta_{JMCf}S_{JM}I_{CF} + \beta_{JMCM}S_{JM}I_{CM} - \gamma_{JM}I_{JM} - \delta_{JM}R_{JM} - \mu_{JMR}R_{JM}\end{aligned}$$

12.

$$\dot{R}_{JM} = G_{JMR}R_{CM} - G_{AMR}R_{JM} + \gamma_{JM}I_{JM} - \delta_{JM}R_{JM} - \mu_{JMR}R_{JM}$$

13.

$$\begin{aligned}\dot{S}_{CF} = & \nu_F - G_{JFS}S_{CF} - \beta_{CFAF}S_{CF}I_{AF} - \beta_{CFAM}S_{CF}I_{AM} - \beta_{CFJF}S_{CF}I_{JF} - \beta_{CFJM}S_{CF}I_{JM} \\ & - \beta_{CFCF}S_{CF}I_{CF} - \beta_{CFCM}S_{CF}I_{CM} + \delta_{CF}R_{CF} - \mu_{CFS}S_{CF}\end{aligned}$$

14.

$$\begin{aligned}\dot{I}_{CF} = & -G_{JFI}I_{CF} + \beta_{CFAF}S_{CF}I_{AF} + \beta_{CFAM}S_{CF}I_{AM} + \beta_{CFJF}S_{CF}I_{JF} + \beta_{CFJM}S_{CF}I_{JM} \\ & + \beta_{CFCF}S_{CF}I_{CF} - \beta_{CFCM}S_{CF}I_{CM} - \gamma_{CF}I_{CF} - \mu_{CFI}I_{CF}\end{aligned}$$

15.

$$\dot{R}_{CF} = -G_{JFR}R_{CF} + \gamma_{CF}I_{CF} - \delta_{CF}R_{CF} - \mu_{CFR}R_{CF}$$

16.

$$\begin{aligned}\dot{S}_{CM} = & \nu_M - G_{JMS}S_{CM} - \beta_{CMAF}S_{CM}I_{AF} - \beta_{CMAM}S_{CM}I_{AM} - \beta_{CMJF}S_{CM}I_{JF} - \beta_{CMJM}S_{CM}I_{JM} \\ & - \beta_{CMCF}S_{CM}I_{CF} - \beta_{CMCM}S_{CM}I_{CM} + \delta_{CM}R_{CM} - \mu_{CMS}S_{CM}\end{aligned}$$

17.

$$\begin{aligned}\dot{I}_{CM} = & -G_{JMI}I_{CM} + \beta_{CMAF}S_{CM}I_{AF} + \beta_{CMAM}S_{CM}I_{AM} + \beta_{CMJF}S_{CM}I_{JF} + \beta_{CMJM}S_{CM}I_{JM} \\ & + \beta_{CMCF}S_{CM}I_{CF} - \beta_{CMCM}S_{CM}I_{CM} - \gamma_{CM}I_{CM} - \mu_{CMI}I_{CM}\end{aligned}$$

18.

$$\dot{R}_{CM} = -G_{JMR}R_{CM} + \gamma_{CM}I_{CM} - \delta_{CM}R_{CM} - \mu_{CMR}R_{CM}$$

## Parámetros del modelo

A continuación, se describen los parámetros del modelo.

- $\nu_F$  : Tasa de nacimiento de hembras.
- $\nu_M$  : Tasa de nacimiento de machos.
- $G_{AFS}$  : Tasa de paso a adultas hembras susceptibles.
- $G_{AMS}$  : Tasa de paso a adultos machos susceptibles.
- $G_{JFS}$  : Tasa de paso a juveniles hembras susceptibles.
- $G_{JMS}$  : Tasa de paso a juveniles machos susceptibles.
- $G_{AFI}$  : Tasa de paso a adultas hembras infectadas.
- $G_{AMI}$  : Tasa de paso a adultos machos infectados.
- $G_{JFI}$  : Tasa de paso a juveniles hembras infectadas.
- $G_{JMI}$  : Tasa de paso a juveniles machos infectados.
- $G_{AFR}$  : Tasa de paso a adultas hembras recuperadas.
- $G_{AMR}$  : Tasa de paso a adultos machos recuperados.
- $G_{JFR}$  : Tasa de paso a juveniles hembras recuperadas.
- $G_{JMR}$  : Tasa de paso a juveniles machos recuperados.
- $\beta_{AFAF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras adultas susceptibles y hembras adultas infectadas.
- $\beta_{AFAM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras adultas susceptibles y machos adultos infectados.
- $\beta_{AFJF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras adultas susceptibles y hembras juveniles infectadas.
- $\beta_{AFJM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras adultas susceptibles y machos juveniles infectados.
- $\beta_{AFCF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras adultas susceptibles y hembras crías infectadas.
- $\beta_{AFCM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras adultas susceptibles y machos crías infectados.
- $\beta_{AMAF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos adultos susceptibles y hembras adultas infectadas.
- $\beta_{AMAM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos adultos susceptibles y machos adultos infectados.
- $\beta_{AMJF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos adultos susceptibles y hembras juveniles infectadas.
- $\beta_{AMJM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos adultos susceptibles y machos juveniles infectados.
- $\beta_{AMCF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos adultos susceptibles y hembras crías infectadas.
- $\beta_{AMCM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos adultos susceptibles y machos crías infectados.
- $\beta_{JFAF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras juveniles susceptibles y hembras adultas infectadas.
- $\beta_{JFAM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras juveniles susceptibles y machos adultos infectados.
- $\beta_{JFJF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras juveniles susceptibles y hembras juveniles infectadas.
- $\beta_{JFJM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras juveniles susceptibles y machos juveniles infectados.
- $\beta_{JFCF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras juveniles susceptibles y hembras crías infectadas.
- $\beta_{JFCM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras juveniles susceptibles y machos crías infectados.
- $\beta_{JMAF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos juveniles susceptibles y hembras adultas infectadas.
- $\beta_{JMAM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos juveniles susceptibles y machos adultos infectados.
- $\beta_{JMJF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos juveniles susceptibles y hembras juveniles infectadas.
- $\beta_{JMJM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos juveniles susceptibles y machos juveniles infectados.
- $\beta_{JMCF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos juveniles susceptibles y hembras crías infectadas.
- $\beta_{JMCM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos juveniles susceptibles y machos crías infectados.
- $\beta_{CFAF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras crías susceptibles y hembras adultas infectadas.
- $\beta_{CFAM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras crías susceptibles y machos adultos infectados.

- $\beta_{CFJF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras crías susceptibles y hembras juveniles infectadas.
- $\beta_{CFJM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras crías susceptibles y machos juveniles infectados.
- $\beta_{CFCF}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras crías susceptibles y hembras crías infectadas.
- $\beta_{CFCM}$  : Tasa de interacción/infección entre hembras crías susceptibles y machos crías infectados.
- $\beta_{CMAF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos crías susceptibles y hembras adultas infectadas.
- $\beta_{CMAM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos crías susceptibles y machos adultos infectados.
- $\beta_{CMJF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos crías susceptibles y hembras juveniles infectadas.
- $\beta_{CMJM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos crías susceptibles y machos juveniles infectados.
- $\beta_{CMCF}$  : Tasa de interacción/infección entre machos crías susceptibles y hembras crías infectadas.
- $\beta_{CMCM}$  : Tasa de interacción/infección entre machos crías susceptibles y machos crías infectados.
- $\gamma_{AF}$  : Tasa de recuperación en hembras adultas.
- $\gamma_{AM}$  : Tasa de recuperación en machos adultos.
- $\gamma_{JF}$  : Tasa de recuperación en hembras juveniles.
- $\gamma_{JM}$  : Tasa de recuperación en machos juveniles.
- $\gamma_{CF}$  : Tasa de recuperación en hembras crías.
- $\gamma_{CM}$  : Tasa de recuperación en machos crías.
- $\delta_{AF}$  : Tasa de pérdida de inmunidad en hembras adultas.
- $\delta_{AM}$  : Tasa de pérdida de inmunidad en machos adultos.
- $\delta_{JF}$  : Tasa de pérdida de inmunidad en hembras juveniles.
- $\delta_{JM}$  : Tasa de pérdida de inmunidad en machos juveniles.
- $\delta_{CF}$  : Tasa de pérdida de inmunidad en hembras crías.
- $\delta_{CM}$  : Tasa de pérdida de inmunidad en machos crías.
- $\mu_{AFS}$  : Tasa de mortalidad en hembras adultas susceptibles.
- $\mu_{AFI}$  : Tasa de mortalidad en hembras adultas infectadas.
- $\mu_{AFR}$  : Tasa de mortalidad en hembras adultas recuperadas.
- $\mu_{AMS}$  : Tasa de mortalidad en machos adultos susceptibles.
- $\mu_{AMI}$  : Tasa de mortalidad en machos adultos infectados.
- $\mu_{AMR}$  : Tasa de mortalidad en machos adultos recuperados.
- $\mu_{JFS}$  : Tasa de mortalidad en hembras juveniles susceptibles.
- $\mu_{JFI}$  : Tasa de mortalidad en hembras juveniles infectadas.
- $\mu_{JFR}$  : Tasa de mortalidad en hembras juveniles recuperadas.
- $\mu_{JMS}$  : Tasa de mortalidad en machos juveniles susceptibles.
- $\mu_{JMI}$  : Tasa de mortalidad en machos juveniles infectados.
- $\mu_{JMR}$  : Tasa de mortalidad en machos juveniles recuperados.
- $\mu_{CFS}$  : Tasa de mortalidad en hembras crías susceptibles.
- $\mu_{CFI}$  : Tasa de mortalidad en hembras crías infectadas.
- $\mu_{CFR}$  : Tasa de mortalidad en hembras crías recuperadas.
- $\mu_{CMS}$  : Tasa de mortalidad en machos crías susceptibles.
- $\mu_{CMI}$  : Tasa de mortalidad en machos crías infectados.
- $\mu_{CMR}$  : Tasa de mortalidad en machos crías recuperados.