

# Modelo Fenológico de *Bactericera cockerelli* para evaluar el riesgo de su propagación utilizando la herramienta “Insect life cycle modelling (ILCYM)”

Heidy Gamarra, Pablo Carhuapoma, Jan Kreuze

Lima, 21 de Noviembre, 2019

# Vista general

---

1. Introducción
2. Propiedades
3. Cambio climático
4. Aplicación caso *Bactericera cockerelli*
5. Conclusiones

# Introducción

**Nombre:** *Bactericera cockerelli*

**Nombre comunes:**

Inglés: potato syllid,  
tomato syllid

Castellano: Pulgón saltador de papa,  
Pulgón saltador de tomate,  
Salterillo, Paratrioza,  
Psílido de la papa,  
Psílido del tomate.

**Taxonomía:**

Insecta: Hemiptera: Triozidae

Genus: *Bactericera* (=Paratrioza)

Species: *Bactericera cockerelli* (Sulc)  
1909





# Identificación: Biología



Temperatura 27 ° C: 35 días;  
 oviposición, eclosión y supervivencia se reducen a 32 ° C y cesan a 35 ° C ,

# Medios de movimiento y dispersión

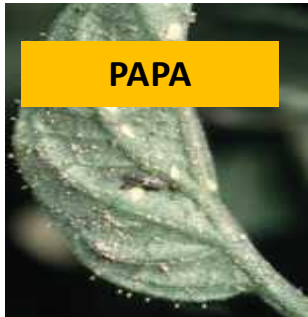
- Los adultos de *B. cockerelli* pueden volar y también son dispersados por el viento.
- Los huevos y las ninfas están presentes en diferentes partes de la planta y se pueden mover fácilmente, sin que se note, con material vegetal.
- Movimiento de material de siembra de tomates o papa probablemente contribuya a la propagación de la plaga.
- *B. cockerelli*, ha evolucionado, ya que generalmente esta plaga está presente en áreas de altura intermedia (hasta 400 m) (L. Lastres, 2018), sin embargo, en zonas alto andino (altitud > 1000 msnm), como Ecuador (Carchi, Cantón)).



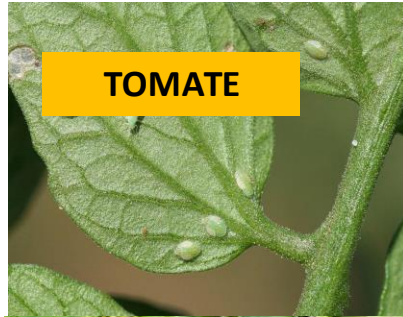


# Importancia

Plaga polifaga



PAPA



TOMATE



TABACO



PIMIENTO

Daño directo:



Alimentation  
extracción de  
savia, inyectan  
toxinas al  
alimentar

Daño indirecto:



*Candidatus Phytoplasma aurantifolia* (PTM)



*Candidatus Liberibacter solanacearum* (Lso) (Zebra Ship)

# Importancia

---

De 5 a 8 generaciones/año ( Villanueva, 2015).

Tanto los adultos como las ninfas son muy tolerantes al frío, las ninfas sobreviven a la exposición temporal a temperaturas de  $-15^{\circ}\text{C}$  y el 50% de los adultos que sobreviven a la exposición a  $-10^{\circ}\text{C}$  durante más de 24 horas (Henne et al., 2010a).

Cada hembra deposita entre 1 y 11 huevos por día (Becerra, 1989). 1 Hembra deposita mas de 500 a 1500 huevos durante su ciclo de vida (Becerra, 1989).



# Distribución Geográfica

## Distribution Maps of Plant Pests

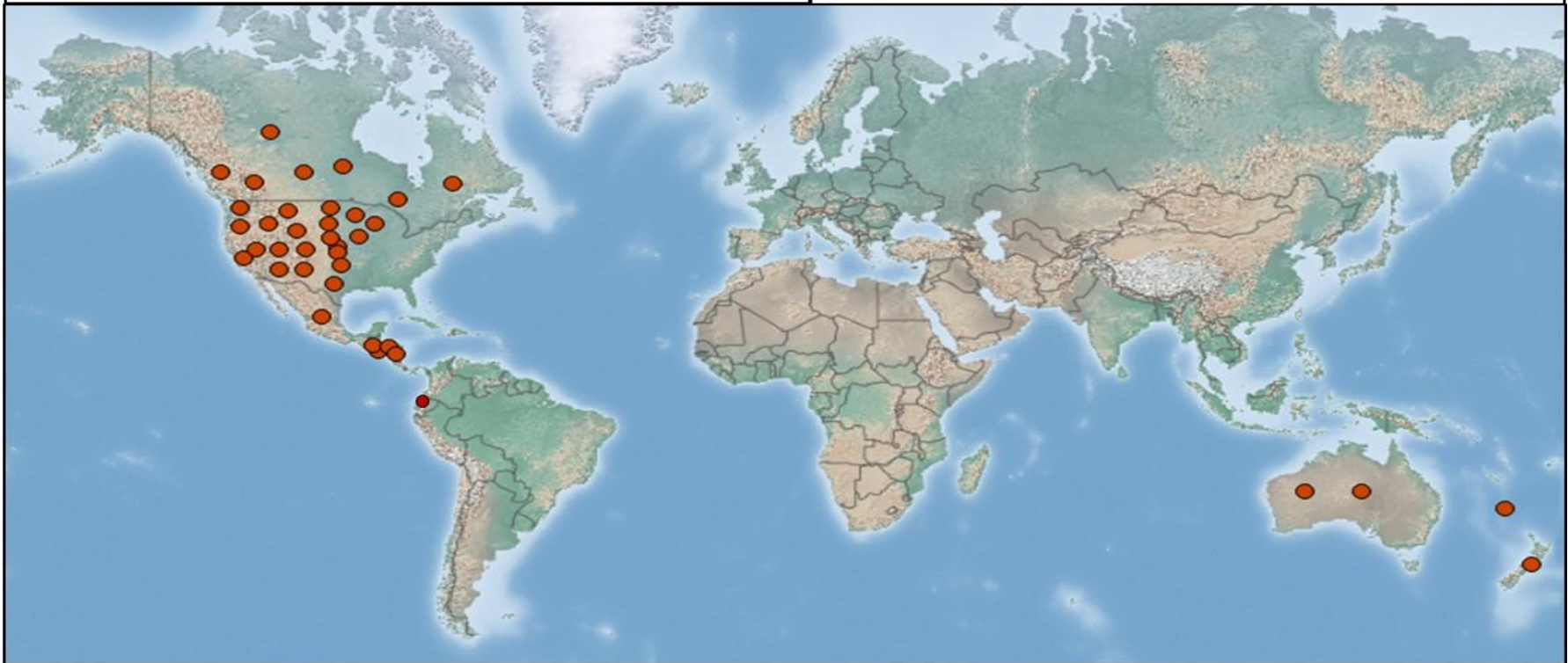
Compiled by CABI in association with EPPO  
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643>

Issued October 2015

### *Bactericera cockerelli* Sulc

Hemiptera: Triozidae

Host: Potato (*Solanum tuberosum*), tomato (*Lycopersicon esculentum*), pepper (*Capsicum annuum*), eggplant (*Solanum melongena*) and tobacco (*Nicotiana tabacum*) as well as non-crop species such as nightshade (*Solanum spp.*), groundcherry (*Physalis spp.*) and matrimony vine (*Lycium spp.*).



● Present national record

CABI/EPPO, 2015/2017, *Bactericera cockerelli*

Distribución mundial de *Bactericera cockerelli*.

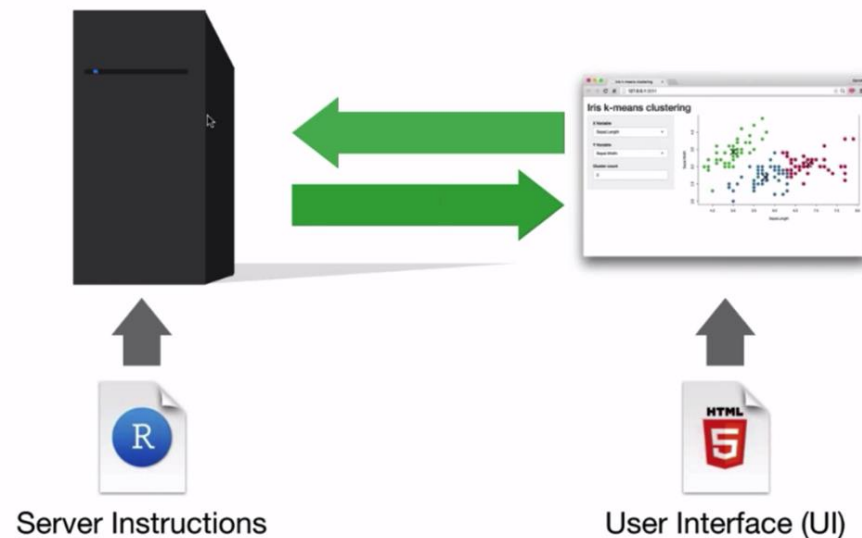
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643> y el Ministerio de Agricultura de Ecuador 2019 (en prensa).



- ILCYM 4.0 es la más reciente versión de ILCYM (Insect Life Cycle Modeling), el cual es un programa para el desarrollo de modelos fenológicos basados en la temperatura con aplicaciones globales y regionales y locales, para la evaluación y mapeo de riesgo de plagas. Es comparado con otros Softwares como Climex y Maxent.

# Propiedades

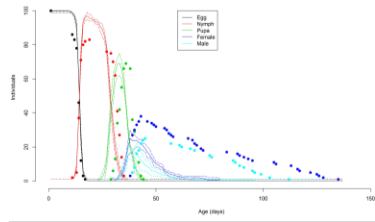
- ILCYM 4.0 esta desarrollado bajo una plataforma web interactiva ofrecido por el paquete “Shiny” el cual se conecta con el software estadístico “R” para realizar todos los procesamientos.



- Es una versión portable y fácil de ejecutar desde cualquier lugar.

# Propiedades (Desarrollo del modelo fenológico)

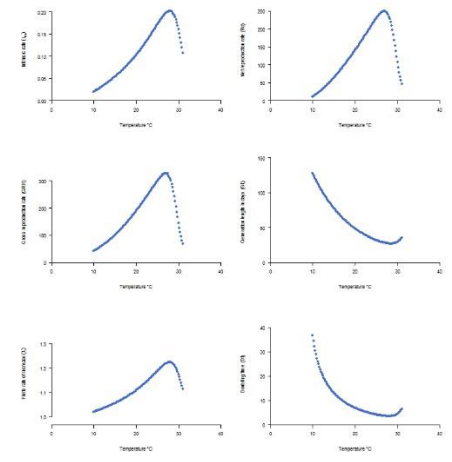
"Model builder"



← Validación del modelo

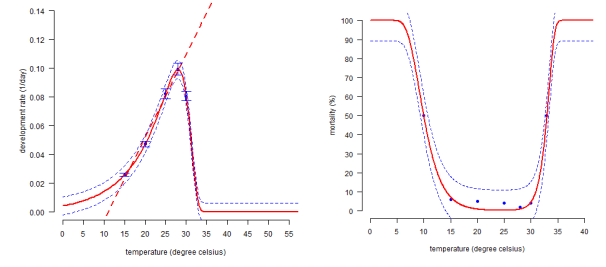
Simulación de parámetros de tabla de vida

- Tasa intrínseca de crecimiento
- Tasa finita de incremento
- Tasa de reproducción neta
- Tiempo generacional



Modelos fenológicos basados en la temperatura

- Tasa y tiempo de desarrollo
- Tasa y tiempo de oviposición
- Senescencia
- Tasa de mortalidad
- Oviposición total

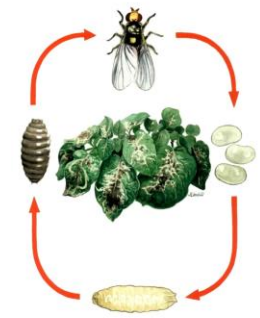


([www.cipotato.org/ilcym](http://www.cipotato.org/ilcym))

Estudios de tabla de vida

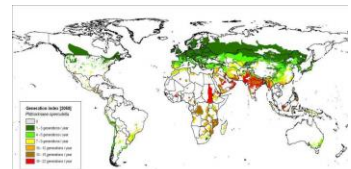
- ▀ tiempo de desarrollo,
- ▀ tiempo de supervivencia,
- ▀ mortalidad de inmaduros
- ▀ oviposición

Resultados estadísticos de varias fuentes bibliográficas ( $\mu$ ,  $\sigma$ )

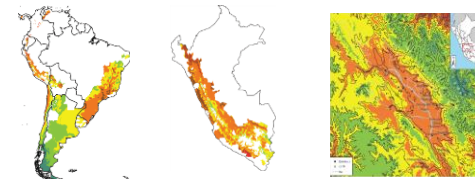




# Propiedades (Aplicación del modelo fenológico)



Distribución potencial a nivel mundial,  
regional y local



Con y sin filtros de cultivos

Clima actual: 2000

(1950-2000: [www.worldclim.org/](http://www.worldclim.org/))

$$ERI = \frac{(\sum_{i=1}^{365} I_i)}{I_l}$$

$$GI = \frac{(\sum_{i=1}^{365} 365 / GL_i)}{365}$$

ERI

GI

AI

Índices de riesgo

Modelo fenológico generado  
previamente

Clima futuro: 2050

Down-scaled data SRES-A1B, IPCC (2007):  
<http://gisweb.ciat.cgiar.org/GCMPPage>

$$AI = \log_{10} \left( \prod_{i=1}^{365} \hat{\lambda}_i \right)$$

“Risk mapping”

([www.cipotato.org/ilcym](http://www.cipotato.org/ilcym))

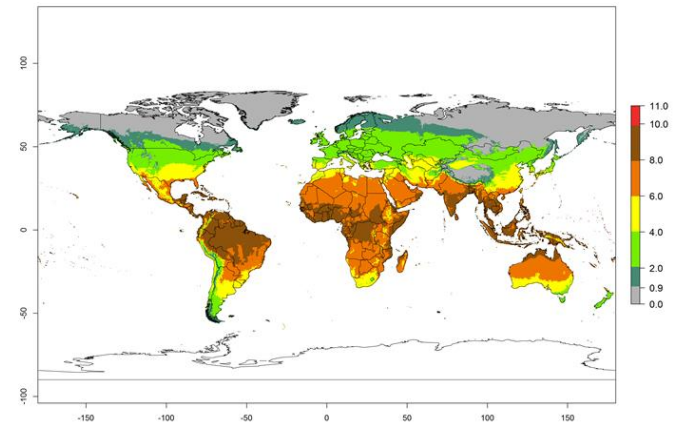
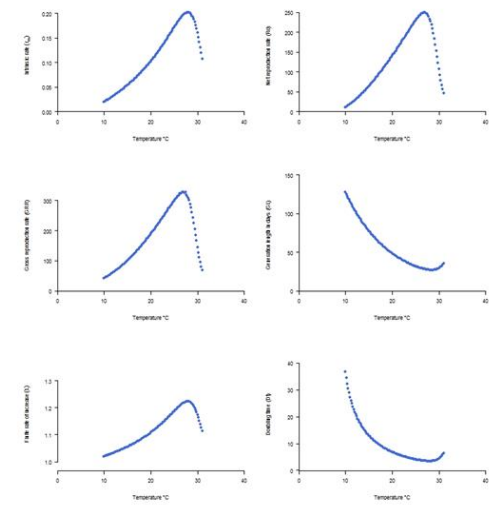
En el análisis de los parámetros de la vida y el mapeo de los índices de riesgo, no siempre es posible generar tablas de vida a temperatura constante, ya sea por razones de tiempo, financiamiento, etc., por lo que ahora tenemos la posibilidad de hacerlo, mediante la simulación de la tabla tipo cohorte, utilizando estimaciones de fuentes bibliográficas sobre los estimados en las tablas de vida a temperaturas constantes.

**BIOLOGY, HISTORY AND WORLD STATUS OF *Diaphorina citri***  
 David G. Hall  
 USDA-ARS, U.S. Horticultural Research Laboratory

**Effects of temperature on biology and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae)**  
 By YING HONG LIU and JAMES H TSAI\*  
 Fort Lauderdale Research and Education Center, IFAS, University of Florida, 3205 College Avenue, Fort Lauderdale, FL 33314, USA  
 (Accepted 13 October 2000; Received 13 June 2000)

**Summary**

The development, survivorship, longevity, reproduction, and life table parameters of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama were evaluated at 10°C, 15°C, 20°C, 25°C, 28°C, 30°C and 33°C. The populations reared at 10°C and 33°C failed to develop. Between 15°C and 30°C, mean developmental period from egg to adult varied from 49.3 days at 15°C to 14.1 days at 28°C. The low-temperature developmental thresholds for 1st through 5th instars were estimated at 11.7°C, 10.7°C, 10.1°C, 10.5°C and 10.9°C, respectively. A modified Logan model was used to describe the relationship between developmental rate and temperature. The survival of the 3rd through 5th nymphal instars at 15-28°C was essentially the same. The mean longevity of females increased with decreasing temperature within 15-30°C. The maximal longevity of individual females was recorded 117, 60, 56, 52 and 51 days at 15°C, 20°C, 25°C, 28°C and 30°C, respectively. The average number of eggs produced per female significantly increased with increasing temperature and reached a maximum of 748.3 eggs at 28°C ( $P < 0.001$ ). The population reared at 28°C had the highest intrinsic rate of increased (0.199) and net reproductive rate (292.2); and the shortest population

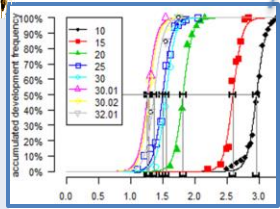


- Diaphorina citri - all Brasil- journal.pone
- Diaphorina citri - all China.pdf
- Diaphorina citri - Arabia Saudita.pdf
- Diaphorina citri - Australia .pdf

Tabla de vida para cada temperatura y para cada estado

File	Edit	Format	View	Help
15	37	100	2	
15	38	100	14	
15	39	100	29	
15	40	100	30	
15	41	100	16	
15	42	100	3	
20	15	100	1	
20	16	100	1	
20	17	100	1	
20	18	100	1	

Este archivo se crea automáticamente cuando se compila el modelado de todas las variables fenológicas



En cuenta el tiempo de desarrollo, la tasa de desarrollo, la mortalidad, la senescencia, la fecundidad y la ovi posición relativa

Name	Date modified	Type
tmin_01.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_02.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_03.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_04.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_05.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_06.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_07.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_08.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_09.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_10.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_11.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmin_12.flt	11/26/2010 3:18 PM	FLT File
tmax_01.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmax_02.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmax_03.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmax_04.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmax_05.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmax_06.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmax_07.flt	11/26/2010 3:17 PM	FLT File
tmax_08.flt	11/26/2010 3:18 PM	FLT File

Los datos climáticos mensuales en formato FLT para la temperatura mínima y máxima

- Recogida de material bibliográfico sobre las tablas de vida a temperaturas constantes
- La extracción de los valores apropiados y su simulación en una tabla de cohorte
- Modelado de las variables fenológicas y la compilación de la fenología.

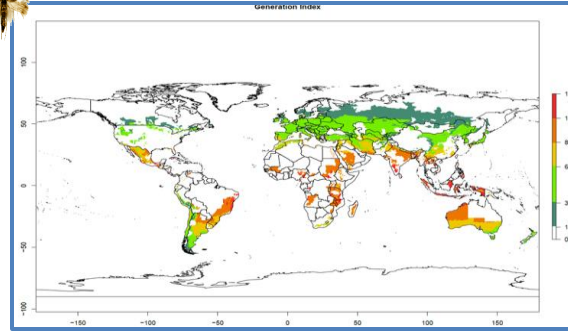
### Creación de la Fenología

- datos climáticos de extracción mensual de la temperatura, de un área específica y la resolución
- Seleccione la fenología
- Utilice la herramienta "Análisis de la población y mapeo" para obtener los archivos "raster" de cada índice de riesgo

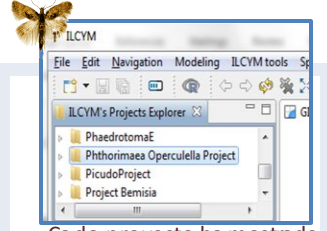
### Simulación Geográfica

- Seleccione el archivo 'raster' y mostrar en un mapa mediante ILCYM u otros softwares
- También se puede utilizar un archivo de formas para un cultivo específico
- Opcionalmente añadir puntos de presencias

### Resultados y los Mapas



índice de generación de Phthorimaea operculella para los cultivos de papa en todo el mundo

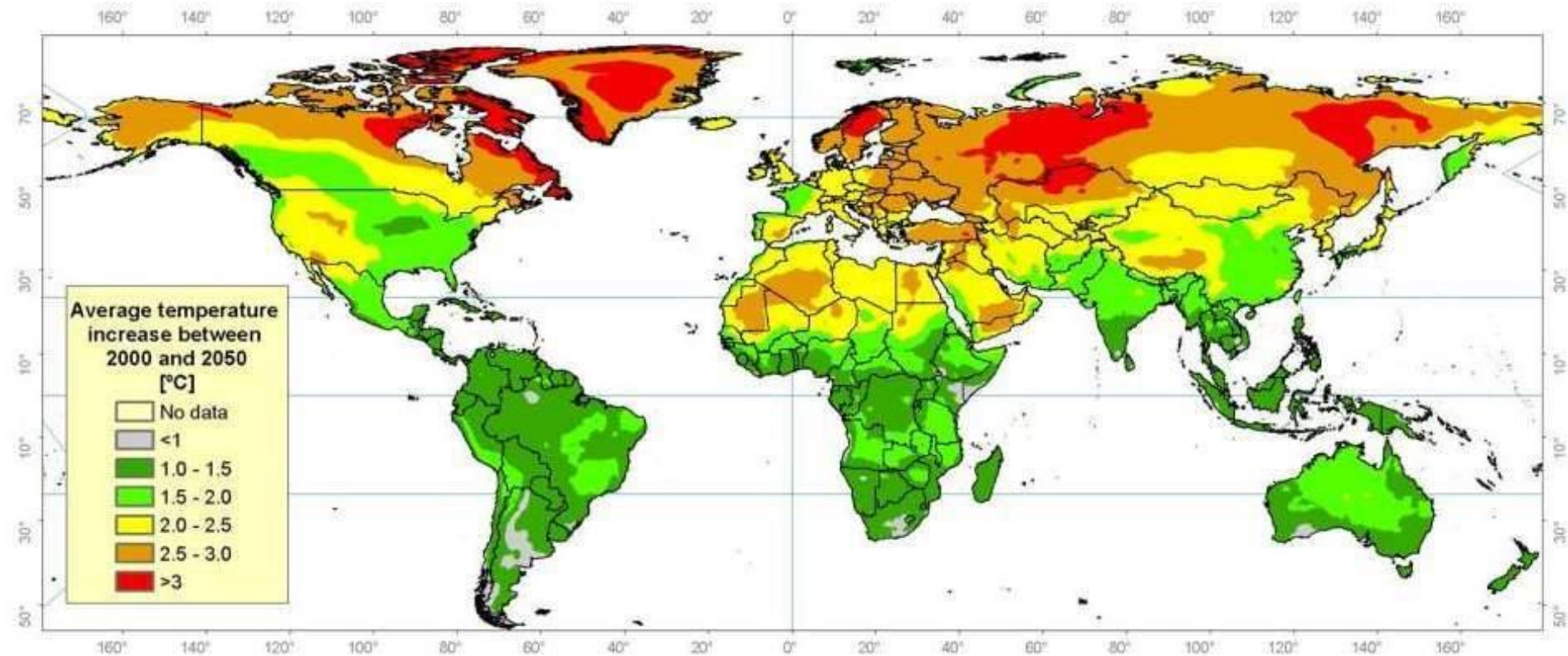


Cada proyecto ha mostrado una carpeta específica en la interfaz ILCYM



# Cambio climático (CC)

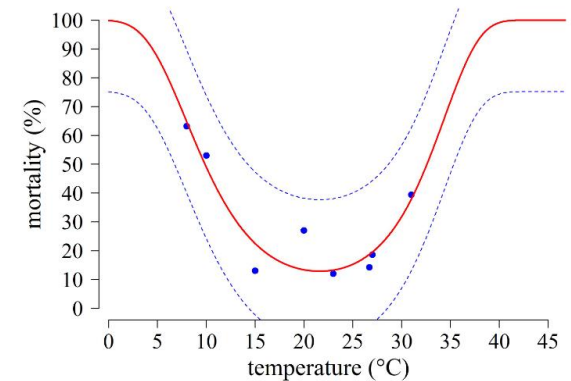
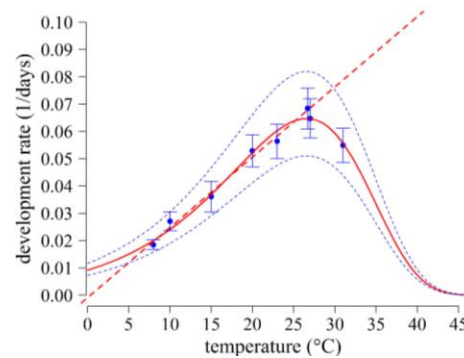
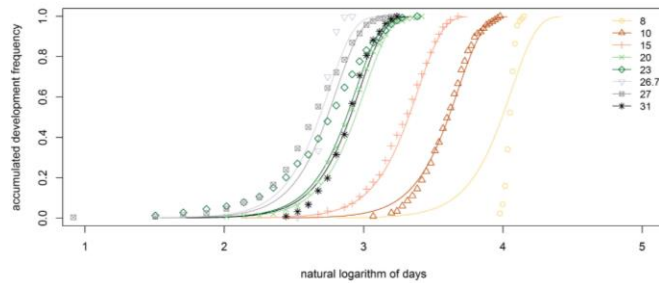
Habrá un incremento en la temperatura media entre 1 C y 2 C en todos los países de Sudamérica y Centroamérica, que puede incrementar la abundancia y la actividad de las principales plagas.



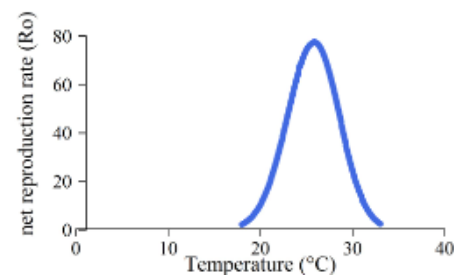
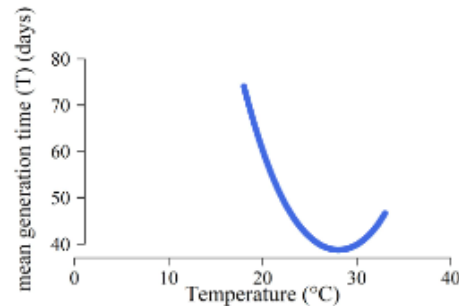
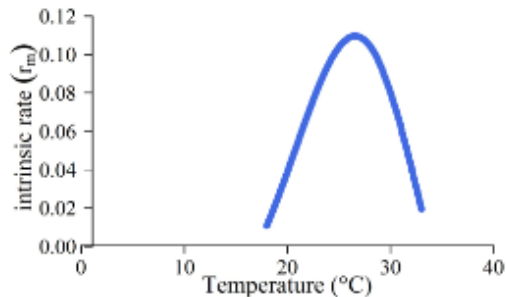
(Dillon 2010)

# Aplicación: Modelado de las variables fenológicas y la estimación de parámetros de vida

## Curvas con patrones definidos:

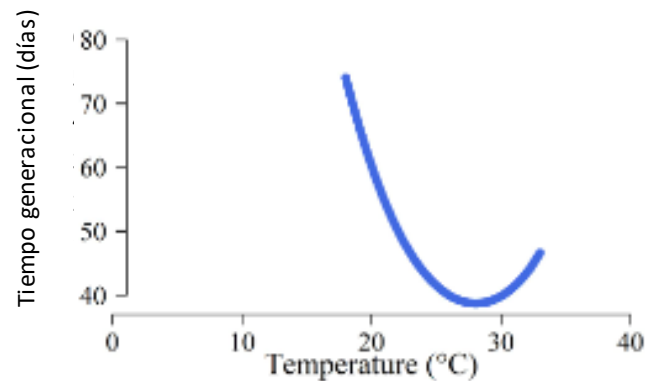
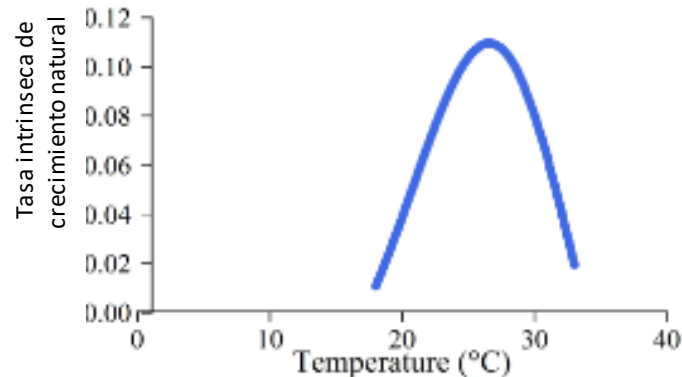


## Parámetros de vida:



# Aplicación: Simulación de parámetros poblacionales

## a. A temperaturas constantes



- ✓ El mayor crecimiento poblacional de *B. cockerelli* se estima entre 25-28 °C
- ✓ Se estima **38 días** aproximadamente como el tiempo óptimo que tarda para obtener 1 generación entre 27-28 °C



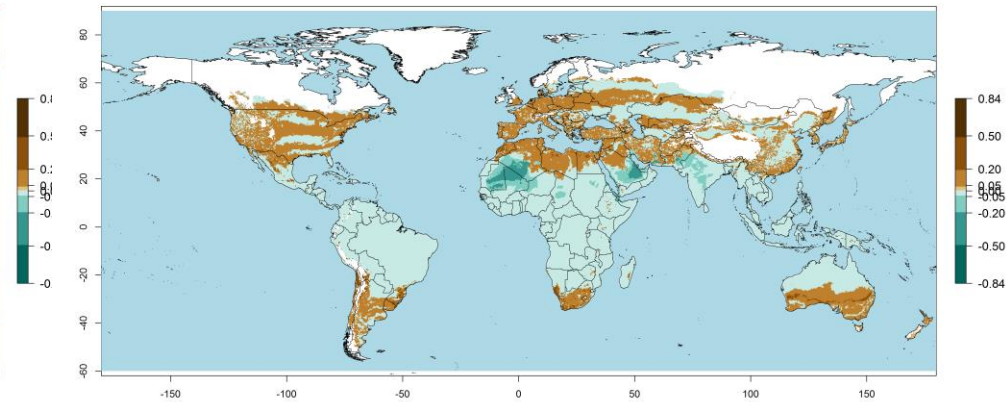
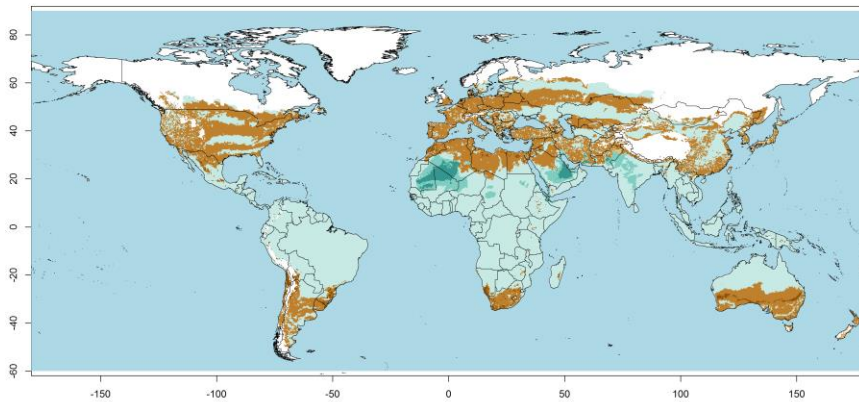
# Aplicación: Mapas de Riesgo Actual y Futuro para el Mundo

El CC reducirá las condiciones favorables en las zonas con temperaturas muy altas y aumentará el establecimiento en las zonas templadas y altas.

## *Bactericera cockerelli*: ERI and GI para 2000 y 2050

**ERI**

**GI**



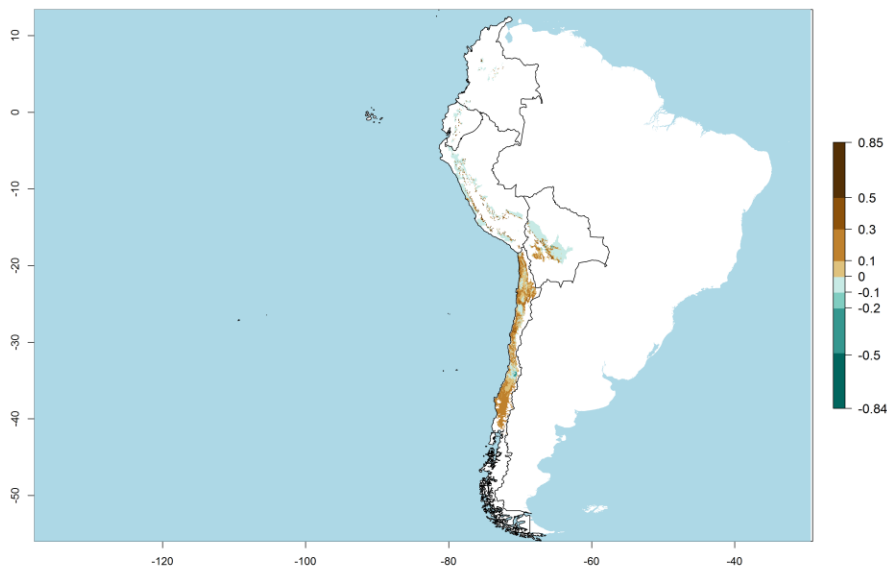
Los puntos de la distribución actual fueron extraídos de CABI (<http://www.cabi.org/>)

# Aplicación: Mapas de Riesgo Actual y Futuro para Sudamérica

El CC reducirá las condiciones favorables en la zonas con temperaturas muy altas y aumentará el establecimiento en las zonas templadas y altas.

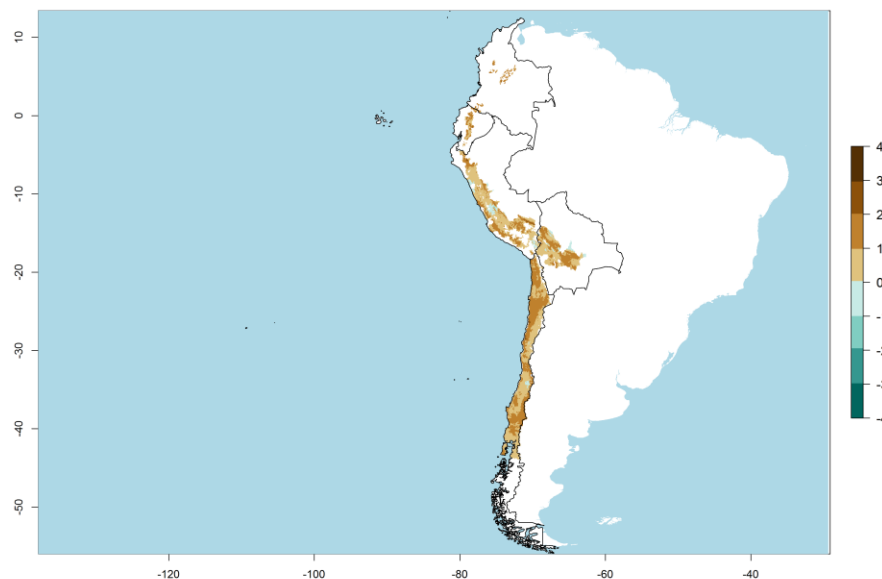
## *B. cockerelli*: ERI and GI para 2000 y 2050

**ERI**



ERI > 0.6 está asociado con un establecimiento potencial permanente.

**GI**

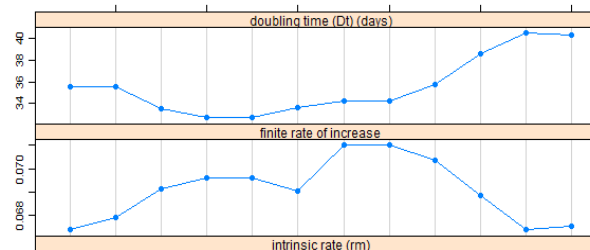


Bajo las temperaturas actuales, se puede desarrollar potencialmente de 6 a 18 generaciones por año en la mayoría de las áreas de cultivo de papa subtropical.

# Aplicación: Simulación por puntos (análisis posterior)

En base a puntos georreferenciados de puntos de interés o de presencia, ahora se puede visualizar los parámetros de vida variantes en el tiempo de forma mensual, todo esto en un módulo interactivo.

The screenshot shows the ILCYM Web application interface. The top navigation bar includes 'Project', 'Modelling', 'Compilation', and 'Simulation'. The main interface is divided into two panels: 'Map' and 'Summary'. The 'Map' panel displays a map of South America with several red dots indicating locations of interest. A tooltip for 'Loc33' is visible over one of the dots. The 'Summary' panel contains three input sections: 'Climate data' with a file location field and a 'Load' button; 'Coordinates to predict' with a 'Browse...' button and a file name 'Coordinates-Crops-TriaVap.txt' and an 'Upload complete' status; and a 'Generate prediction' button.





## Conclusiones y desafíos

- ❑ Modelamiento de fenología y mapeo de riesgo usando fuentes bibliográficas puede ser una herramienta apropiada y marco para la evaluación de riesgo de plagas y planeamiento para la adaptación del cambio climático.
- ❑ El Desarrollo de mapas de riesgo para *Bactericera cockerelli* en actuales y futuros escenarios de acuerdo a la temperatura nos indican los principales problemas en el futuro, y la delimitación de zonas de probable introducción de esta plaga.
- ❑ Existe un riesgo potencial de *Bactericera cockerelli* pueda establecerse en Colombia, Peru, Chile, Bolivia.



Muchas Gracias por su atención!



**The International Potato Center** (known by its Spanish acronym CIP) is a research-for-development organization with a focus on potato, sweetpotato, and Andean roots and tubers. CIP is dedicated to delivering sustainable science-based solutions to the pressing world issues of hunger, poverty, gender equity, climate change and the preservation of our Earth's fragile biodiversity and natural resources.

[www.cipotato.org](http://www.cipotato.org)



### **CIP is a member of CGIAR**

CGIAR is a global agriculture research partnership for a food secure future. Its science is carried out by the 15 research centers who are members of the CGIAR Consortium in collaboration with hundreds of partner organizations.

[www.cgiar.org](http://www.cgiar.org)