



Representación Bolivia

50 Años
1969 - 2019



“III Foro Internacional en Cambio Climático: Impacto en la Agricultura del Perú”

“Las nanocomputadoras en el monitoreo de insectos plaga”

Bruno CONDORI

François REBAUDO

Reinaldo QUISPE

Lima, 23 octubre 2019

Insectos plaga en la agricultura



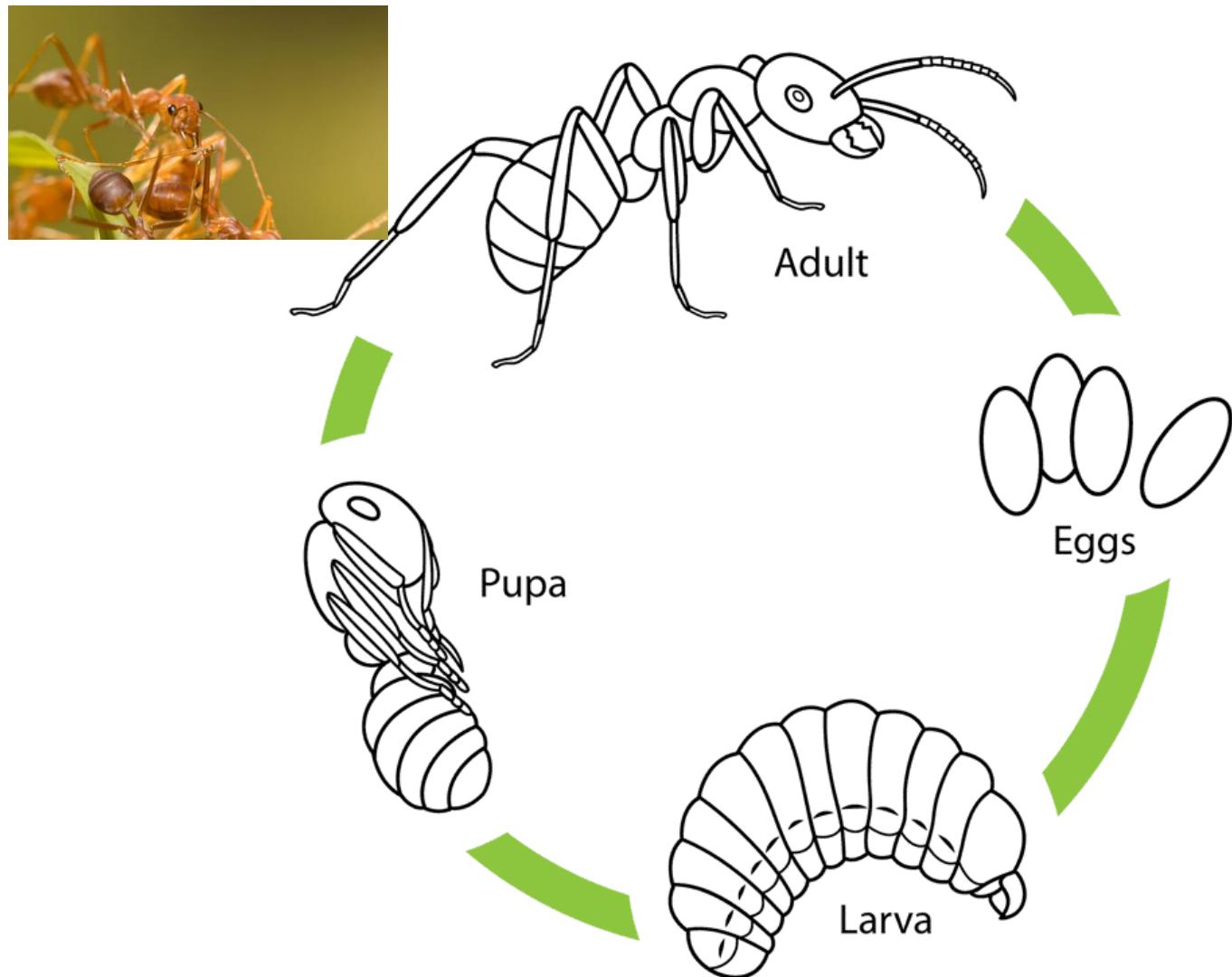
Plaga

Población que sobrepasa el umbral de daño económico



Pérdidas en rendimiento y precio del producto
Pudiendo llegar a un 100% de daño

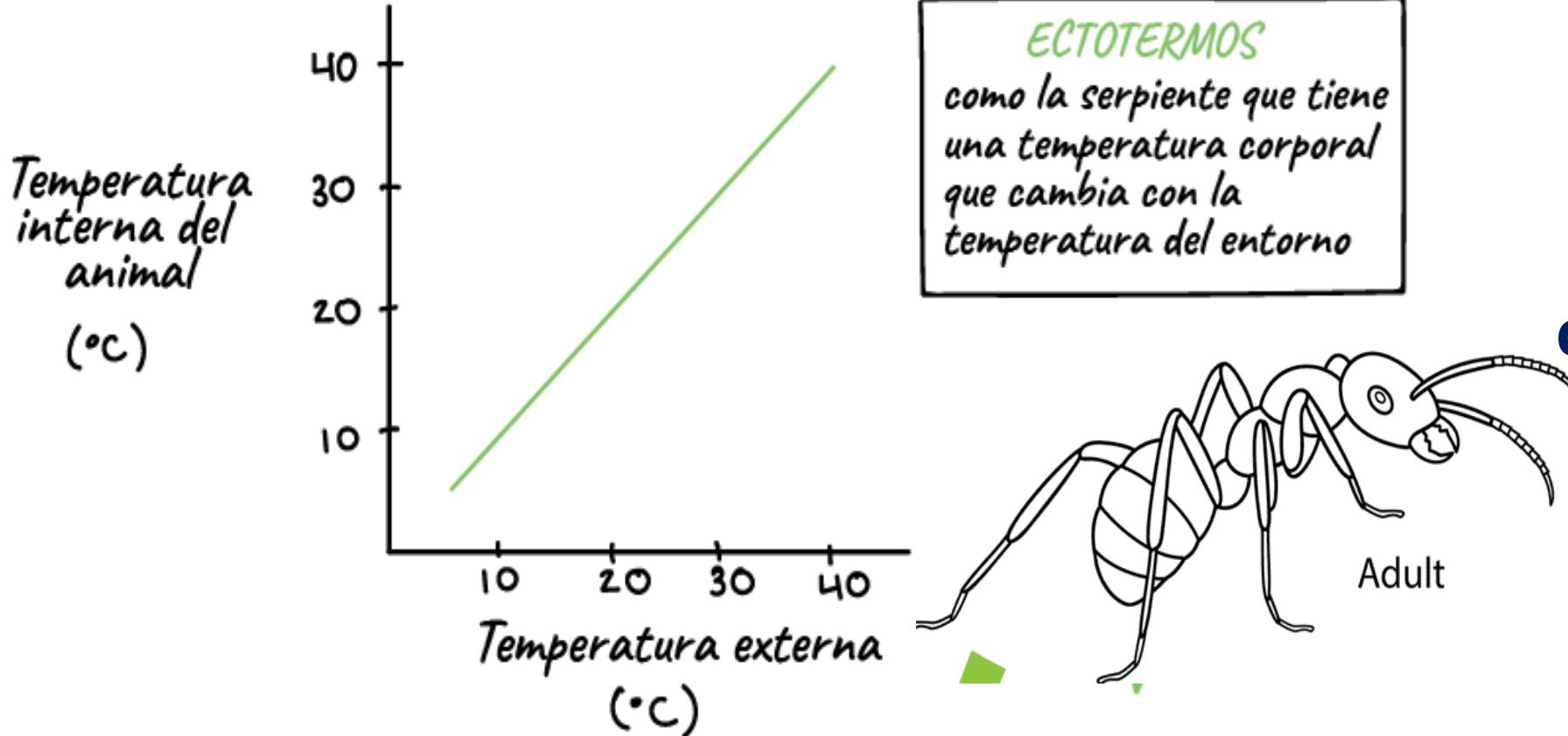
Ciclo biológico de los insectos



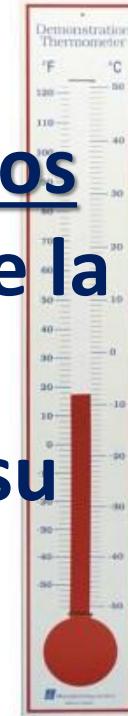
4 **estadios** cuya duración
puede modificarse

- **Temperatura**
- **Humedad**
- **Radiación**
- **Alimento**

Factores ambientales clave en la vida de insectos

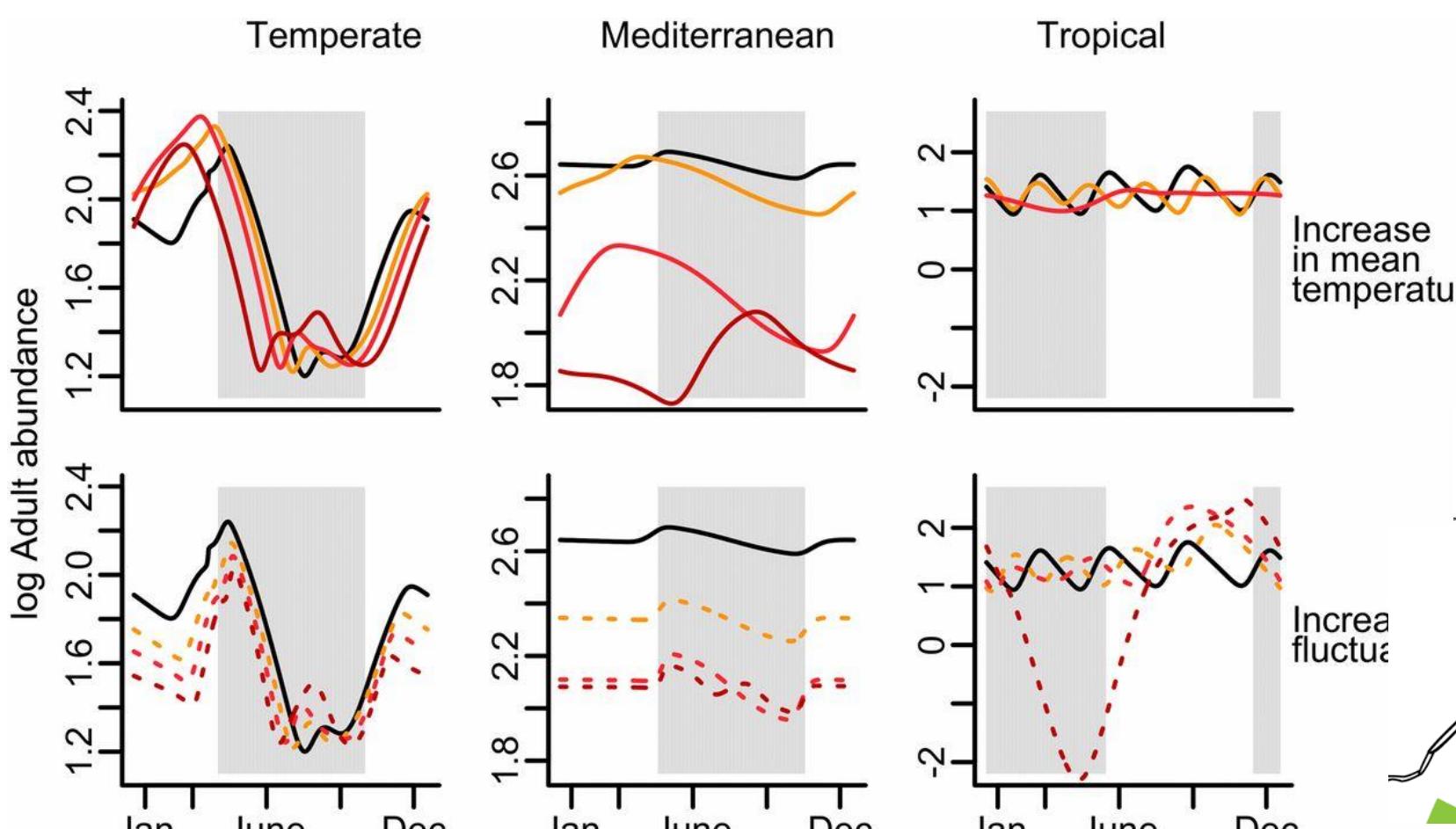


Seres ectotérmicos o dependientes de la temperatura ambiental para su desarrollo



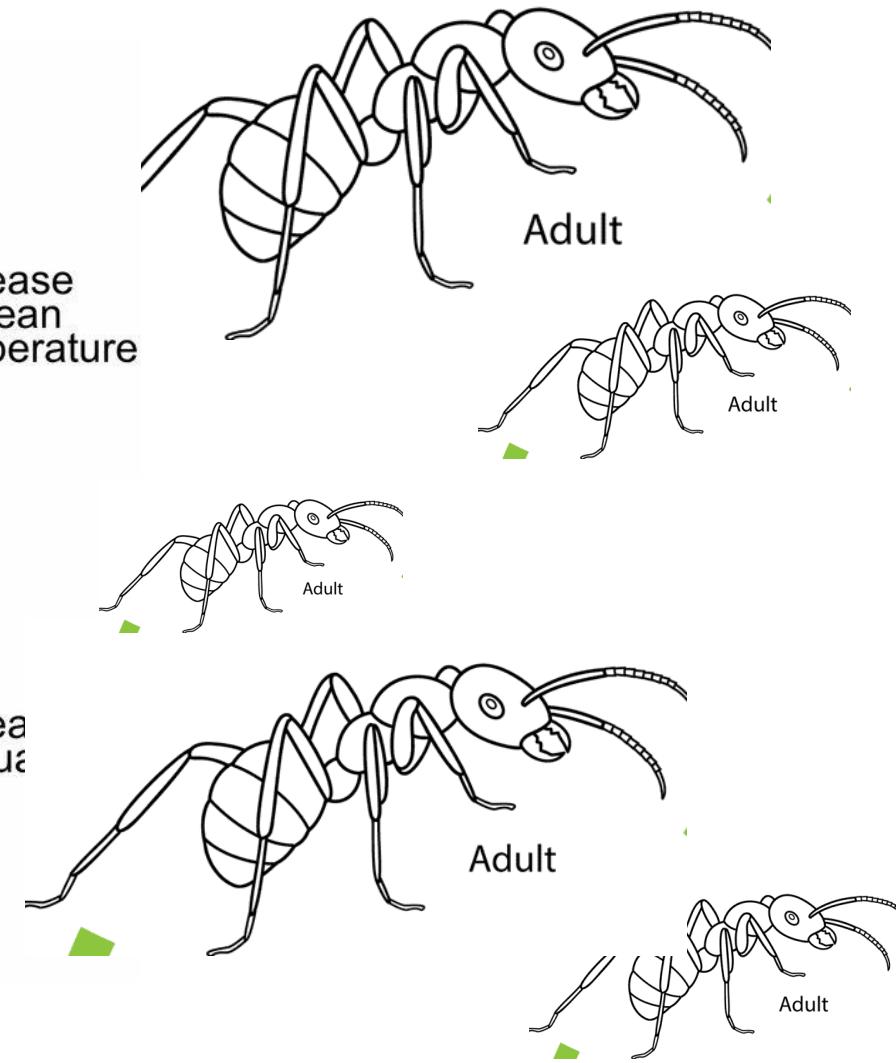
 **El incremento de temperaturas debido al calentamiento global, es una evidencia del CC.**

Relaciones de temperaturas en la fenología de insectos

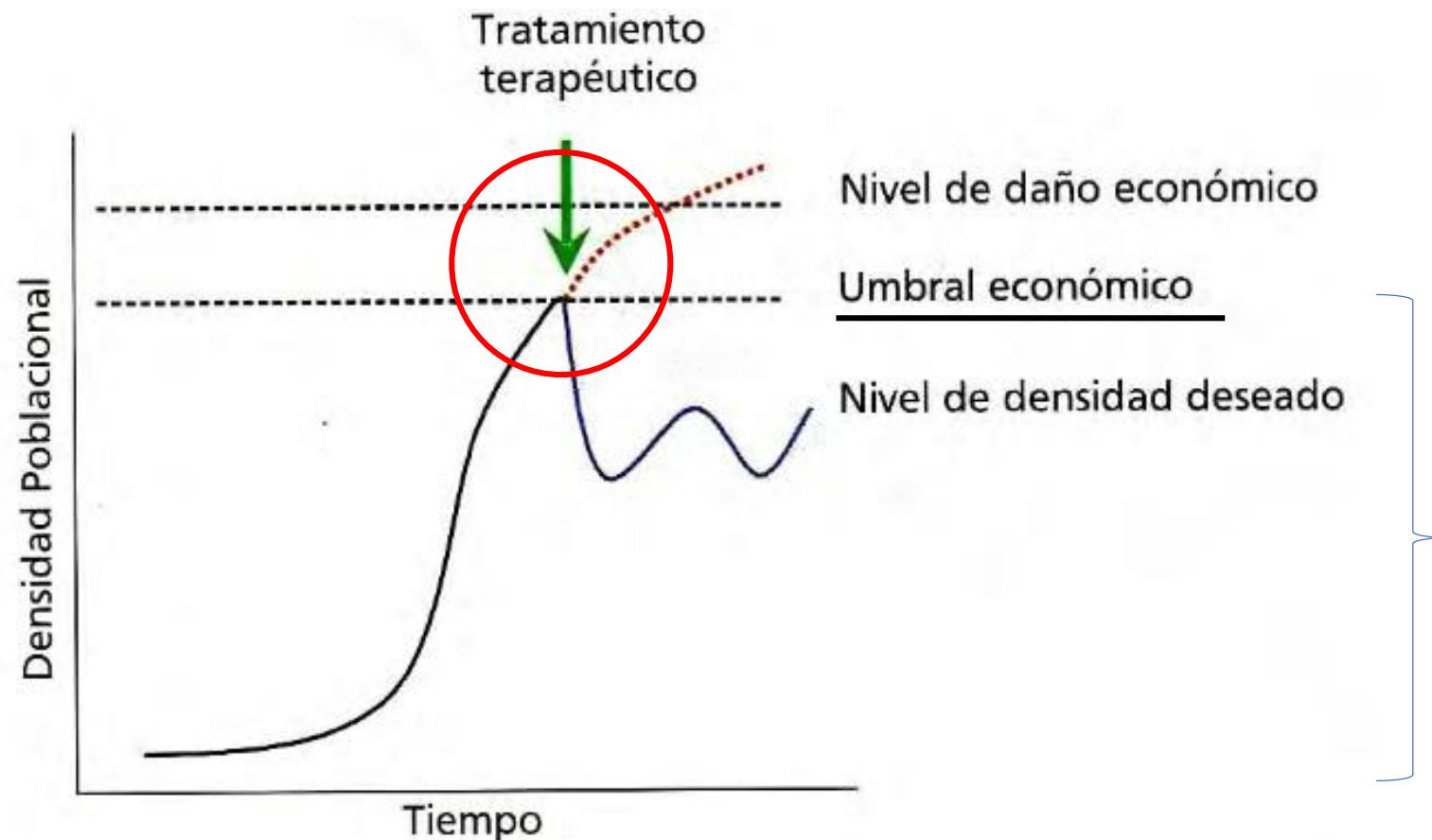


Normal (L. negra), +3°C (L naranja), +6°C (L roja), y +9 (L guinda)

Escranton et al, 2017



Umbral de daño económico



Otras estrategias

Manejo Integrado de Plagas



Posibles impactos en los insectos bajo el cambio climático

- Extensión del **rango geográfico** de las plagas de insectos
- Aumento de T_{min} invierno y **crecimiento rápido de la población**
- Cambios en las interacciones **insecto - planta huésped**
- Mayor riesgo de **invasión de plagas migratorias**
- Impacto en la diversidad de artrópodos y **extinción de especies**
- **Cambios en la sincronía** entre las plagas de insectos y sus hospedador de cultivos
- **Introducción de hospedadores** alternativos como puentes verdes
- Reducción de la **eficacia de las tecnologías** de protección de cultivos



Realidad de los sistemas productivos andinos

- Relación directa entre **insectos y temperatura** poco conocida.
- **Escaso o nulo** monitoreo de poblaciones de insectos.
- Pocas estaciones **agrometeorológicas** para colecta de datos.
- Temperatura al nivel de los insectos (microclima) diferente de la temperatura de **estaciones meteorológicas**.
- Mayor superficie agrícola, menor intensidad de manejo de plagas.



Estación agrometeorológica



Parcela de agricultor familiar



Ninguno o poco
monitoreo de insectos

Patricia Larrain, INIA Machuasi

Nano computadoras?

Nano computadoras

costos



- mini-computadoras (1960's)



- micro-computadoras



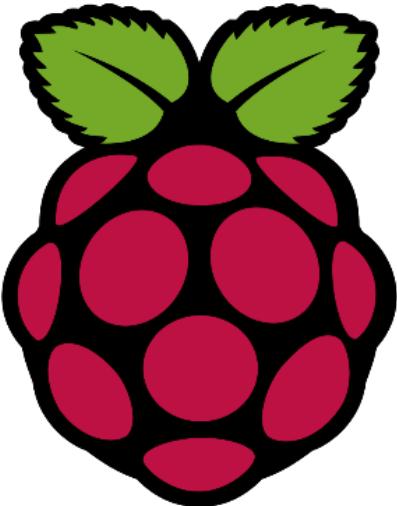
- nano-computadoras



Nano-computadoras de placa única y su entorno

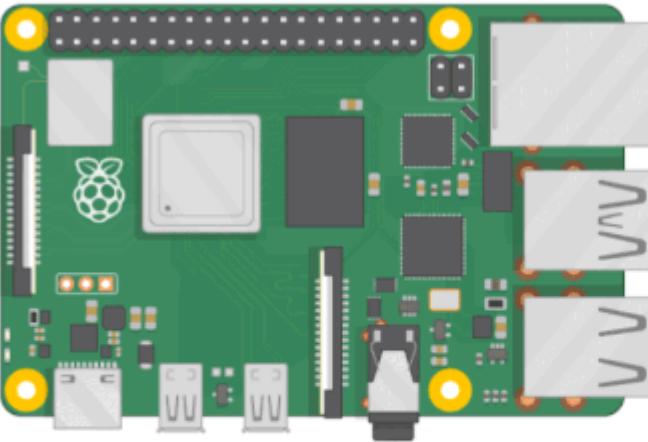
Linux, Python, R... y más

- Onion's Omega2+
- Rock64 Media Board
- PocketBeagle
- Orange pi
- Raspberry Pi**
- ...



El Raspberry Pi

microSD



Internet

teclado

mouse

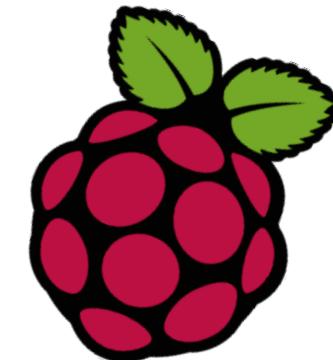
flash drive

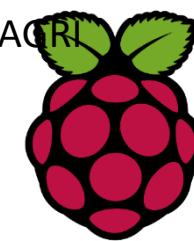
...



<https://www.raspberrypi.org>

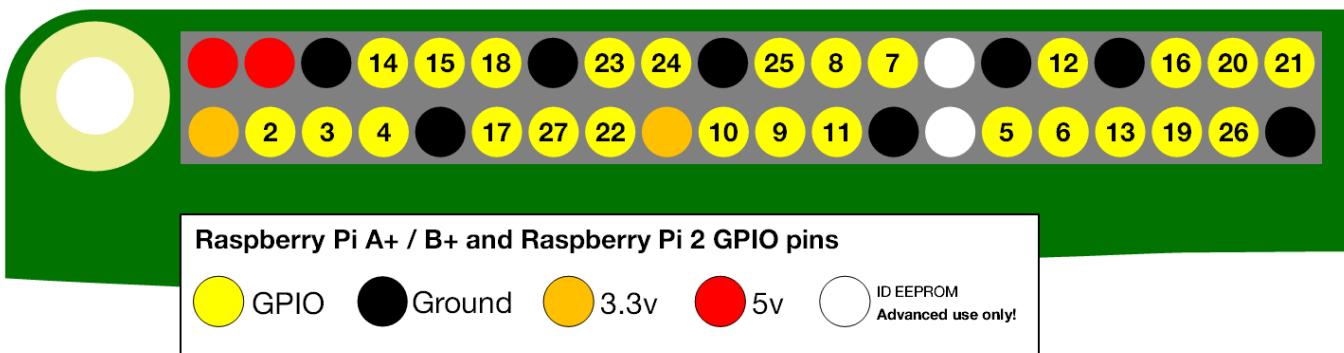
power
Pantallas
2 x 4K
audio





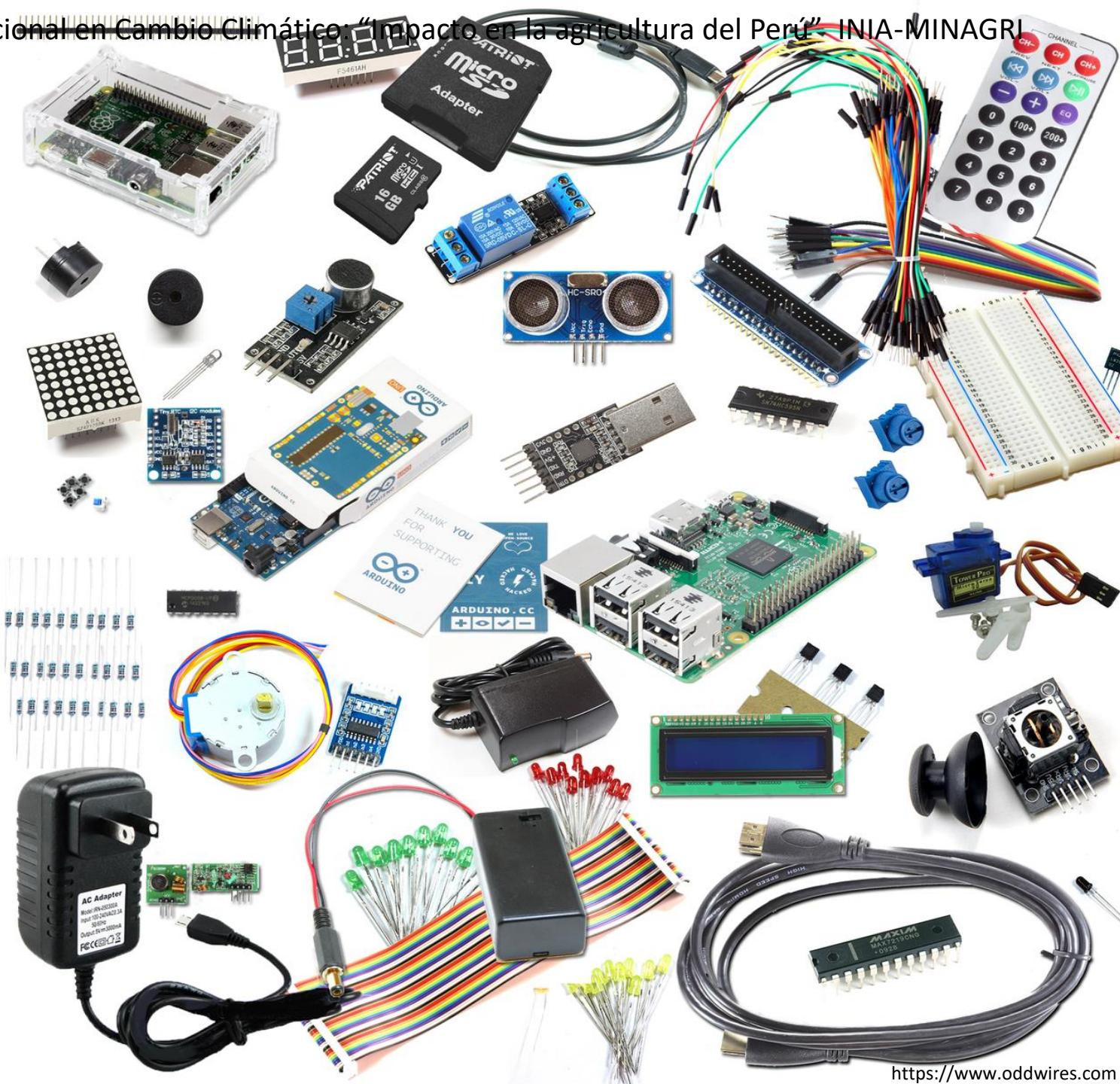
El Raspberry Pi

GPIO (general-purpose input/output)



25 pines: Capacidad de montar sensores y microprocesadores (p.e. arduino)

Sensores y accesorios Raspberry



El entorno de las nano computadoras

Linux, Python, R... y más

Distribución:

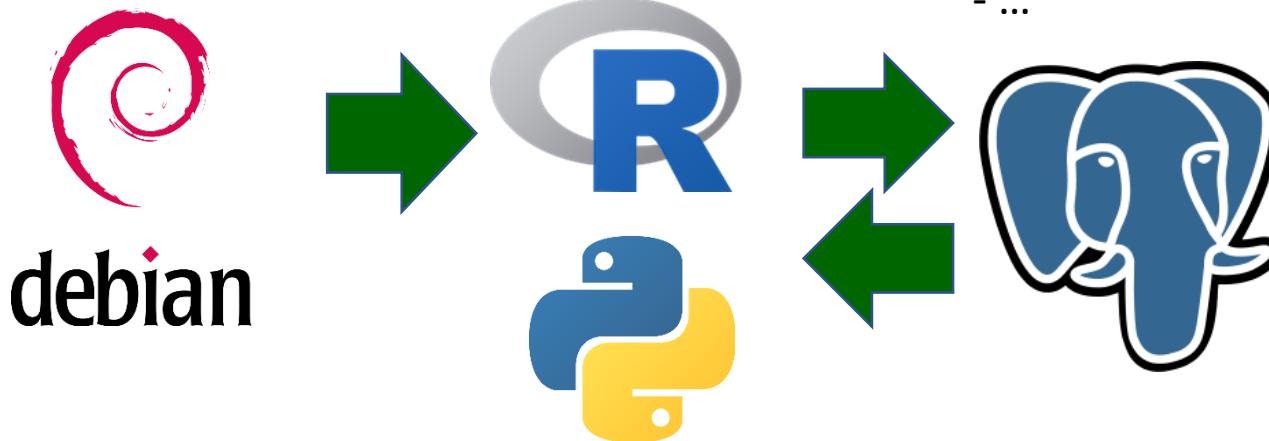
- **Raspbian**

Análisis:

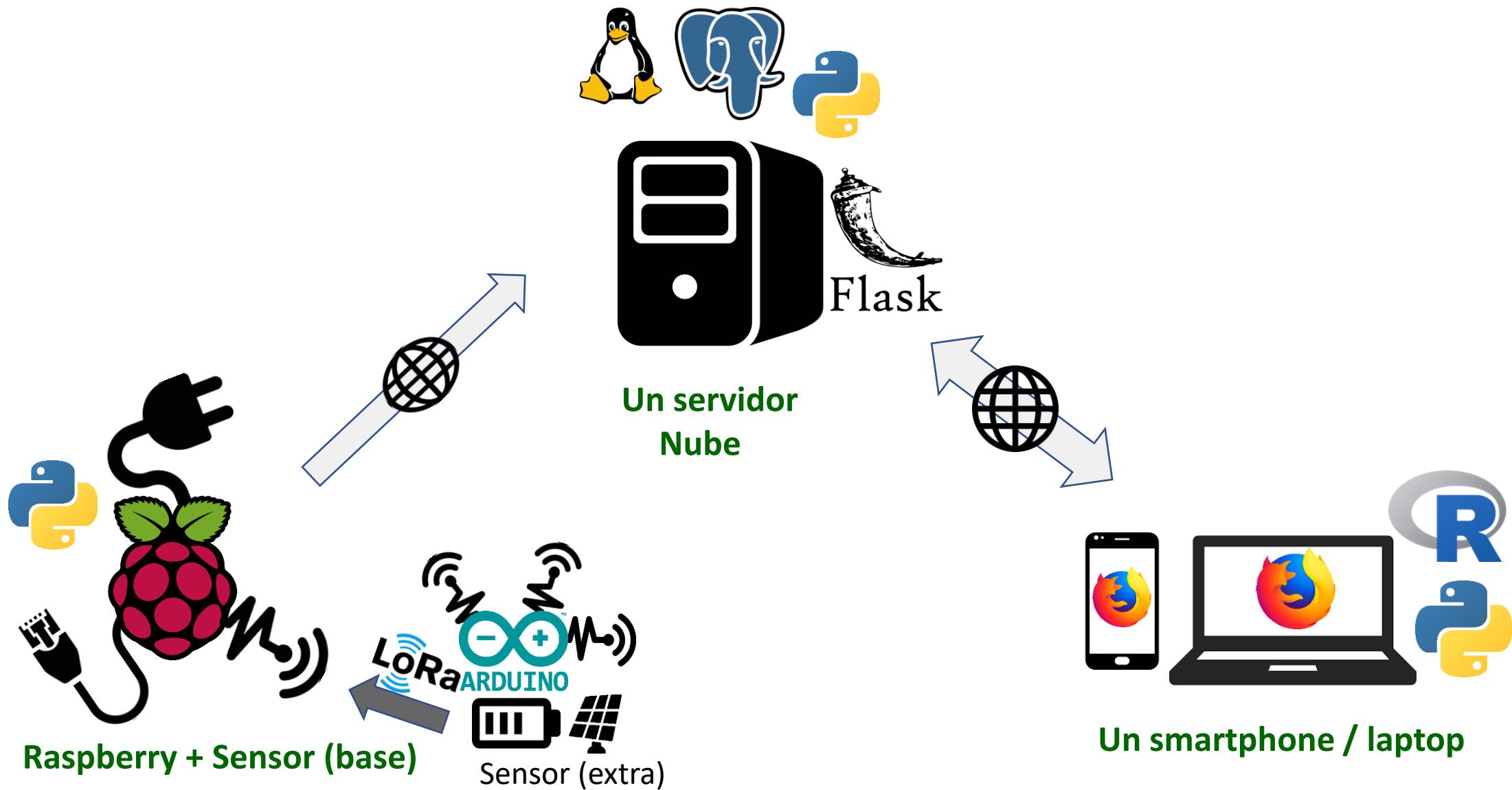
- Libre office
- **R**
- **Python**
- ...

Datos:

- MySQL
- **PostgreSQL**
- Firebird
- SQL server express
- SQLite
- MariaDB
- MongoDB
- ...



El entorno de las nano computadoras



Ejemplo de aplicación

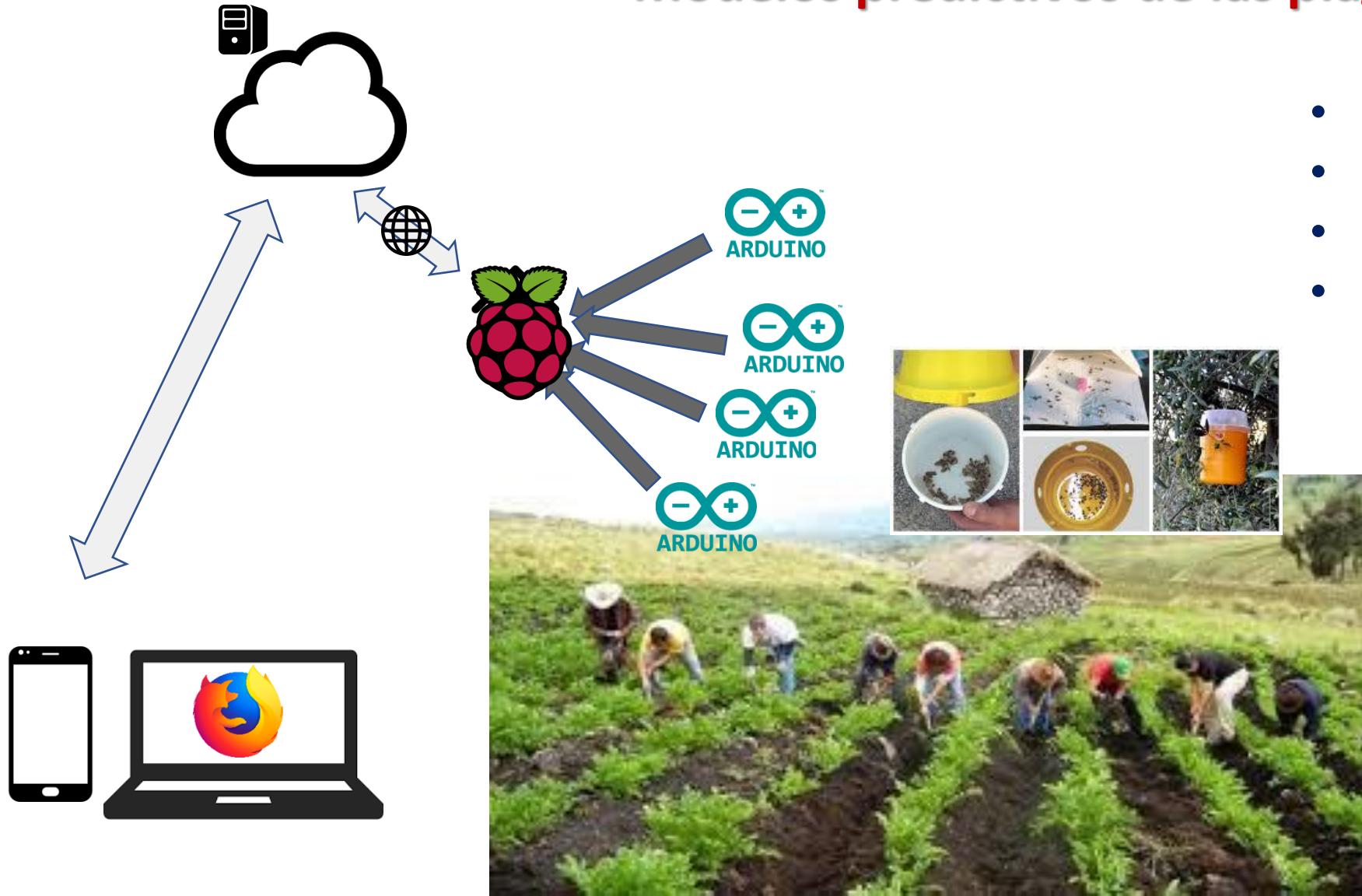
Modelos predictivos de las plagas de los cultivos

- Relación directa entre **insectos y temperatura**.
- Monitoreo del **microclima** a nivel de insectos.
- Efecto de las **prácticas** agrícolas (monitoreo de plagas).
- Necesidad de predecir las **dinámicas poblacionales** para control de plagas.
- Aprovechamiento de las **nuevas tecnologías** para llegar a este objetivo.



Ejemplo de aplicación

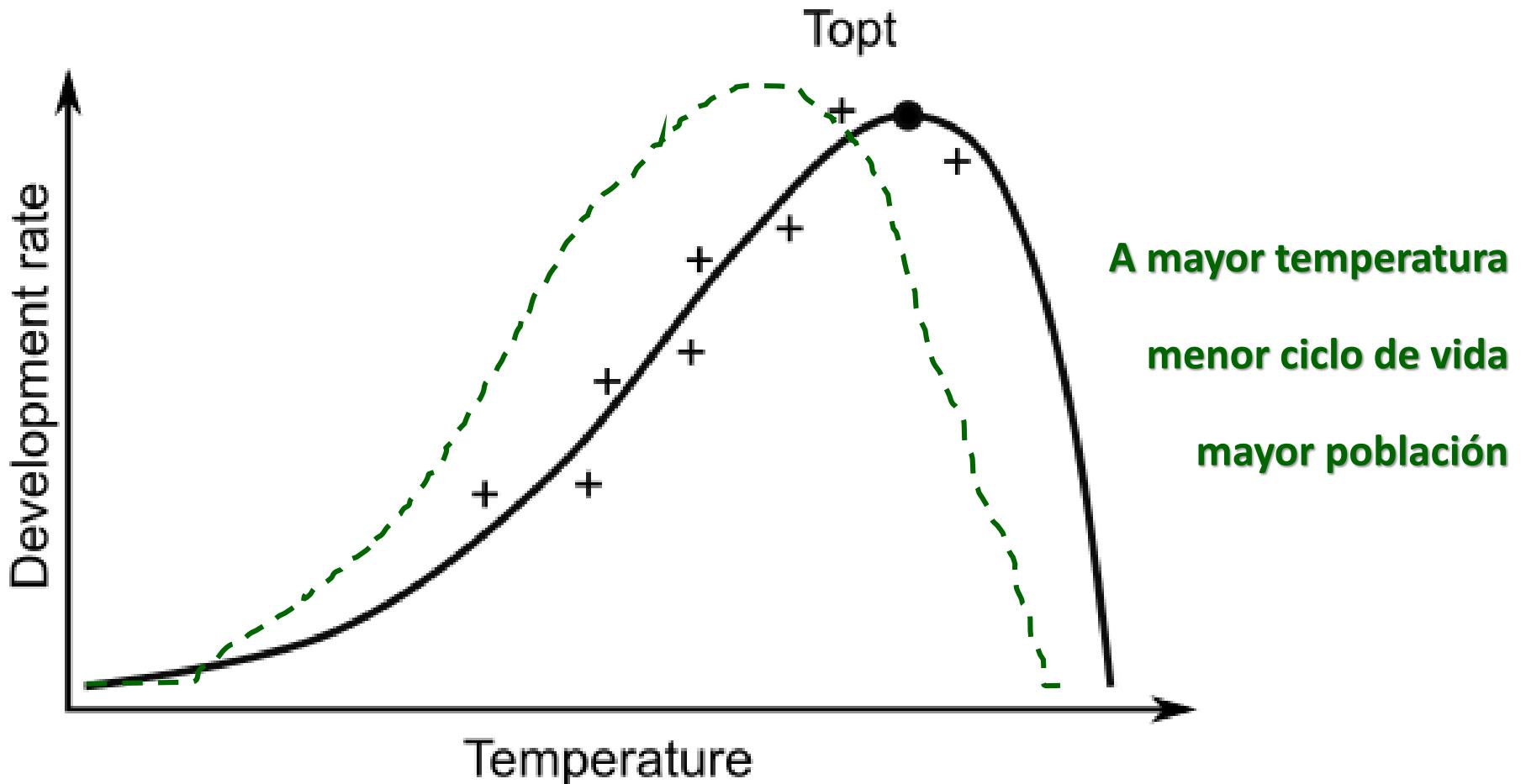
Modelos predictivos de las plagas de los cultivos



- Monitoreo de microclima
- Monitoreo de las plagas
- Prácticas agrícolas
- Observaciones de la fenología de los insectos

Ejemplo de aplicación

Modelos predictivos de las plagas de los cultivos



III Foro Internacional en Cambio Climático: “Impacto en la agricultura del Perú” INIA-MINAGRI

Ejemplo de aplicación



Entomología
Experimentalis et Applicata



DOI: 10.1111/eea.12693

MINI REVIEW

Modeling temperature-dependent development rate and phenology in insects: review of major developments, challenges, and future directions

Received: 9 August 2017

Accepted: 31 October 2017

DOI: 10.1111/2041-210X.12935

APPLICATION

Methods in Ecology and Evolution



Modelling temperature-dependent development rate and phenology in arthropods: The DEVRATE package for R

Appl Entomol Zool

DOI 10.1007/s13355-017-0480-5

ORIGINAL RESEARCH PAPER

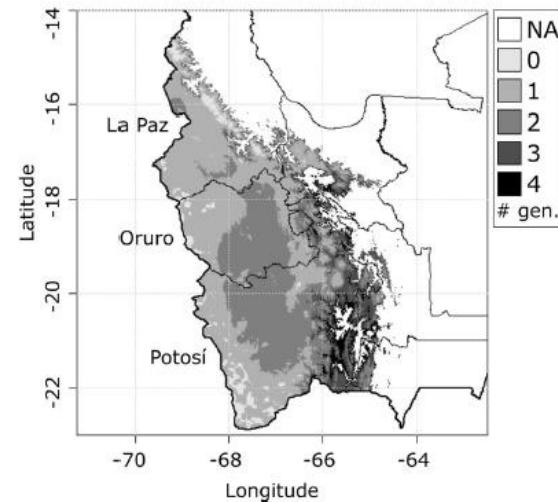
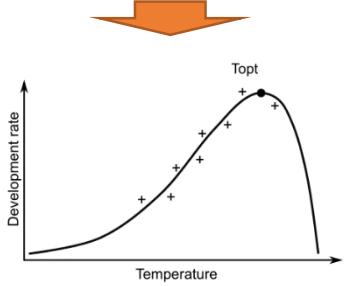
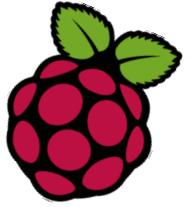


Fig. 2 Risk of outbreaks and number of generations of *Copitarsia incommoda* based on the development rate models and on temperatures given by the WorldClim database in Bolivia. The white areas labeled “NA” correspond to elevations below 3000 m

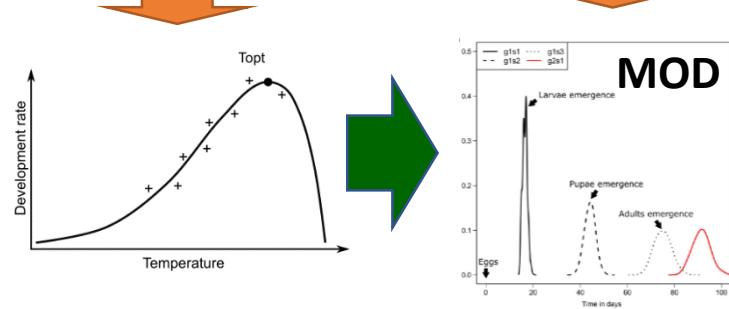
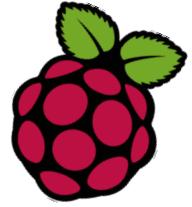
Relationship between temperature and development rate of *Copitarsia incommoda* (Lepidoptera: Noctuidae) in the Bolivian Andes

III Foro Internacional en Cambio Climático: “Impacto en la agricultura del Perú” INIA-MINAGRI
Literatura
Experimentos



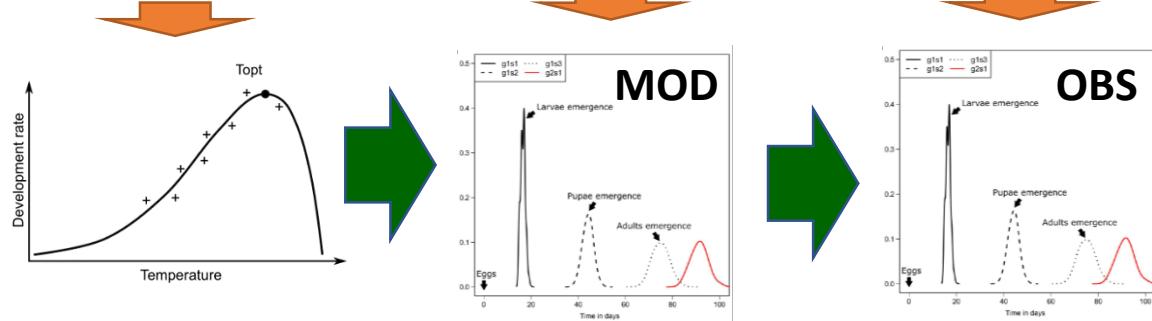
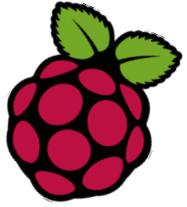
Modelo de desarrollo
de laboratorio

III Foro Internacional en Cambio Climático: “Impacto en la agricultura del Perú” INIA-MINAGRI
Literatura
Experimentos



Modelo de desarrollo
de laboratorio Modelo de fenología
de laboratorio

III Foro Internacional en Cambio Climático: “Impacto en la agricultura del Perú” INIA-MINAGRI
Literatura
Experimentos

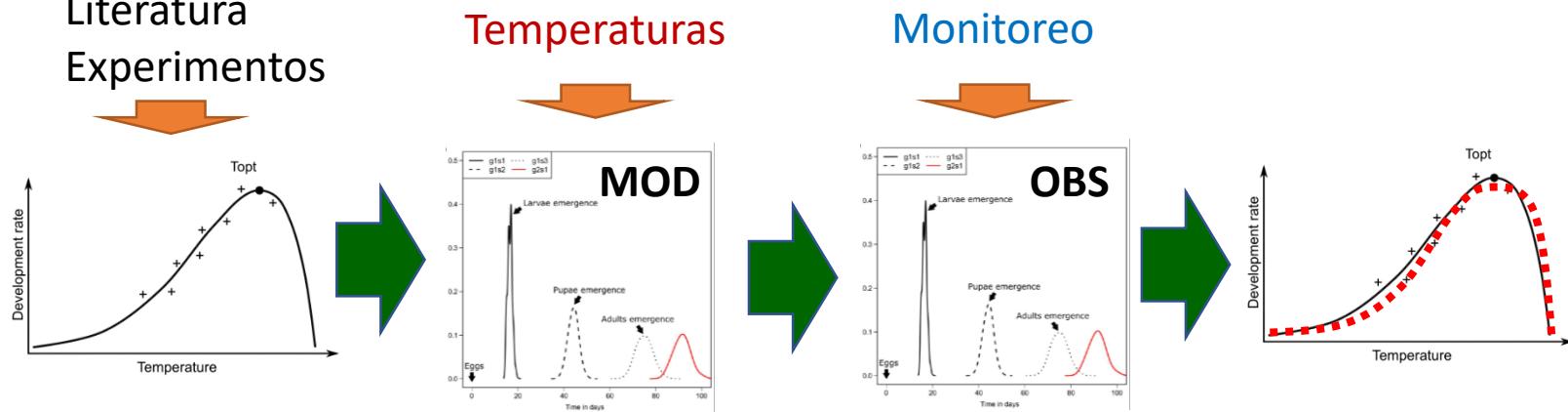
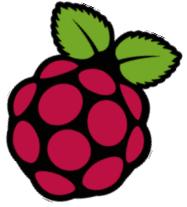


Modelo de desarrollo
de laboratorio

Modelo de fenología
de laboratorio

Inferir los estimadores
de los parámetros del
modelo de desarrollo.

III Foro Internacional en Cambio Climático: “Impacto en la agricultura del Perú” INIA-MINAGRI
Literatura
Experimentos



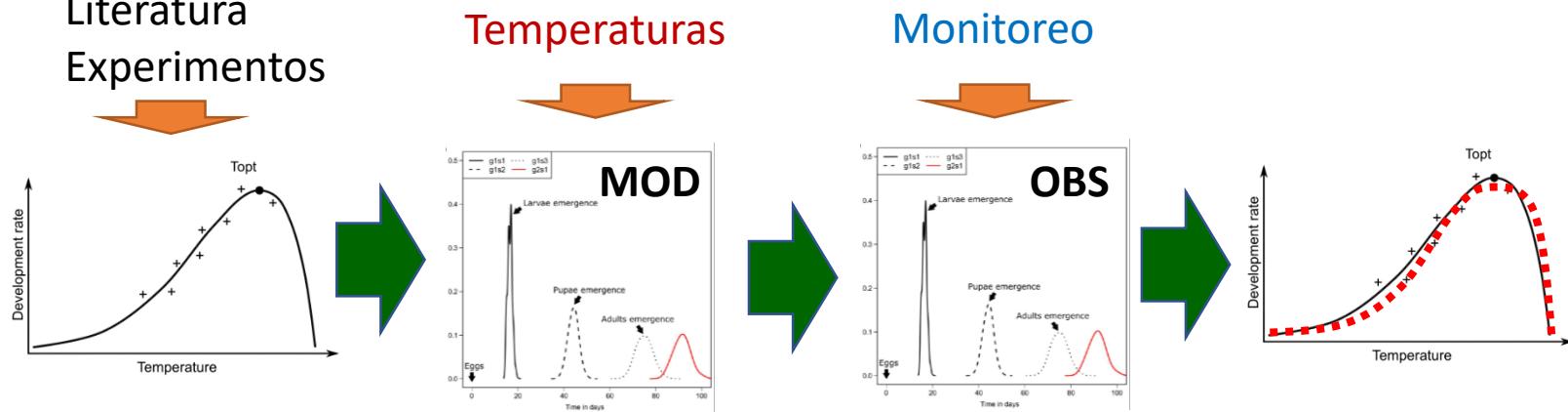
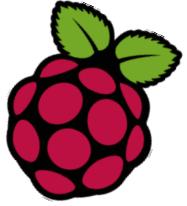
Modelo de desarrollo
de laboratorio

Modelo de fenología
de laboratorio

Inferir los estimadores
de los parámetros del
modelo de desarrollo.

Modelo de
desarrollo funcional

III Foro Internacional en Cambio Climático: “Impacto en la agricultura del Perú” INIA-MINAGRI
Literatura
Experimentos



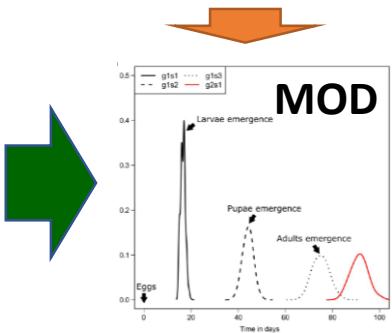
Modelo de desarrollo
en laboratorio

Modelo de fenología
en laboratorio

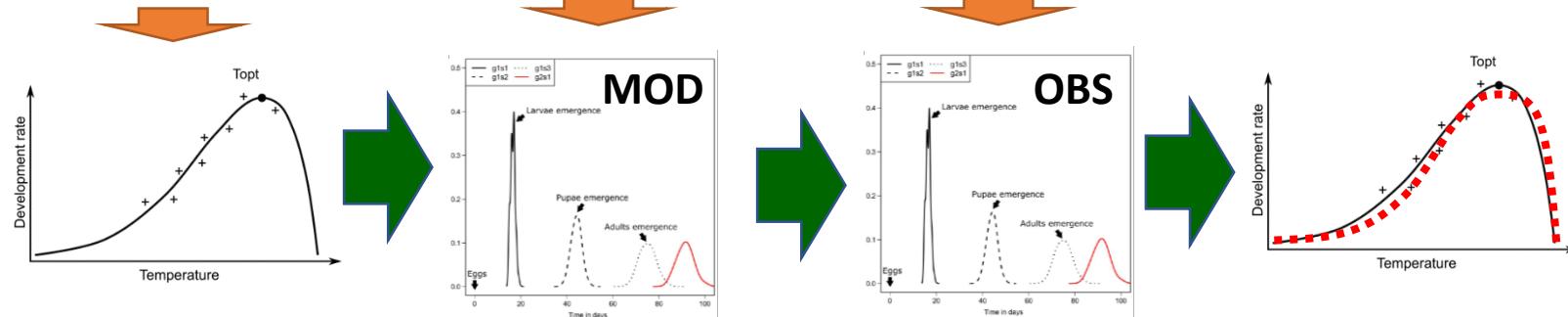
Inferir los estimadores
de los parámetros del
modelo de desarrollo.

Modelo de
desarrollo funcional

Temperaturas +
Monitoreo + ...



**Modelo funcional de
fenología de insectos**



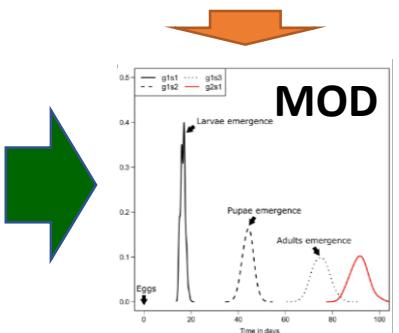
Modelo de desarrollo
de laboratorio

Modelo de fenología
de laboratorio

Inferir los estimadores
de los parámetros del
modelo de desarrollo.

Modelo de
desarrollo funcional

Temperaturas +
Monitoreo + ...



Modelo de
fenología
funcional

Predicciones
sobre plagas de
cultivo



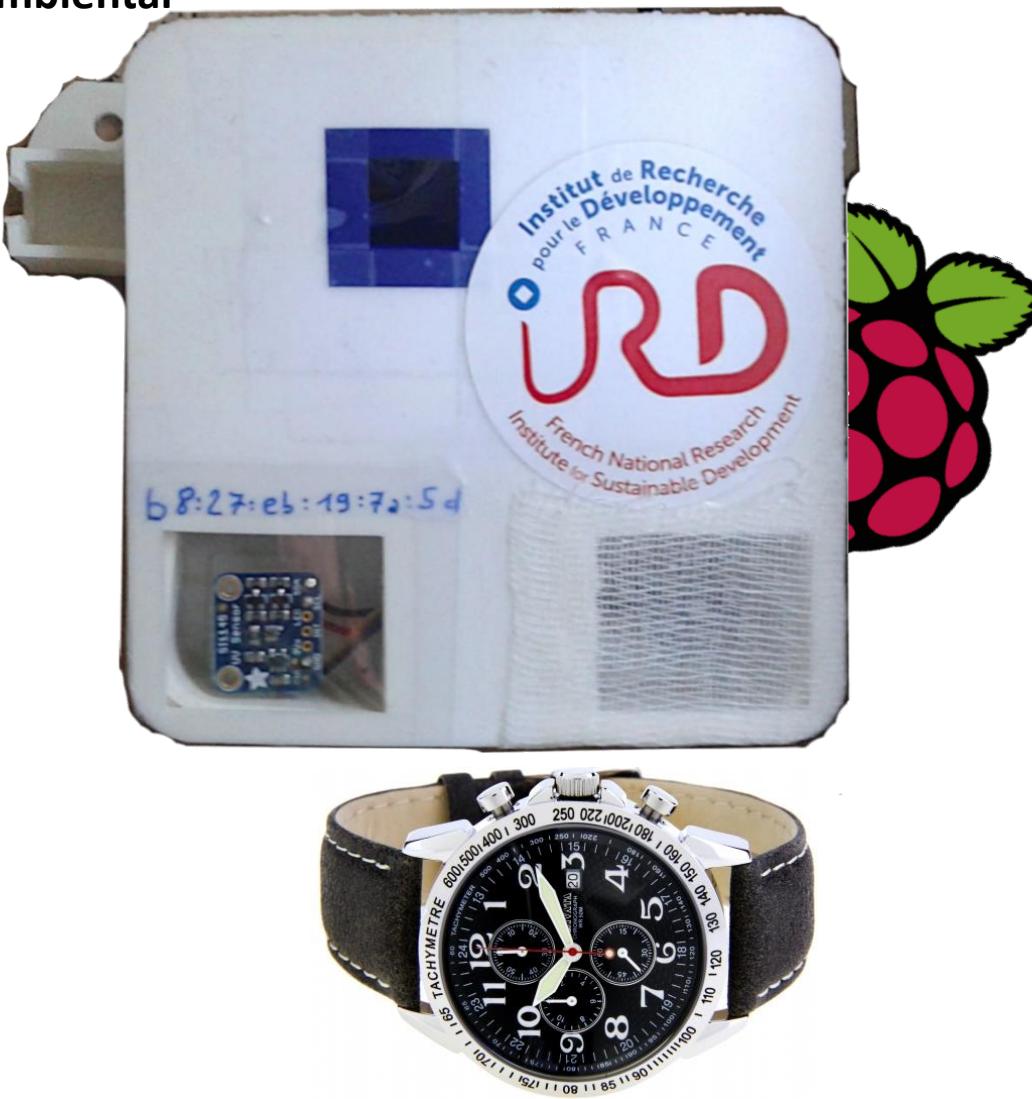
Scripts

Ejemplo de aplicación

Prototipo de monitoreo ambiental

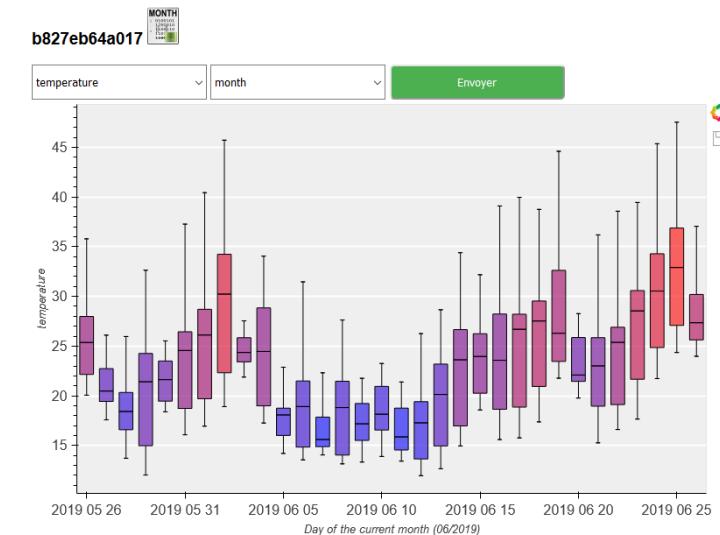
Red de evaluación

- IICA
- UMSA
- PROINPA
- UPEA
- UTB
- EMI



DEMO

(<http://pi2p.site>)



Perspectiva

Hacia una Agricultura 4.0





Representación Bolivia



III Foro Internacional en Cambio Climático: "Impacto en la agricultura del Perú" INIA-MINAGRI

50 Años
1969 - 2019



Gracias por su atención!

Bruno Condori Alí
bcondori@yahoo.com
77567216