

Taller Internacional “Emergencia fitosanitaria en el cultivo de papa en Ecuador y sus implicancias para el Perú y la región andina”

Introducción y aplicación del software Insect Life Cycle Modeling (ILCYM) para el modelamiento de la fenología de plagas y la evaluación de riesgo

Heidy Gamarra, Pablo Carhuapoma, Jan Kreuze

Lima, 20 al 22 Enero 2020



PERÚ

Ministerio
de Agricultura y Riego

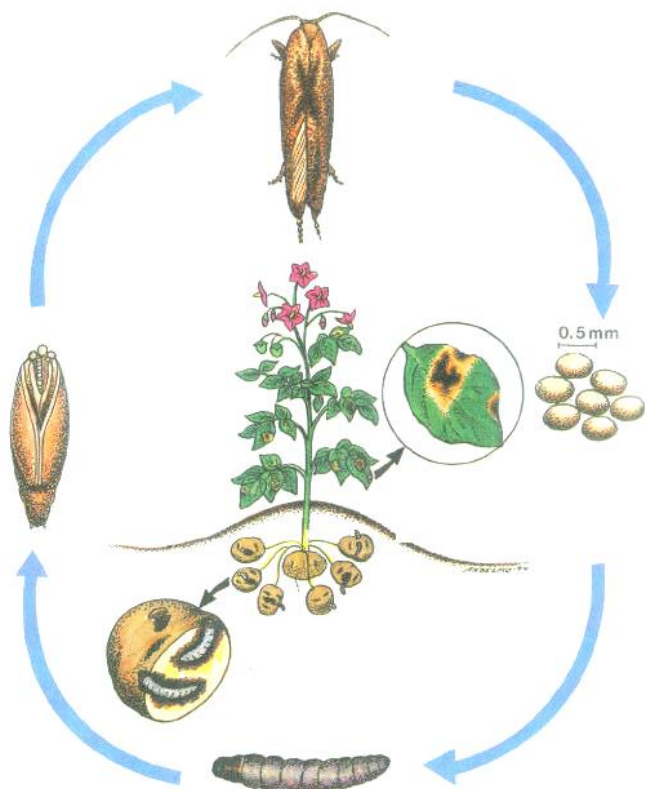


SENASA
PERÚ

Ciclo de vida de los insectos

Especies multivoltinas

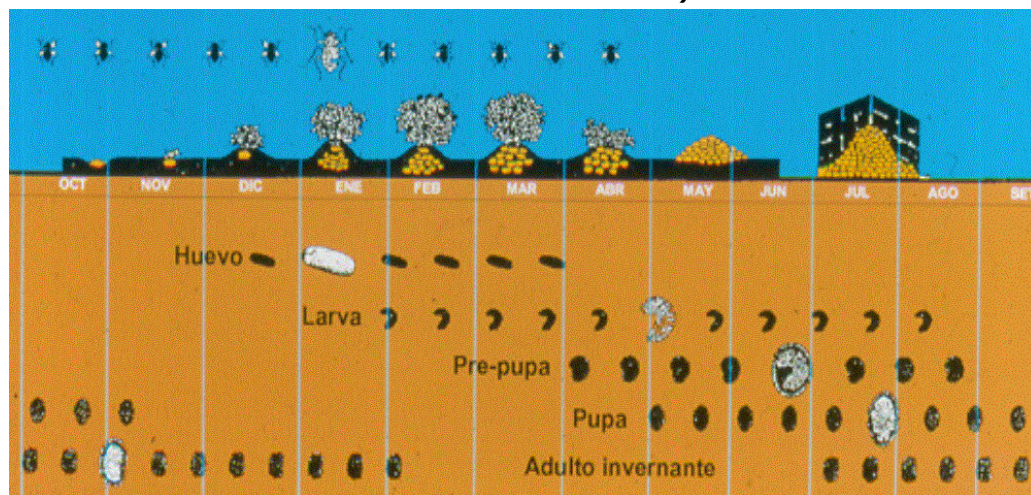
- varias generaciones superpuestas
- trópicos y subtrópicos



Ejemplo: Polilla de la papa

Especies univoltinas

- sin superposición de generación
- regiones templadas
- estacionalidad
- fase de descanso (diapausa, hibernación)

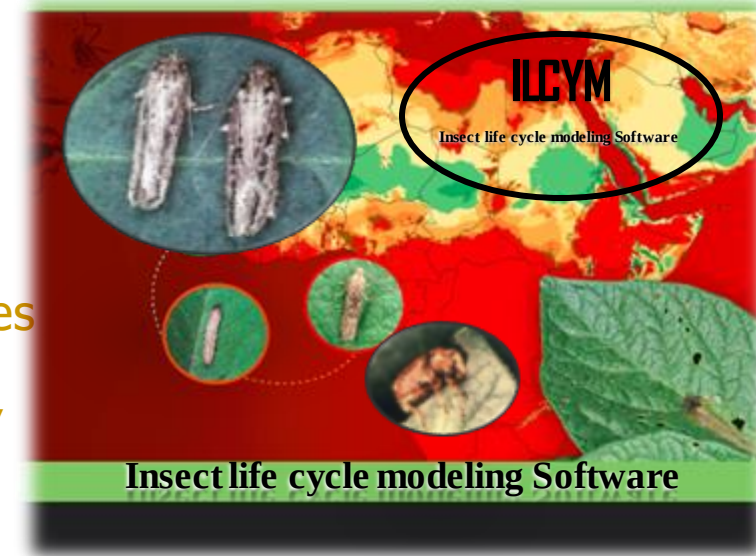


Ejemplo: Gorgojo de los Andes

Modelos fenológicos de insectos

Herramienta analítica para la predicción, evaluación y entendimiento de las dinámicas poblacionales de insectos y la evaluación de enfermedades en los agro-ecosistemas

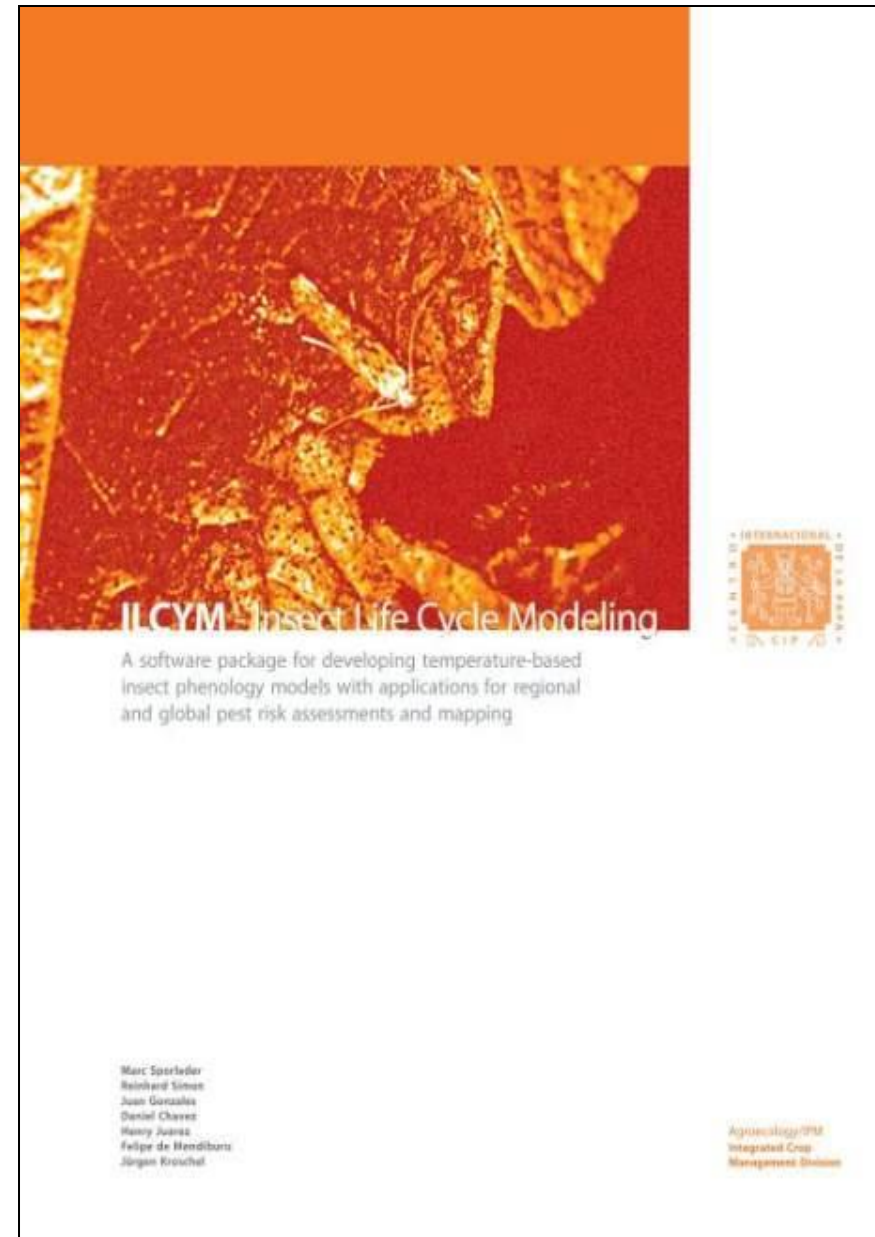
- ☐ Simulación de la dinámica de poblaciones
- ☐ Evaluación del riesgo de plagas
- ☐ Manejo Integrado de Plagas
 - Control biológico clásico: Identificación de lugares potenciales para la liberación de enemigos naturales
 - Simulación de frecuencia de aplicación (attracticida, biopesticida)
- ☐ Cambio climático / planificación de la adaptación



Programa "Insect Life Cycle Modeling (ILCYM)"

Programa para el desarrollo de modelos fenológicos basados en la temperatura con aplicaciones regionales y evaluaciones de riesgo de plagas

- ✓ Colección de datos de los ciclos de vida con temperaturas constantes y fluctuantes.
- ✓ Desarrollo de modelos fenológicos/poblacionales para las plagas de insectos ("Model Builder")
- ✓ Herramientas de validación del modelo
- ✓ Herramientas para el mapeo de riesgos con el uso de SIG
- ✓ Establecimiento de índices
 - Índices de generaciones
 - Índices de actividad
 - Índices de establecimiento



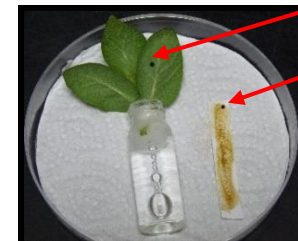
Data aplicada en ILCYM:

Tabla de vida completa

Temperaturas
constantes



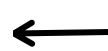
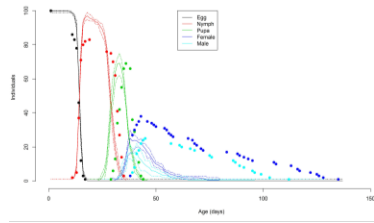
- Oviposición
- Tiempo de sobrevivencia (hembra y macho)



- Tiempo de desarrollo
- Mortalidad

Propiedades (Desarrollo del modelo fenológico)

“Model builder”



Validación del modelo

Simulación de parámetros
de tabla de vida



Modelos fenológicos
basados en la temperatura

(www.cipotato.org/ilcym)



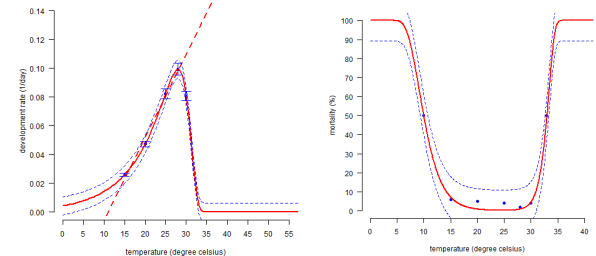
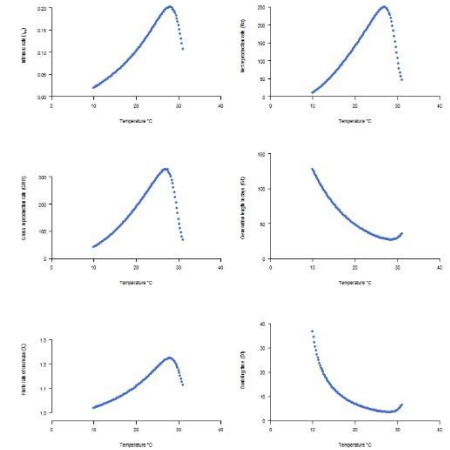
Estudios de tabla de vida

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

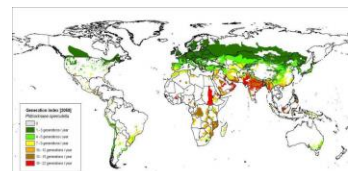
Tasa y tiempo de desarrollo
Tasa y tiempo de oviposición
Senescencia
Tasa de mortalidad
Oviposición total

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

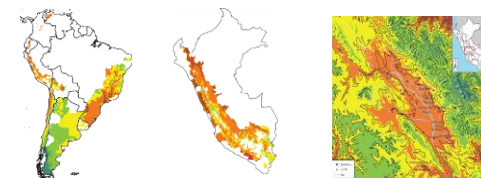
Resultados estadísticos de varias fuentes bibliográficas (μ , σ)



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/)

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

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

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/GCMPage>

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

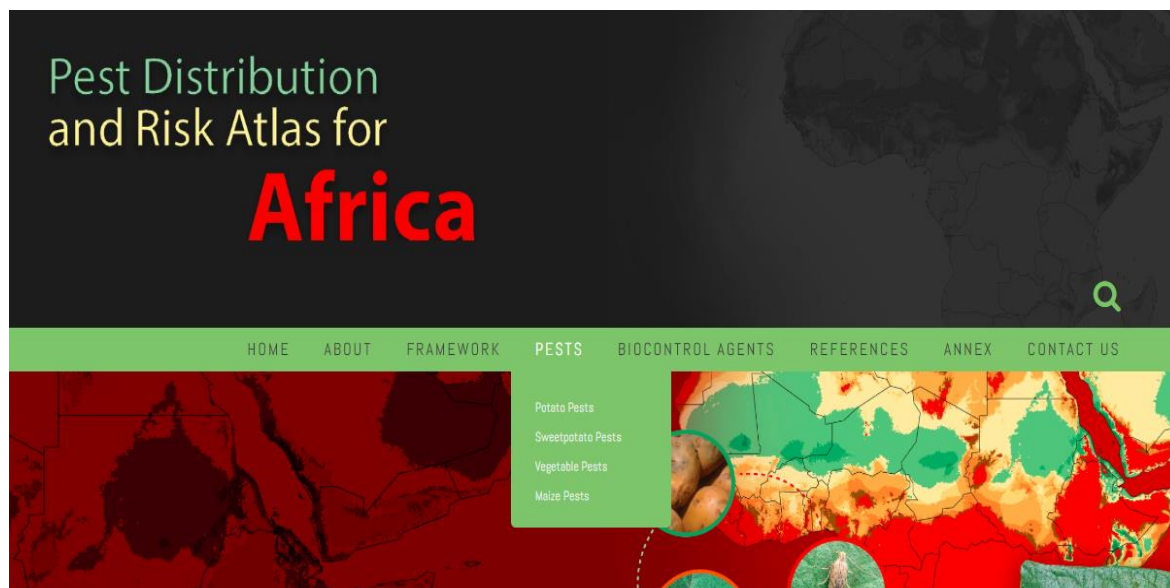
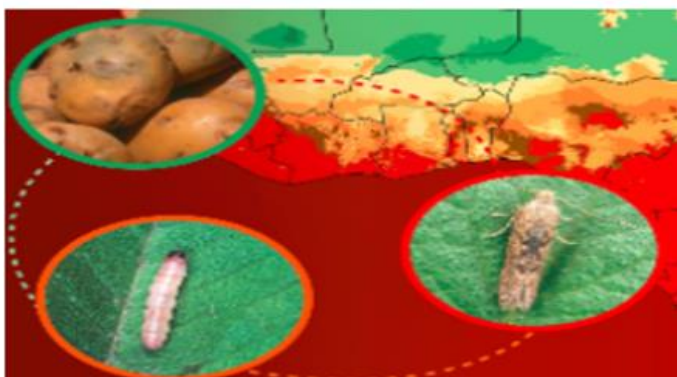
“Risk mapping”

Uso del ILCYM

- * Técnica avanzada de modelamiento para poblaciones de insectos y herramienta para analizar modelos, los usuarios no necesitan ser expert en el campo
- * Tiene un guía interactiva para los usuarios para realizar los modelos y el mapeo especial :

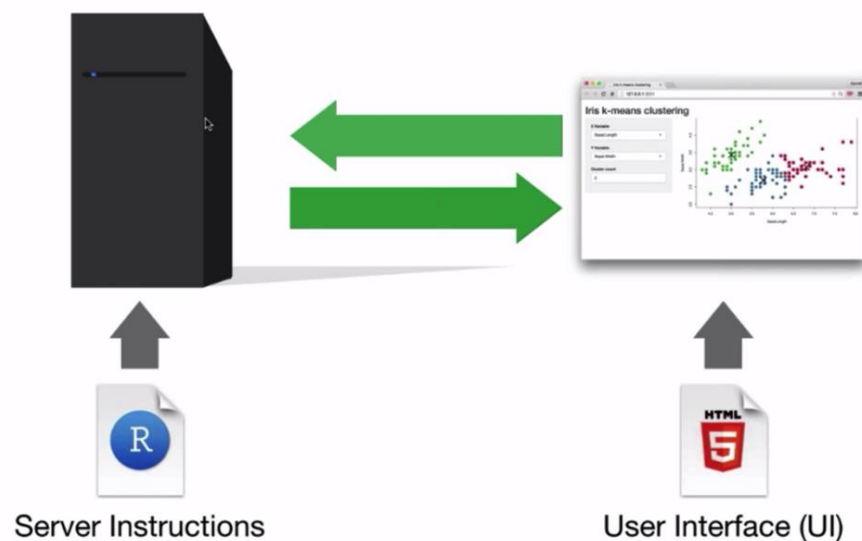
<https://research.cip.cgiar.org/confluence/display/ilcym/Downloads>

<https://cipotato.org/riskatlasforafrica/>



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 procesamientoos.



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

Cultivos de importancia en Peru

Tomate



Tuta absoluta
Trialeurodes vaporariorum
Bemisia tabaci
Prodiplosis longifila

Cebolla



Trips tabaci



S. frugiperda



L. huidobrensis

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



Introducción

Nombre: *Bactericera cockerelli*

Nombre communes:

Ingles: potato syllid,
tomato syllid

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

Taxonomía:

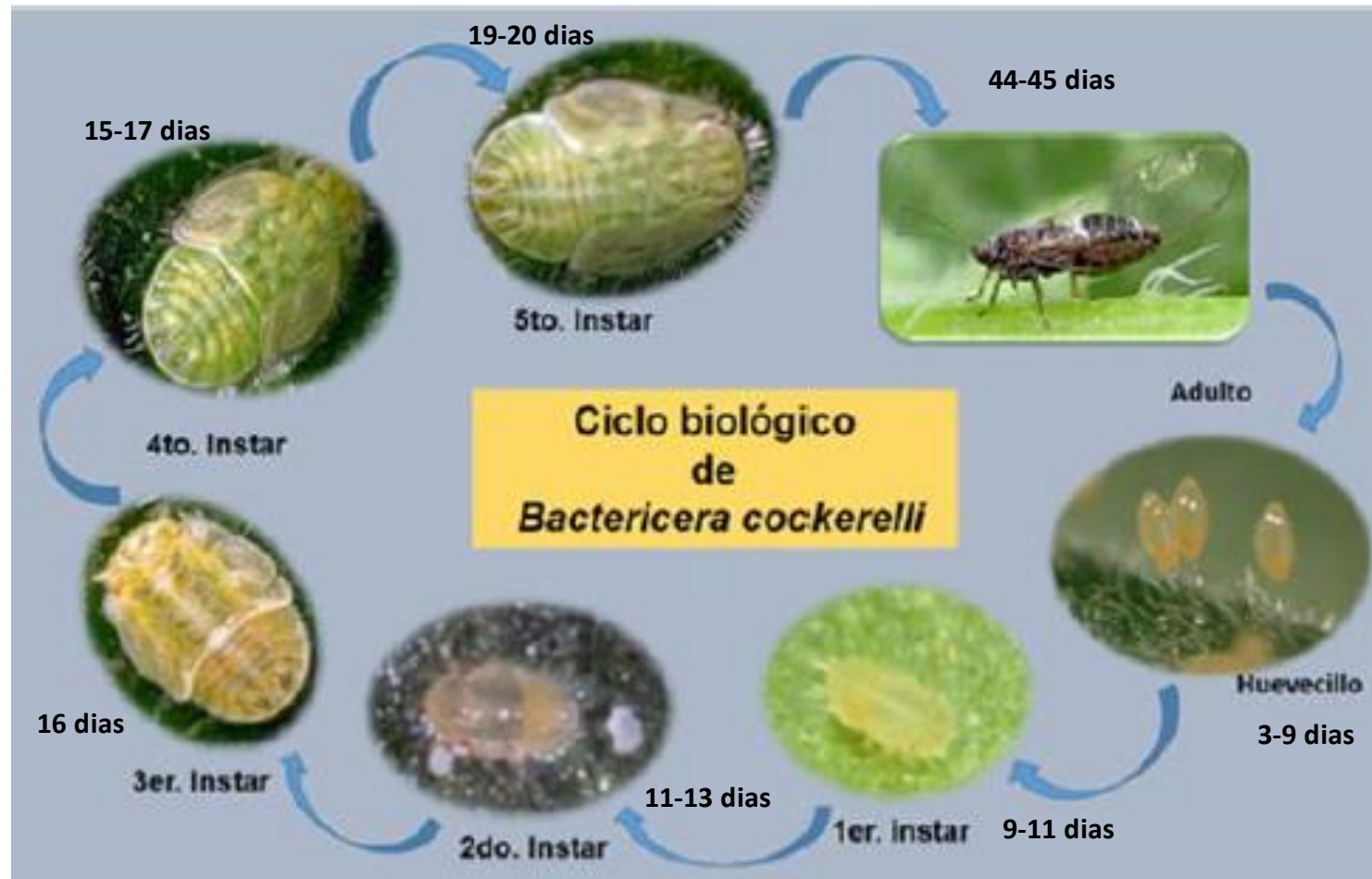
Insecta: Hemiptera: Triozidae

Genus: *Bactericera* (=Paratrioza)

Species: *Bactericera cockerelli* (Sulc)
1909



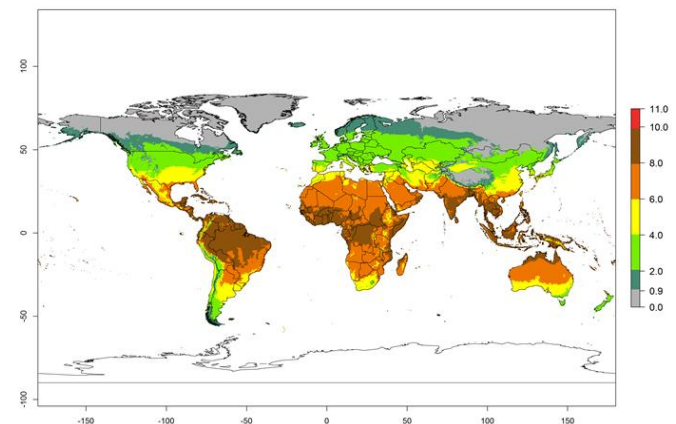
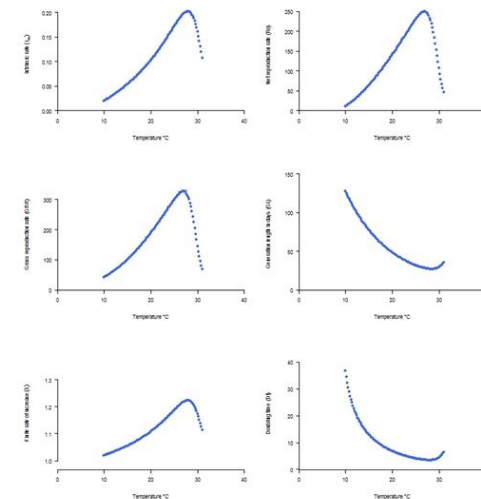
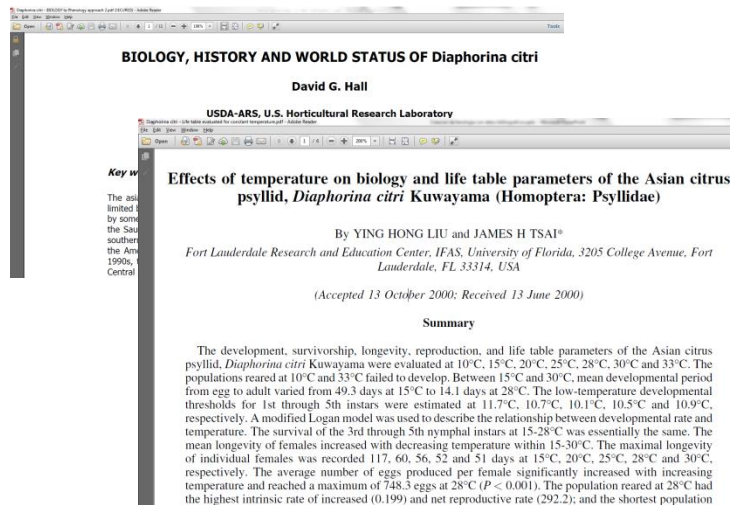
Identificación: Biología



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

-
- 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.

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.





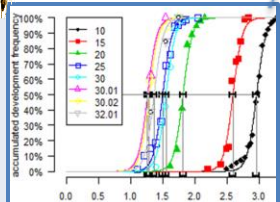
- 2009_Yang_life tables *Bactericera cockerelli*-eggplant and bell pepper.pdf
- 2010_Yang_life tables *Bactericera cockerelli*_potato.pdf
- 2012_Tran_PhDthesis.pdf

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



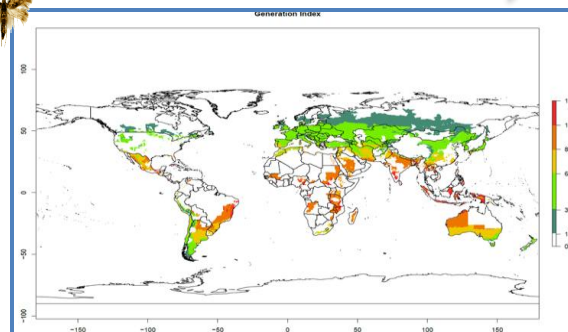
En cuenta el tiempo de desarrollo, la tasa de desarrollo, la mortalidad, la senescencia, la fecundidad y la oviposición relativa

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 3:05 PM	FLT File
tmin_04.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_05.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_06.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_07.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_08.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_09.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_10.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_11.flt	11/26/2010 3:05 PM	FLT File
tmin_12.flt	11/26/2010 3:05 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.

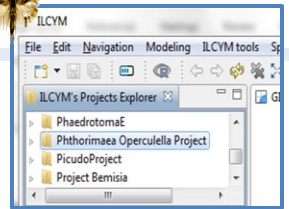
Creación de la Fenología



Índice de generación de *Bactericera cockerelli* para los cultivos de papa en todo el mundo

Simulación Geográfica

- 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



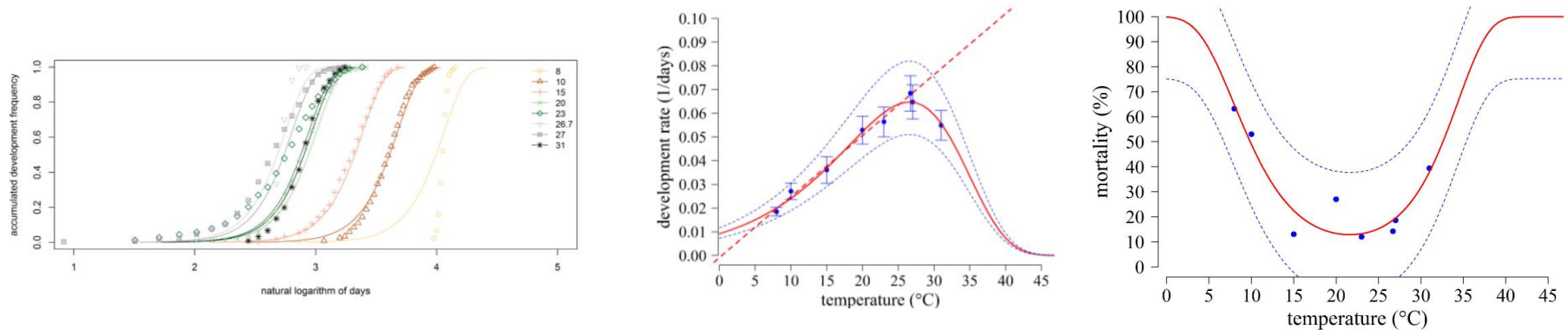
Cada proyecto ha mostrado una carpeta específica en la interfaz ILCYM

- 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

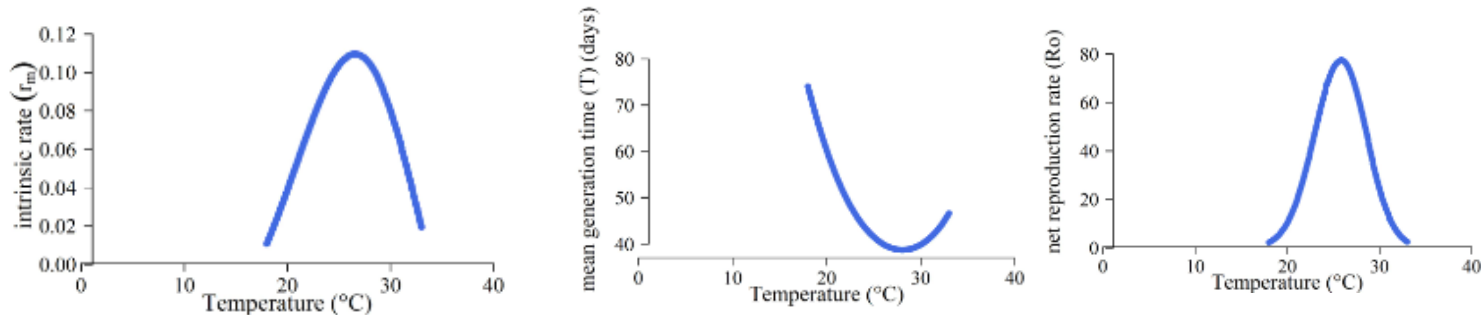
Resultados y los Mapas

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

Curvas con patrones definidos:

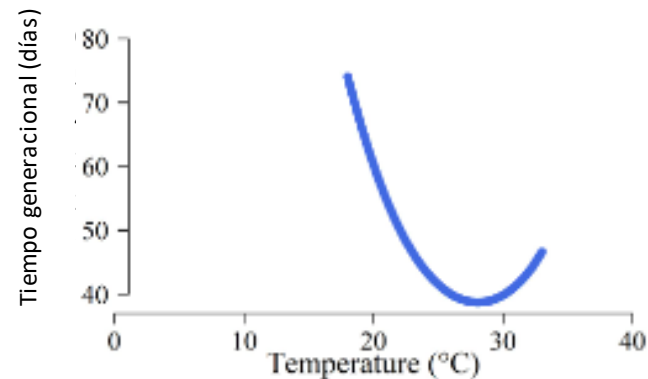
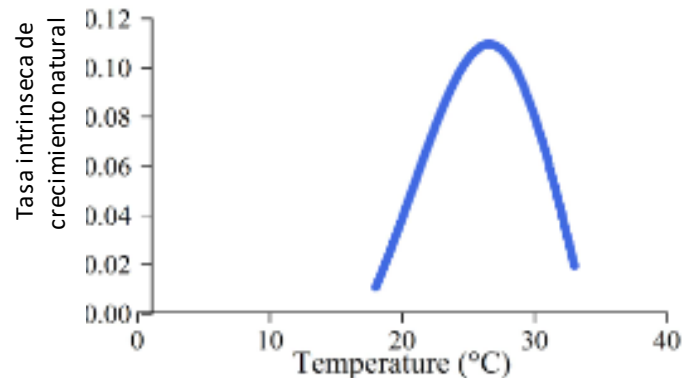


Parámetros de vida:



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

Distribución Geográfica

Distribution Maps of Plant Pests

Compiled by CABI in association with EPPO

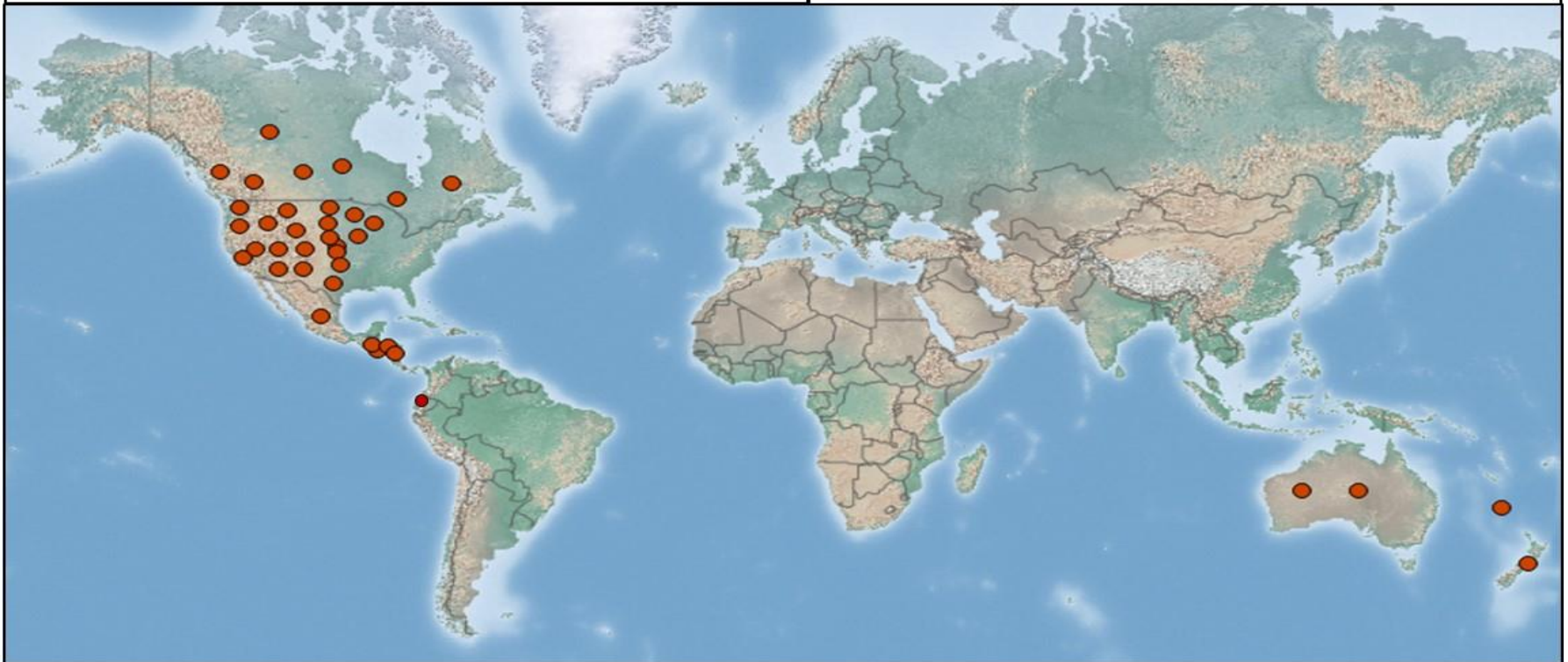
<https://www.cabi.org/isc/datasheet/45643>

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

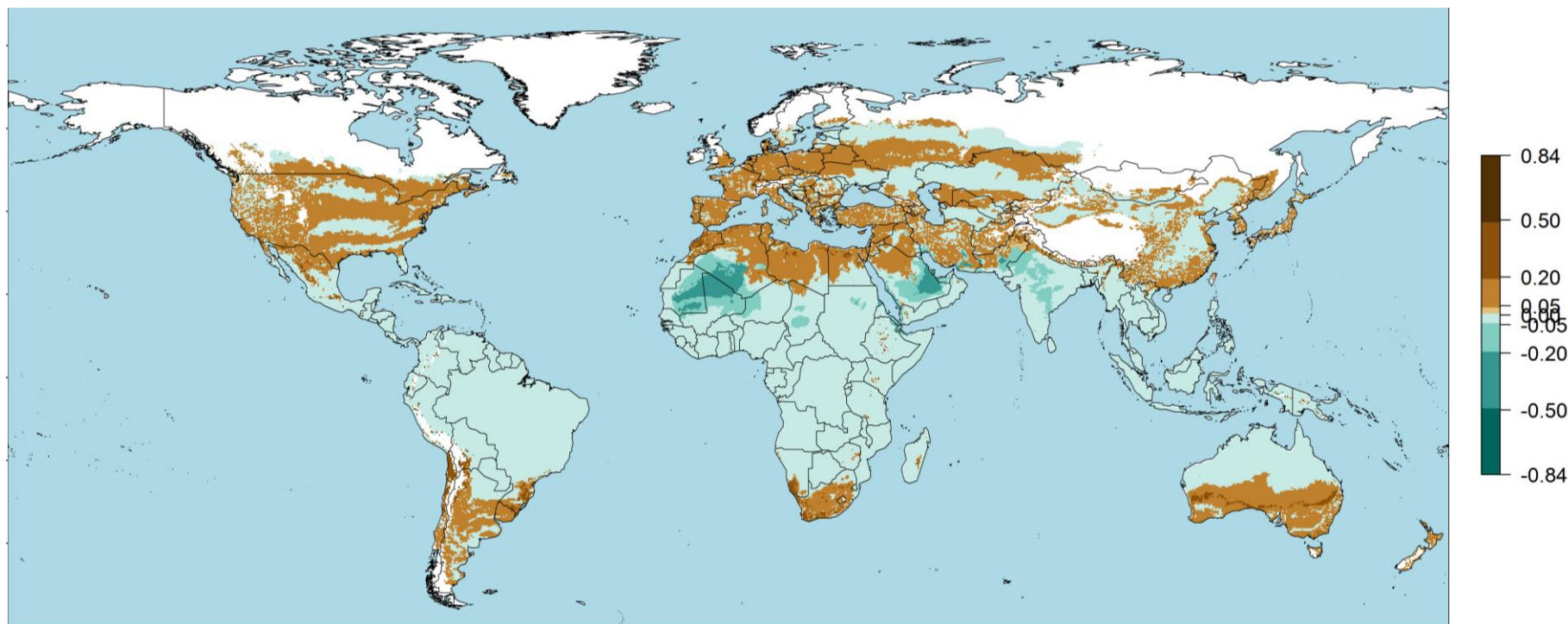
CABI/EPPO, 2015/2017, *Bactericera cockerelli*

Distribución mundial de *Bactericera cockerelli*.

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

Aplicación: Mapas de Riesgo Actual y Futuro para el Mundo

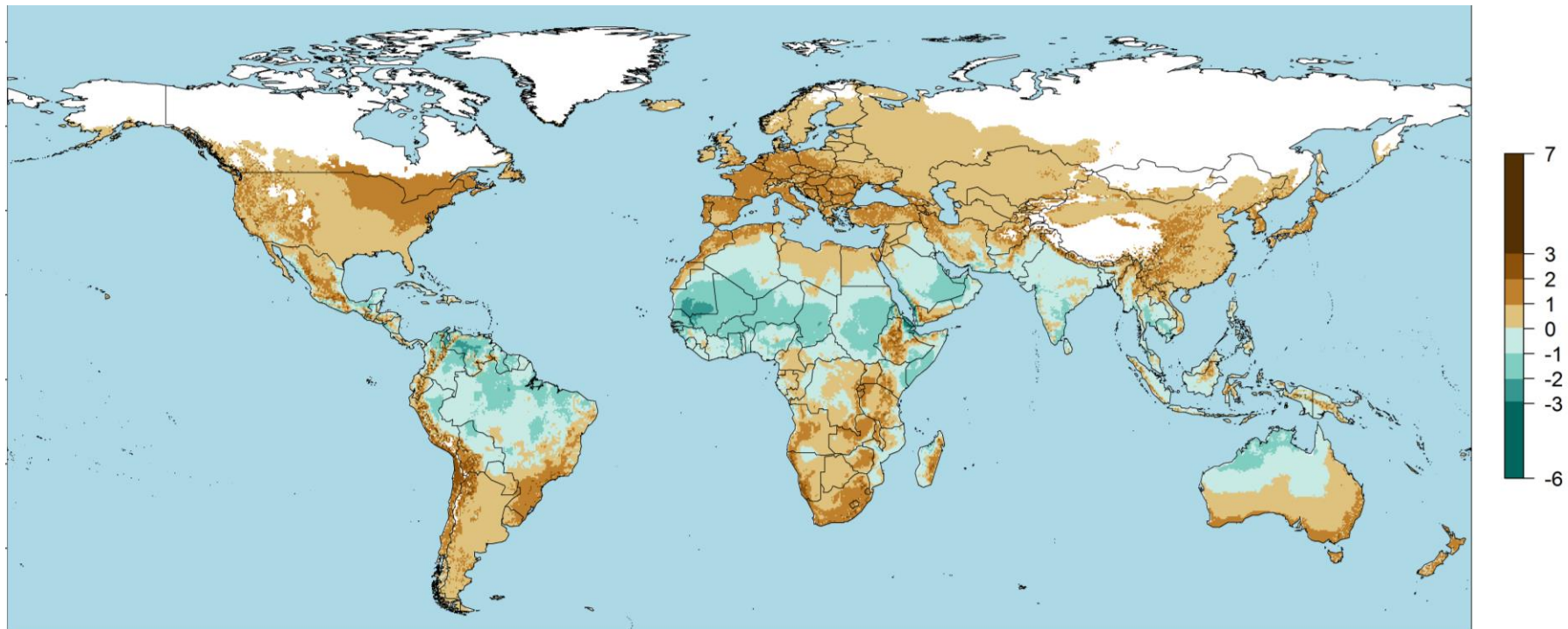
El CC reducirá las condiciones favorables en la zonas con temperaturas muy altas y aumentará el establecimiento en las zonas templadas y altas.



***Bactericera cockerelli*: ERI para 2000 y 2050**

Aplicación: Mapas de Riesgo Actual y Futuro para el Mundo

El CC reducirá las condiciones favorables en la zonas con temperaturas muy altas y aumentará la número de generaciones en las zonas templadas y altas.



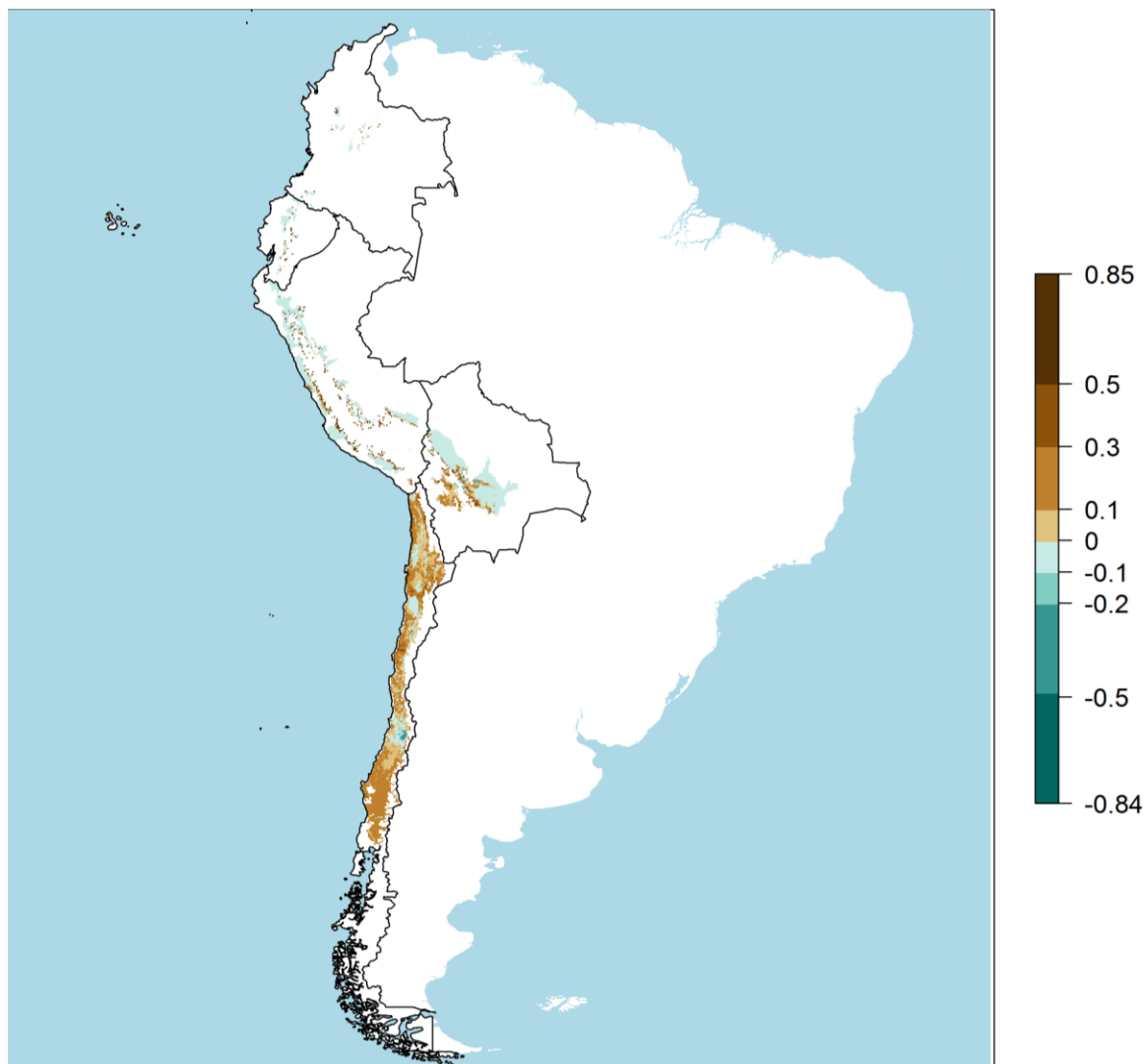
***Bactericera cockerelli*: GI para 2000 y 2050**

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.

ERI

ERI > 0.6
establecimiento
potencial
permanente.

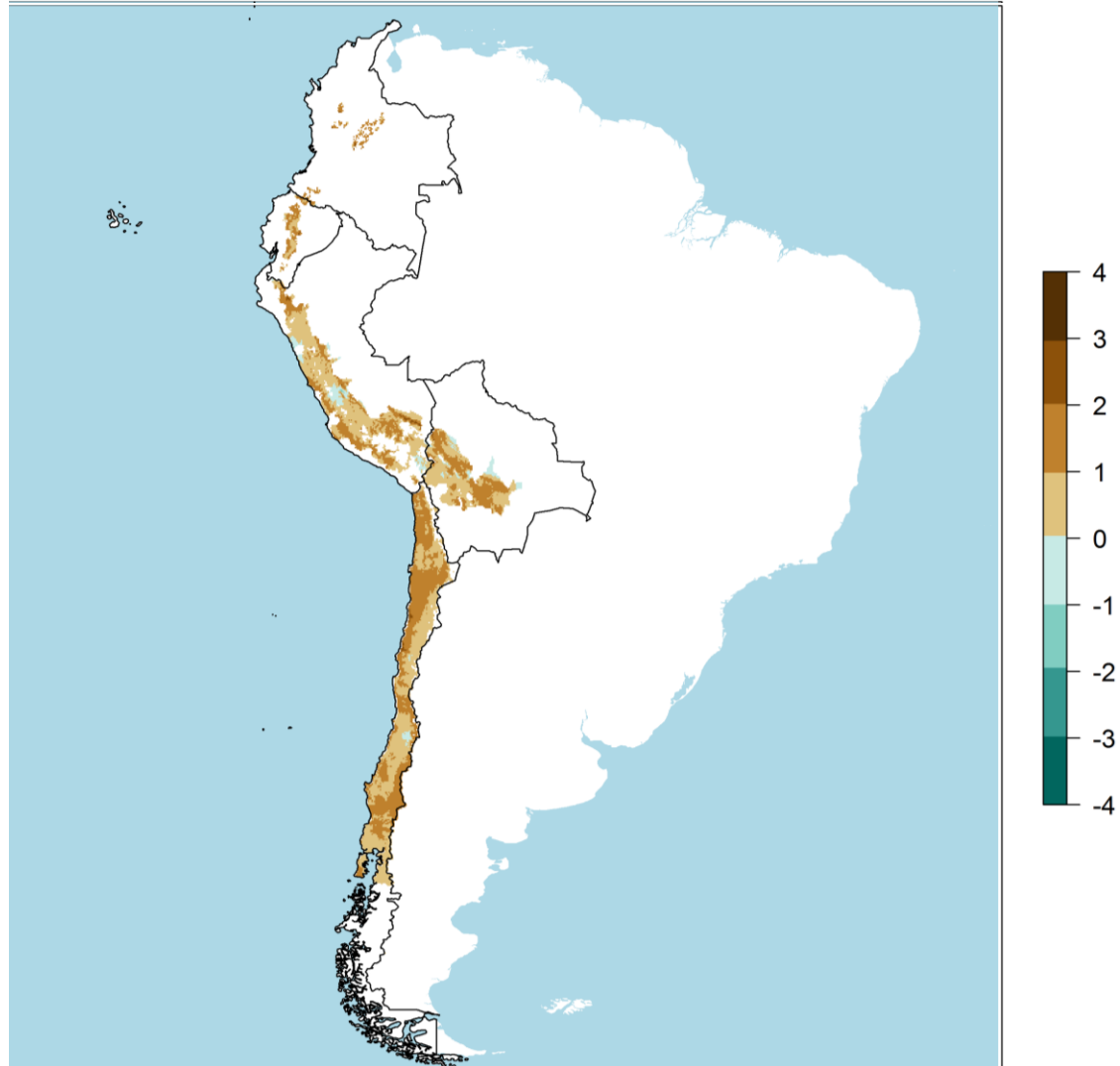


Aplicación: Mapas de Riesgo Actual y Futuro para el Mundo

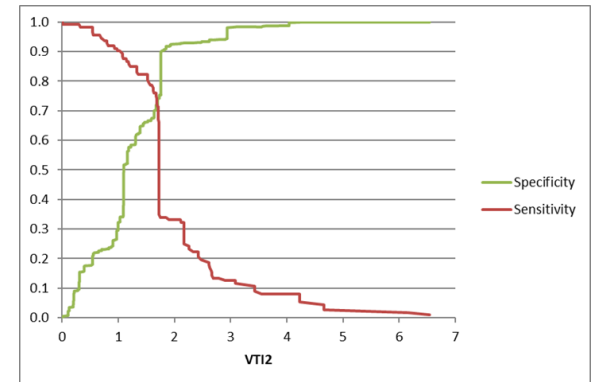
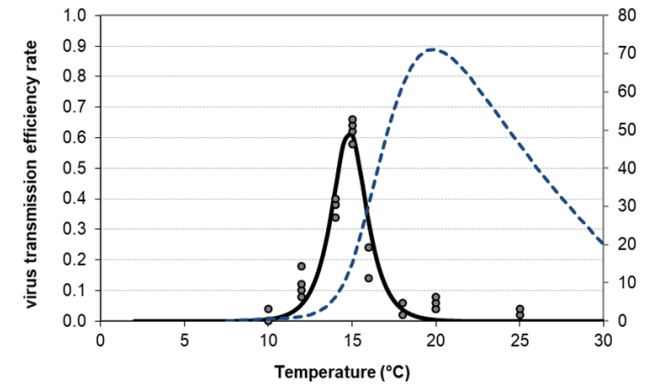
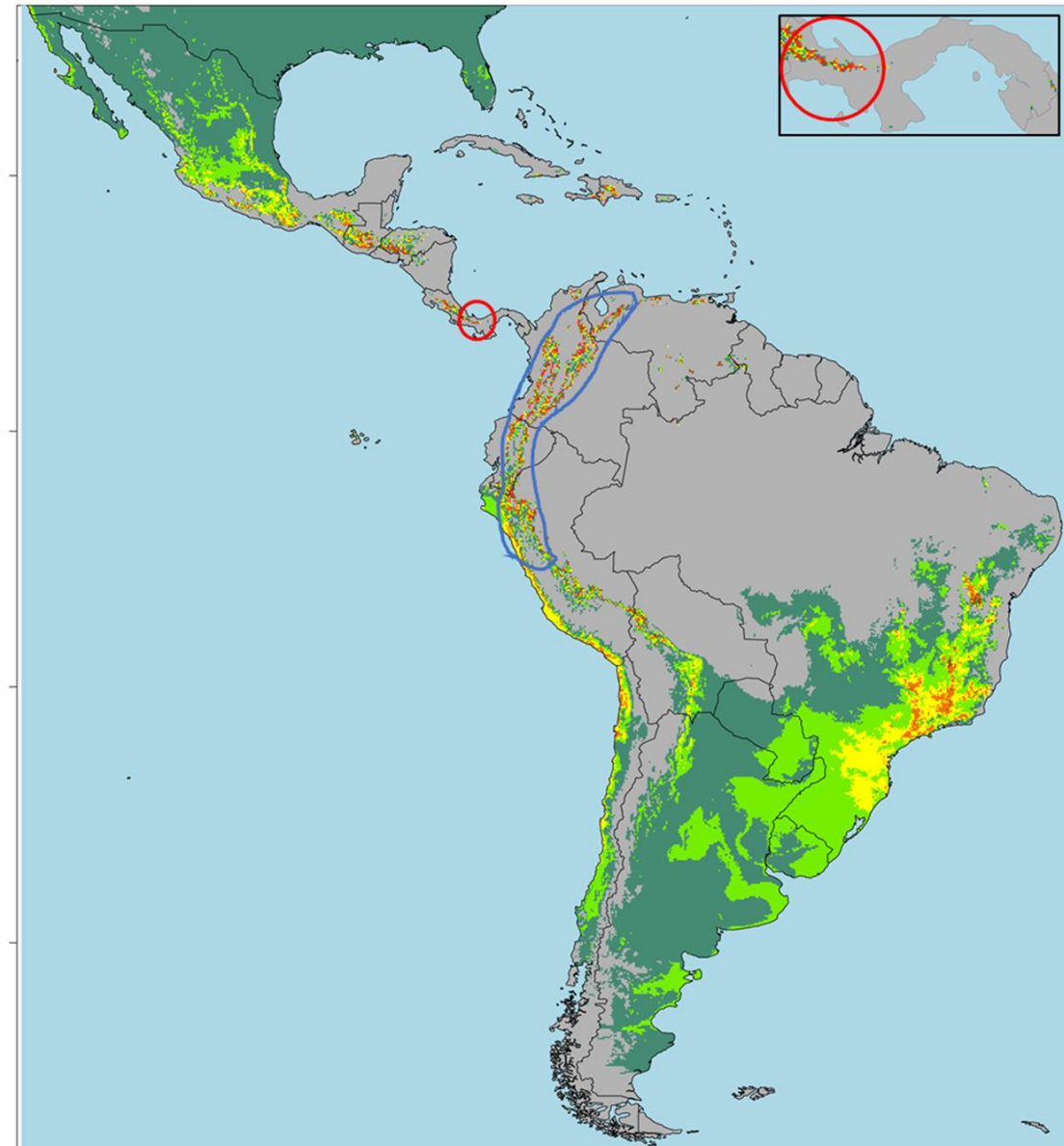
El CC reducirá las condiciones favorables en la zonas con temperaturas muy altas y aumentará el número de generaciones en las zonas templadas y altas.

GI

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



Modelo basado en la temperatura para la eficacia de la transmisión del virus del Amarillamiento de las venas de la papa por *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae)



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



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