

“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

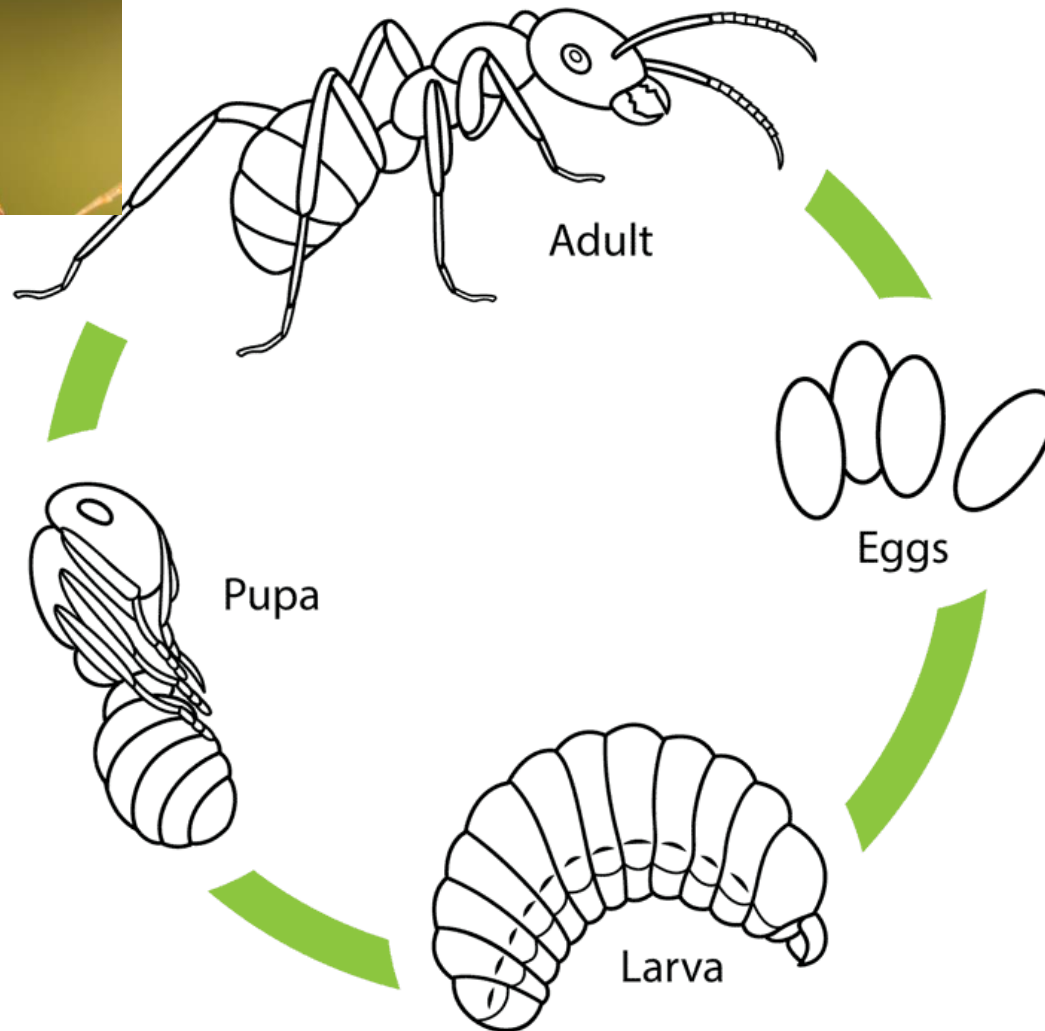


Plaga

Población que
sobrepasa el umbral de
daño económico

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

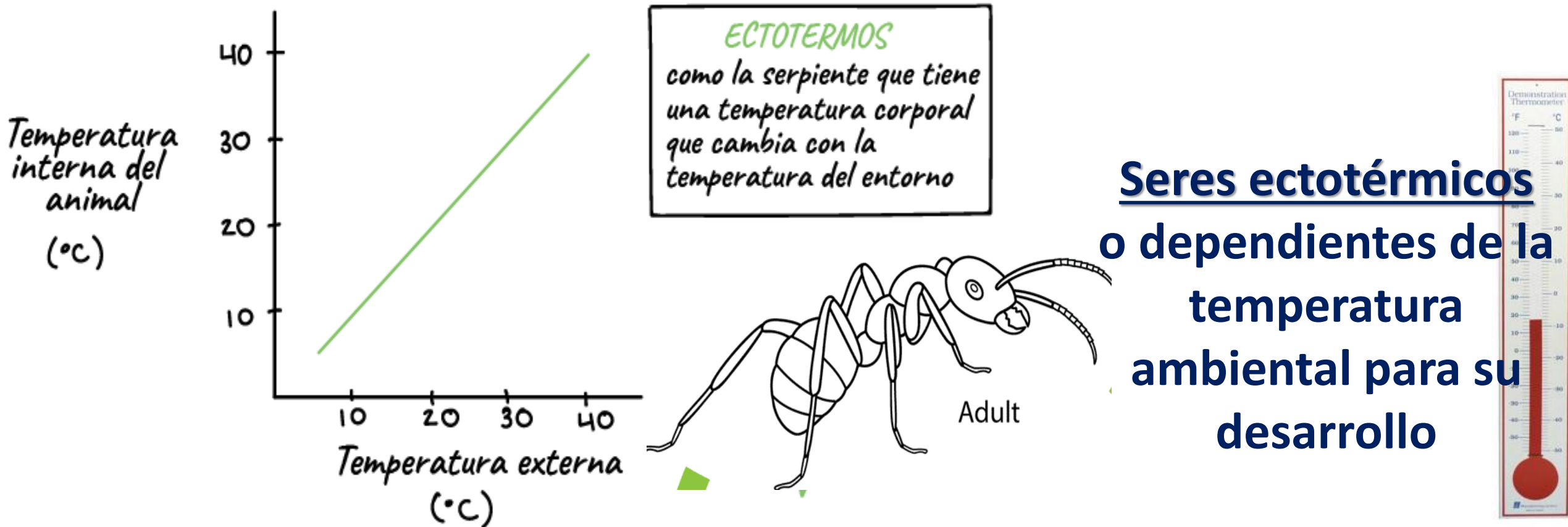
Ciclo biológico de los insectos



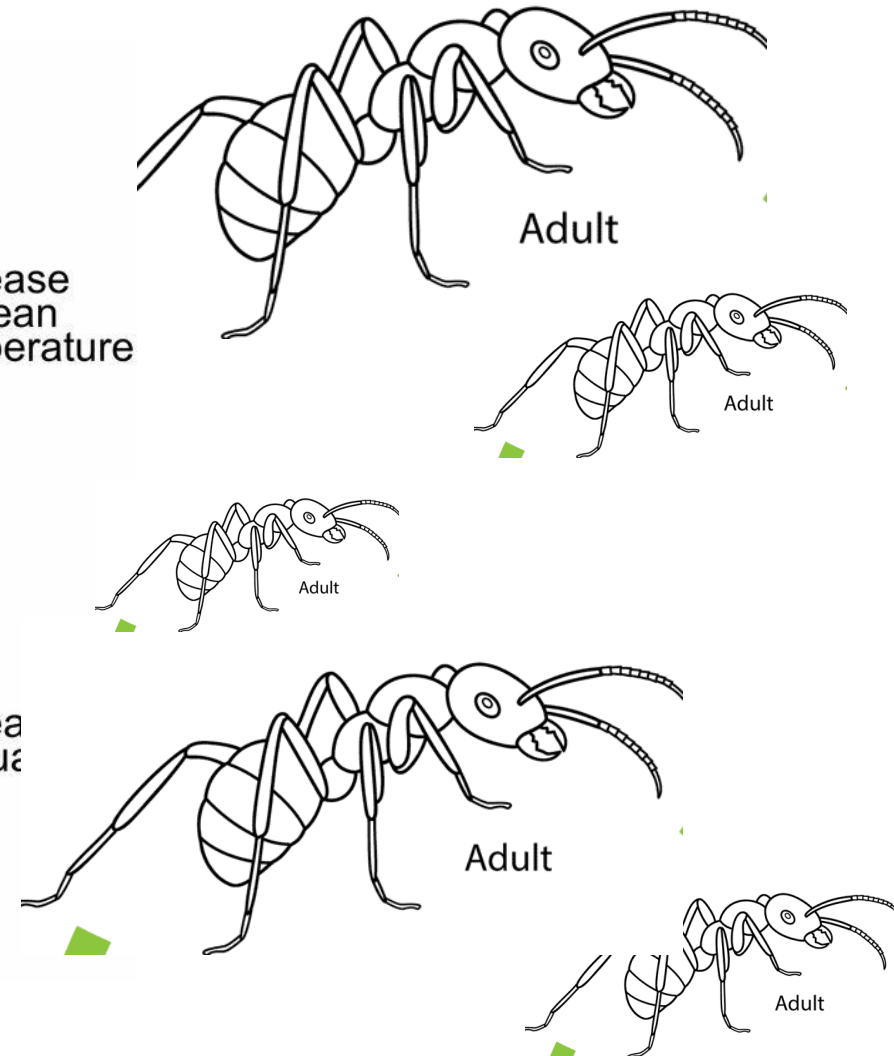
4 **estadios** cuya duración puede modificarse

- Temperatura
- Humedad
- Radiación
- Alimento

Factores ambientales clave en la vida de insectos



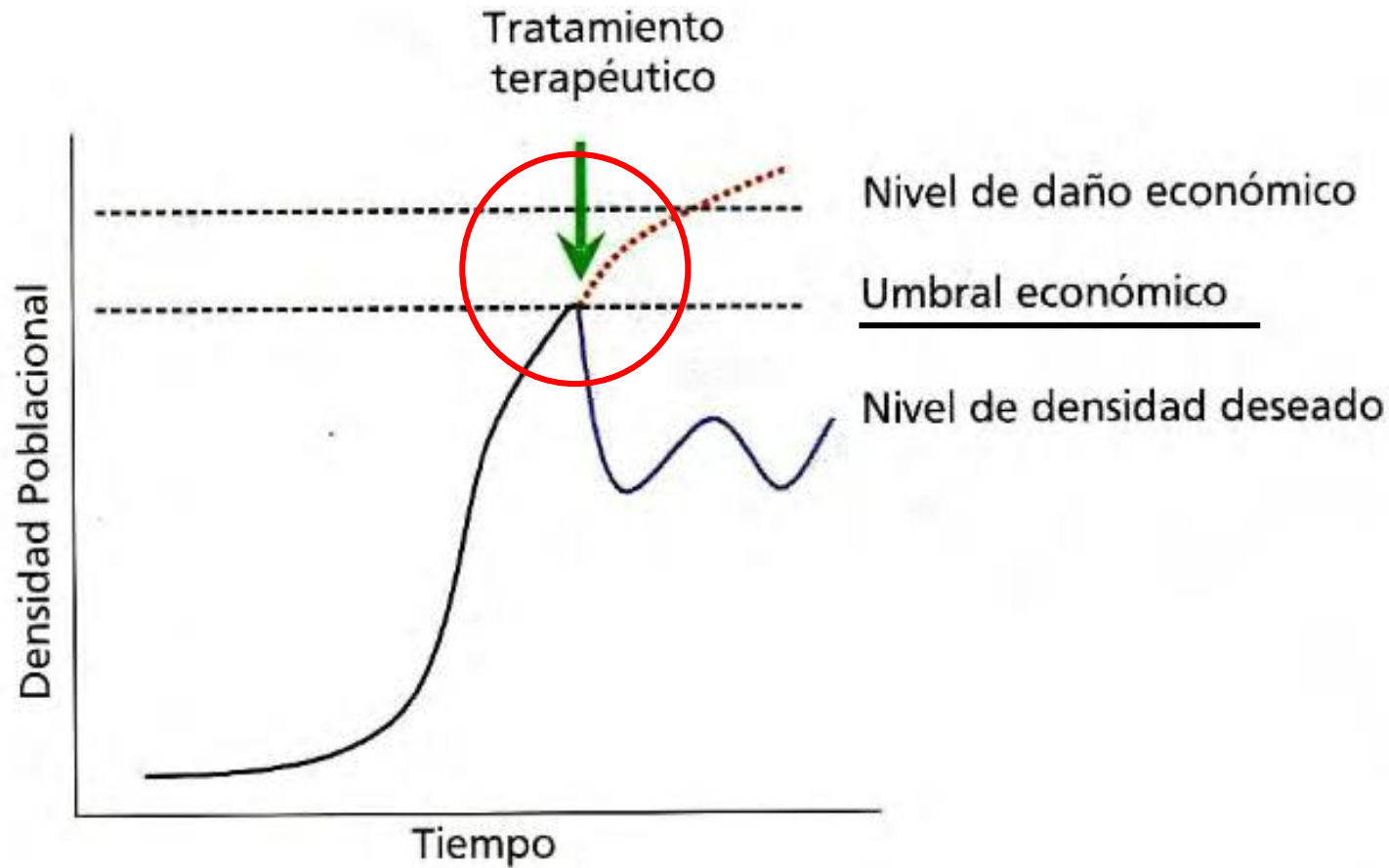
El incremento de temperaturas debido al calentamiento global, es una evidencia del CC.



Escrantón 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

Nano computadoras?

Nano computadoras

COSTOS

+

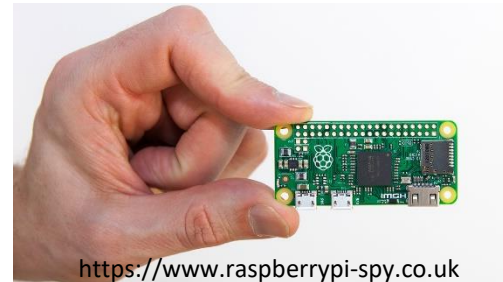
- mini-computadoras (1960's)



- micro-computadoras



- nano-computadoras

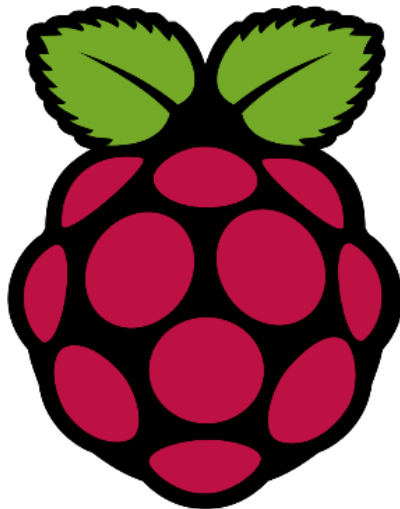


-

Nano-computadoras de placa única y su entorno

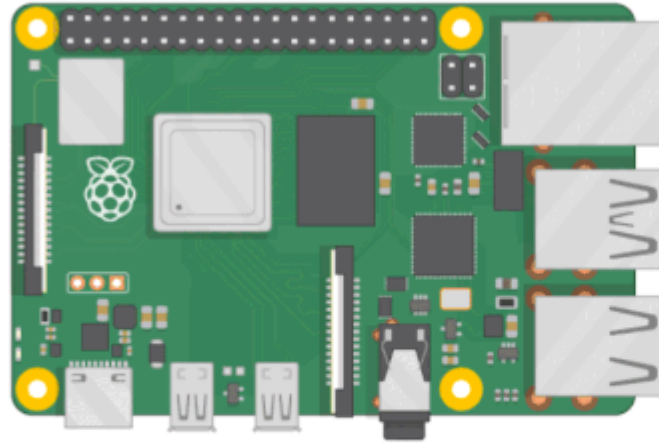
Linux, Python, R... y más

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



El Raspberry Pi

microSD



Internet

teclado
mouse

flash drive

...

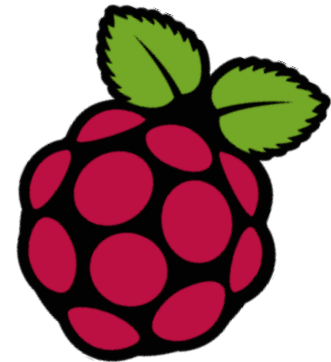
<https://www.raspberrypi.org>

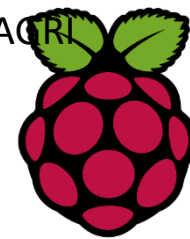
power



audio

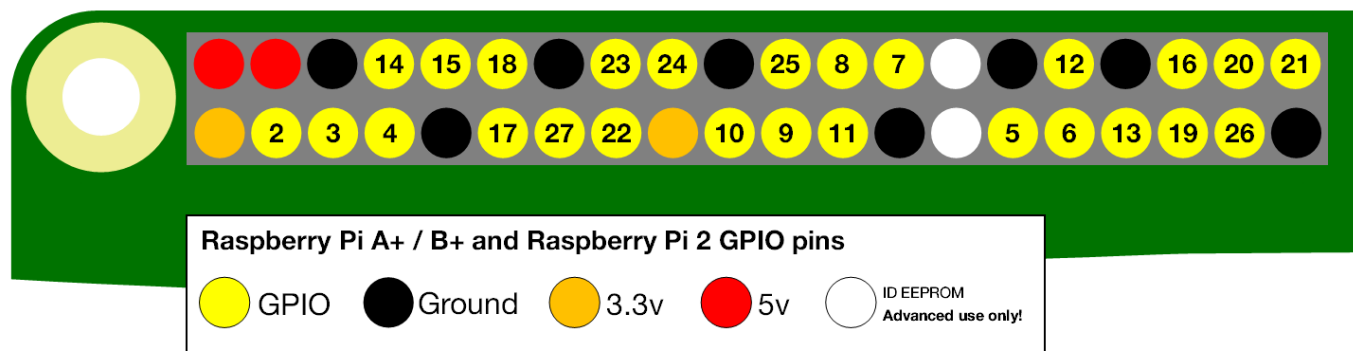
Pantallas
2 x 4K



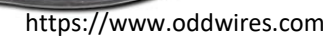


El Raspberry Pi

GPIO (general-purpose input/output)



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



El entorno de las nano computadoras

Distribución:

- **Raspbian**

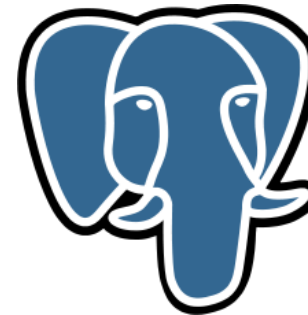
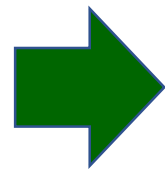
Análisis:

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

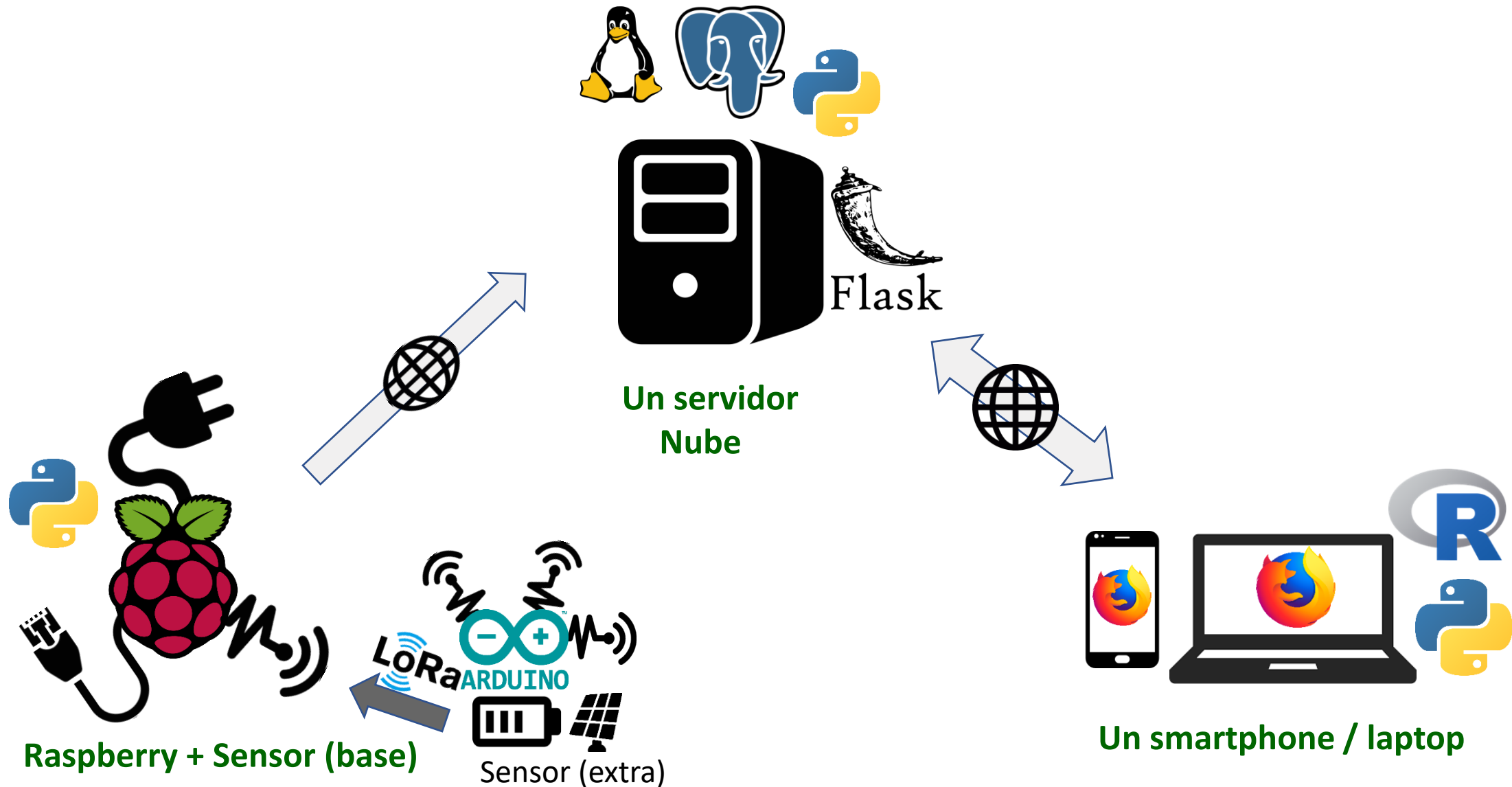
Linux, Python, R... y más

Datos:

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



El entorno de las nano computadoras



Ejemplo de aplicación

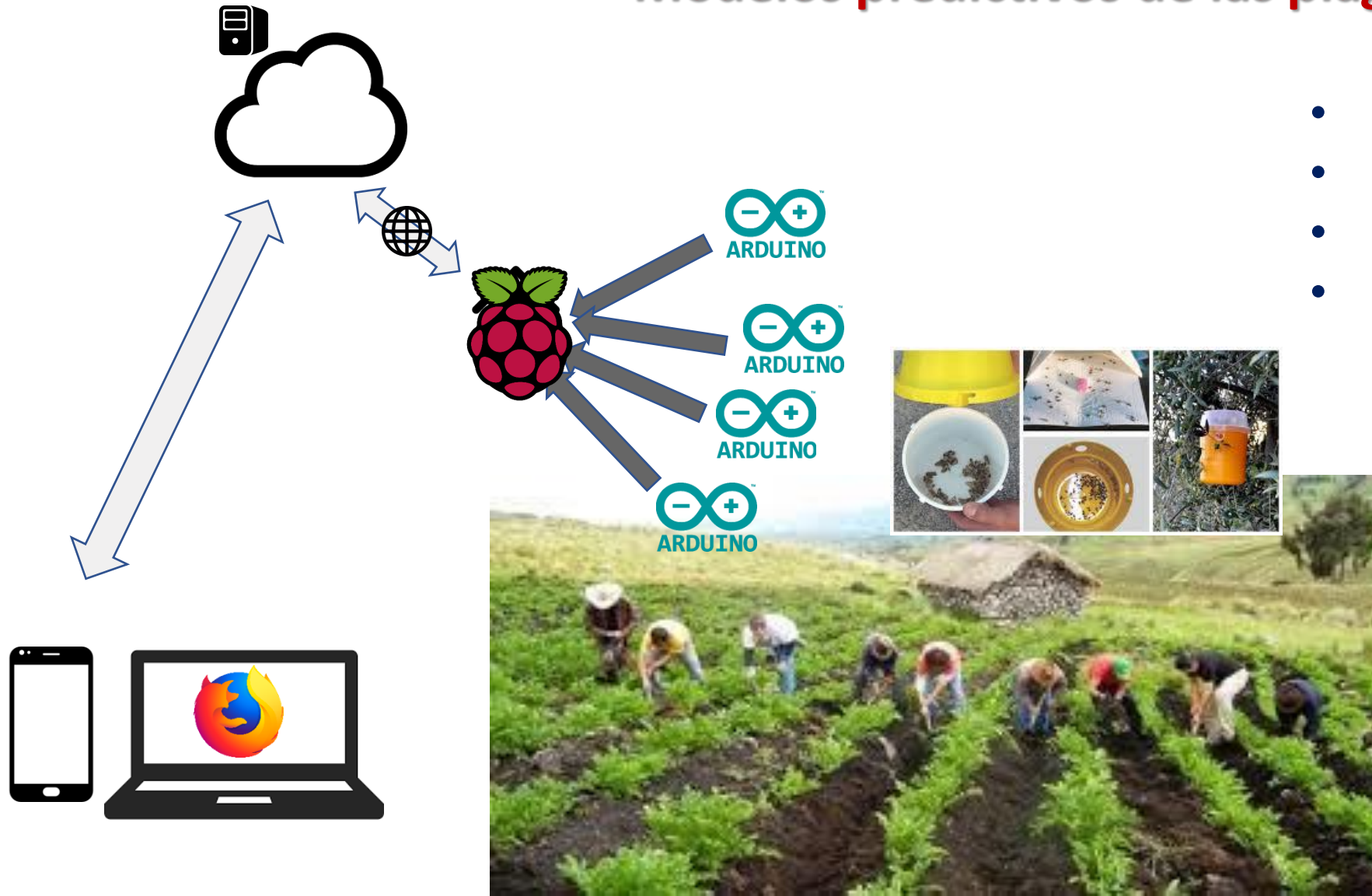
Modelos predictivos de las plagas de los cultivos

- 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.

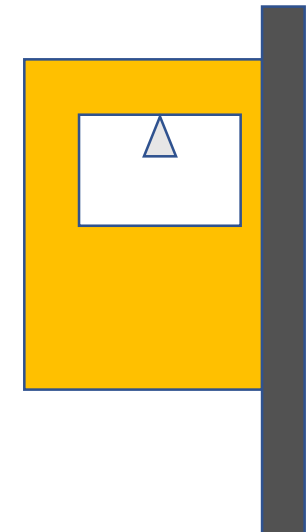


Ejemplo de aplicación

Modelos predictivos de las plagas de los cultivos

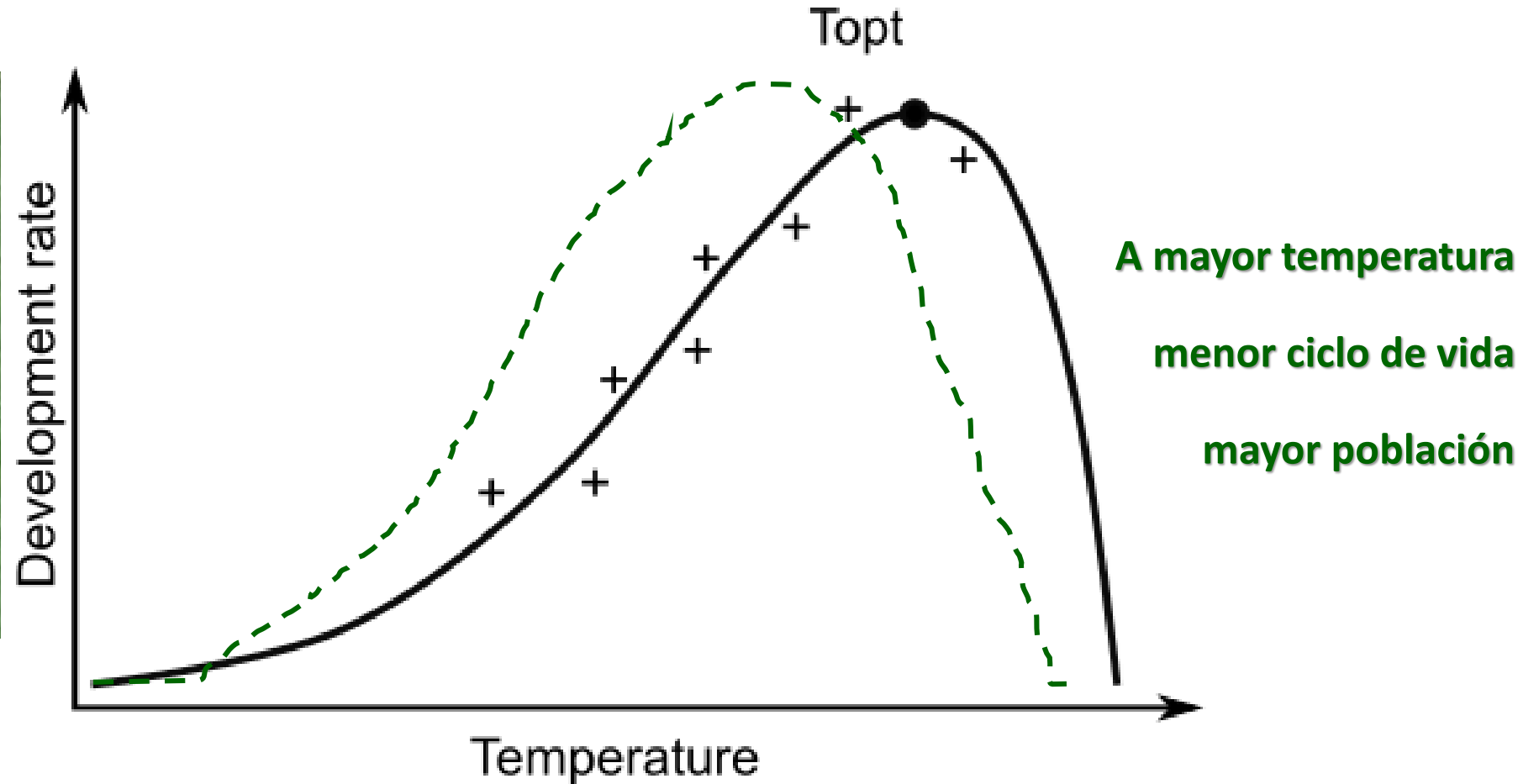


- Monitoreo de microclima
- Monitoreo de las plagas
- Prácticas agrícolas
- Observaciones de la fenología de los insectos



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

Entomologia
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

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

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

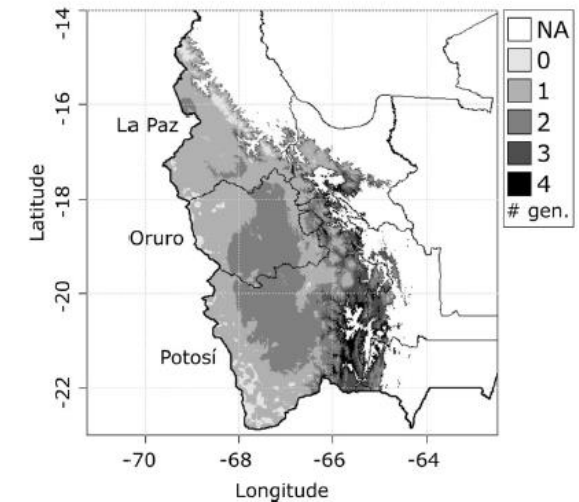
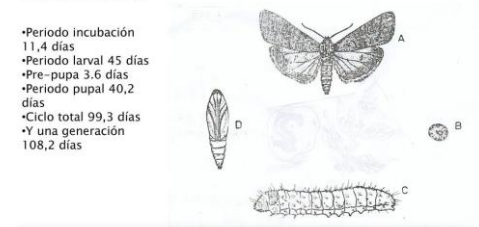


Fig. 2 Risk of outbreaks and number of generations of *Copitarsia incommoda* based on the development rate models and on temperatures given by the WorldClim database in Bolivia. The white areas labeled "NA" correspond to elevations below 3000 m



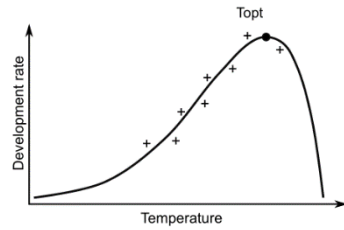
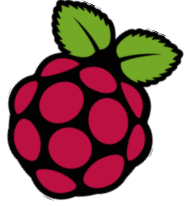
CICLO BIOLÓGICO *Copitarsia incommoda*



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

Literatura

Experimentos

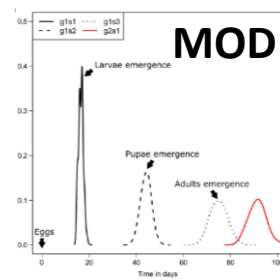
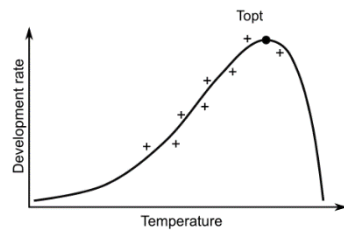
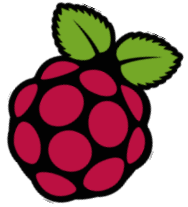


Modelo de desarrollo
de laboratorio

Literatura

Experimentos

Temperaturas



Modelo de desarrollo
de laboratorio

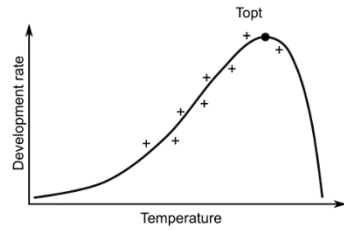
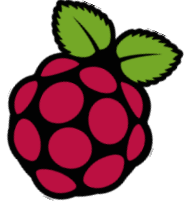
Modelo de fenología
de laboratorio

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

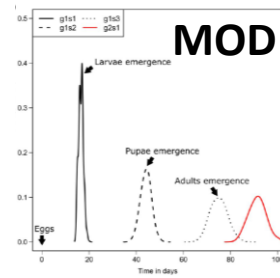
Literatura Experimentos

Temperaturas

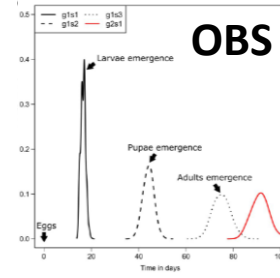
Monitoreo



Modelo de desarrollo
de laboratorio



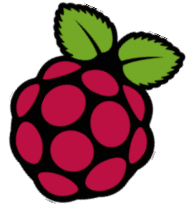
Modelo de fenología
de laboratorio



Inferir los estimadores
de los parámetros del
modelo de desarrollo.

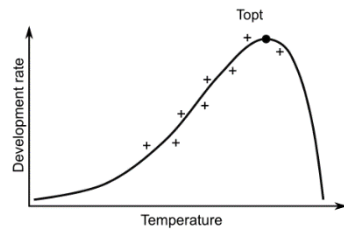
III Foro Internacional en Cambio Climático: “Impacto en la agricultura del Perú” INIA-MINAGRI

Literatura Experimentos

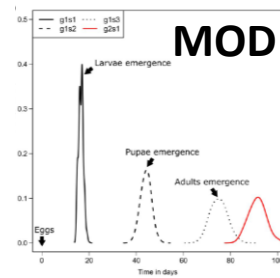


Temperaturas

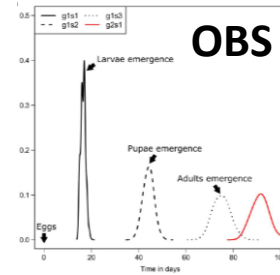
Monitoreo



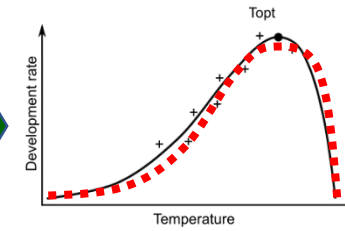
Modelo de desarrollo
de laboratorio



Modelo de fenología
de laboratorio



Inferir los estimadores
de los parámetros del
modelo de desarrollo.

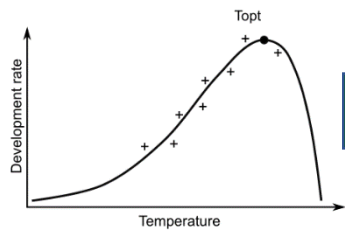
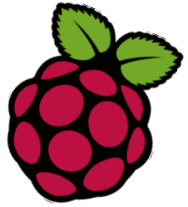


Modelo de
desarrollo funcional

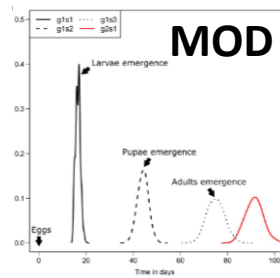
III Foro Internacional en Cambio Climático: “Impacto en la agricultura del Perú” INIA-MINAGRI

Literatura Experimentos

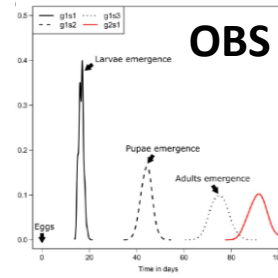
Temperaturas Monitoreo



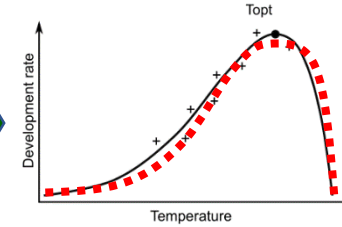
Modelo de desarrollo en laboratorio



Modelo de fenología en laboratorio

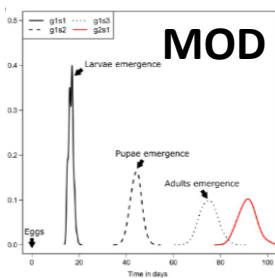


Inferir los estimadores de los parámetros del modelo de desarrollo.



Modelo de **desarrollo funcional**

Temperaturas +
Monitoreo + ...

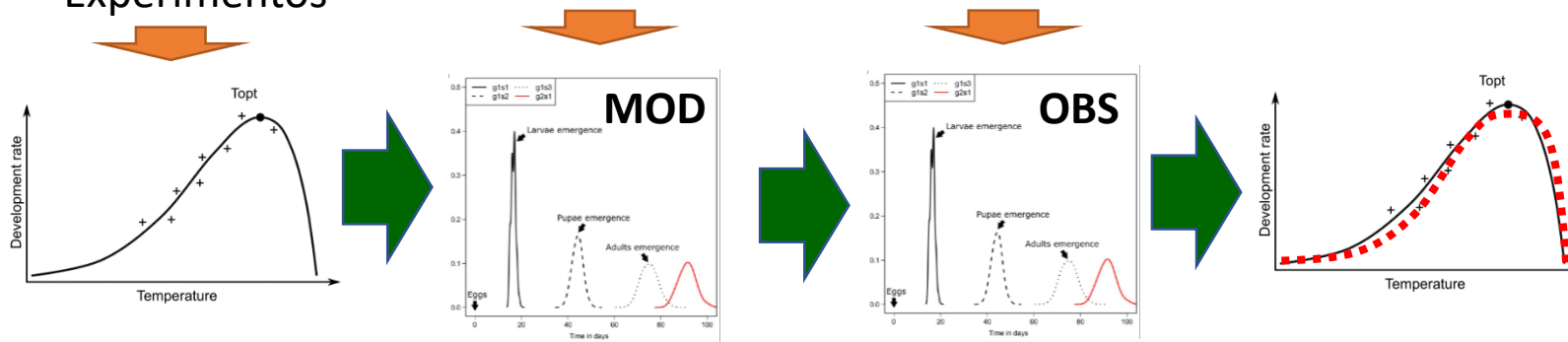


Modelo funcional de fenología de insectos

Literatura
Experimentos

Temperaturas

Monitoreo



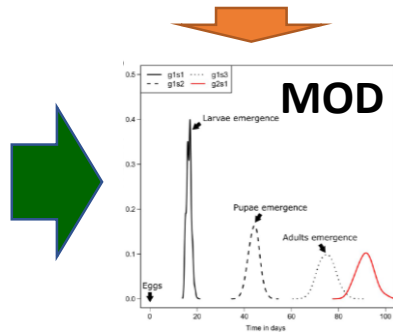
Modelo de desarrollo
de laboratorio

Modelo de fenología
de laboratorio

Inferir los estimadores
de los parámetros del
modelo de desarrollo.

Modelo de
desarrollo funcional

Temperaturas +
Monitoreo + ...



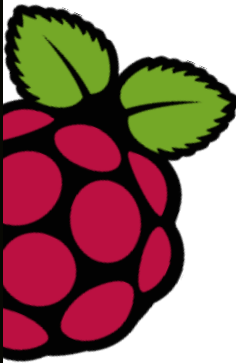
Predicciones
sobre plagas de
cultivo

Modelo de
fenología
funcional

```
...
- @var boolean
define('PSI_INTERNAL_XML', false);
if (version_compare("5.2", PHP_VERSION, ">")) {
    die("PHP 5.2 or greater is required!!!");
}
if (!extension_loaded("pcr")) {
    die("phpSysInfo requires the pcr extension to php in order to work properly.");
}
require_once APP_ROOT.'/includes/autoloader.inc.php';

// Load configuration
require_once APP_ROOT.'/config.php';
if (!defined('PSI_CONFIG_FILE')) {
    $tpl = new Template("/templates/html/error_config.html");
    echo $tpl->fetch();
    die();
}
... javascript ... strtolower(
```

Scripts



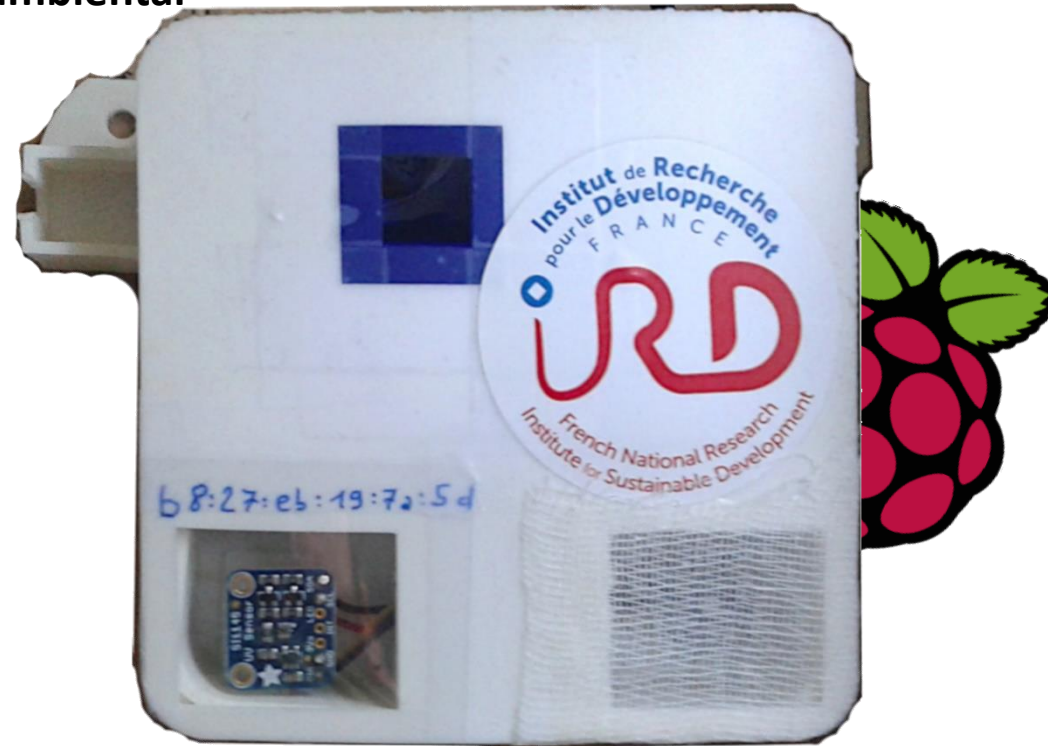
III Foro Internacional en Cambio Climático: "Impacto en la agricultura del Perú" INIA-MINAGRI

Ejemplo de aplicación

Prototipo de monitoreo ambiental

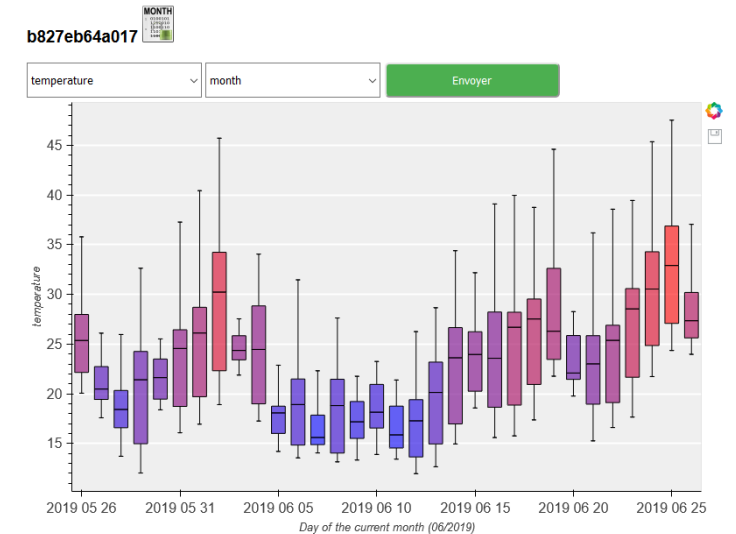
Red de
evaluación

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



DEMO

(<http://pi2p.site>)



Perspectiva

Hacia una Agricultura 4.0





Gracias por su atención!

Bruno Condori Alí
bcondori@yahoo.com
77567216