

# Current status and biological control of *Diaphorina citri* in California



**Mark S. Hoddle**  
**Entomology, UC Riverside**

# Sobre que vamos a hablar?

- Distribución y biología de *Diaphorina citri* y del “HLB” (Huanglongbing / greening)
- El problema en Florida
- El problema en California
- Trabajo en Pakistán para mejorar el control de *D. citri* en California
- Desaparecerán los cítricos?
- Debería España prepararse para la llegada de *D. citri* y HLB?
- Dónde encontrar más información: páginas web

# *Diaphorina citri* (Kuwayama 1908) (Hemiptera: Liviidae)

- Región de Punjab entre India-Pakistán, área de origen?
- Ampliamente distribuido en Asia y Península Arábiga
- Plaga mundial cítricos => transmite enfermedad letal cítricos: “HLB”
- **Invasión de otras áreas. Historia:**
  - Taiwan (1907?)
  - USA
    - Florida (1998)
    - Texas (2001)
    - Alabama (2008)
    - California (2008)
  - Costa Rica (2003)
  - Honduras (1989?)
  - Reunion Island
  - Argentina (1997)
  - Brazil (1942)
  - Caribbean (1998 - Guadeloupe)
  - Mexico (2003)



# Distribución de *Diaphorina citri* y del “HLB”



# Ciclo de *Diaphorina citri*



Adultos pueden vivir varios meses



Número de huevos por hembra (28°C) = 748

Temperatura óptima de desarrollo 25-28°C



Huevos eclosionan 2-4 días



5 estadios ninfales: 11-15 días

# Dónde podemos encontrar los huevos?



# Ninfas

- Las ninfas de 4° y 5° estadio son alargadas y se pueden ver a simple vista.
- También se pueden reconocer por la gran cantidad de melaza excretada



Protectores de alas típicos del 5° estadio ninfal



Melaza excretada por las ninfas

# Daños directos

*Diaphorina citri* inyecta  
tóxicas al alimentarse que  
producen deformaciones en  
los brotes de los cítricos



Colonia de *D. citri* en un brote  
tierno de cítricos



Brotes deformados

# Otras plantas huéspedes de *D. citri*

- Prefiere cítricos y plantas de la familia Rutaceae.

Especialmente:

- *Citropsis* spp.
- *Citrus* spp.
- *Berberis* (*Murraya*)  
*koenigii*
- *Murraya*  
*exotica*

Nativas de  
India



# HLB – Huanglongbing / greening

- Bacterias que producen la enfermedad

- *Candidatus Liberibacter asiaticus*
- *Candidatus Liberibacter africanus*
- *Candidatus Liberibacter americanus*

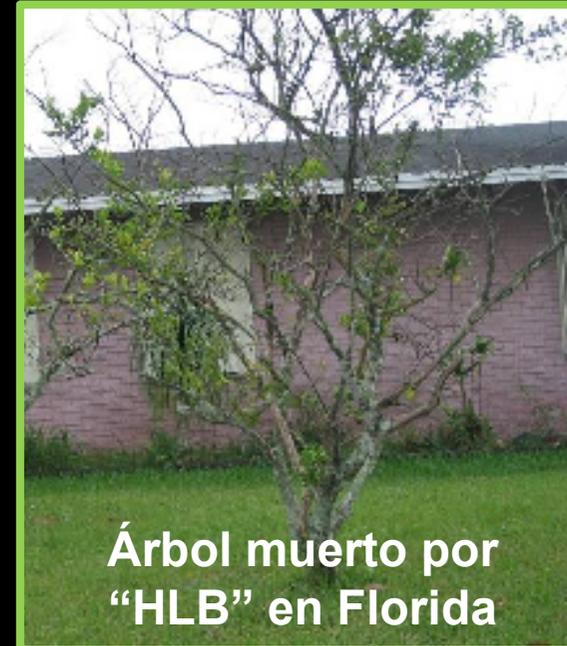
Postulados de Koch no demostrados.



- Enfermedad incurable

- Enfermedad limitada a los cítricos y plantas relacionadas

# *Candidatus Liberibacter asiaticus*



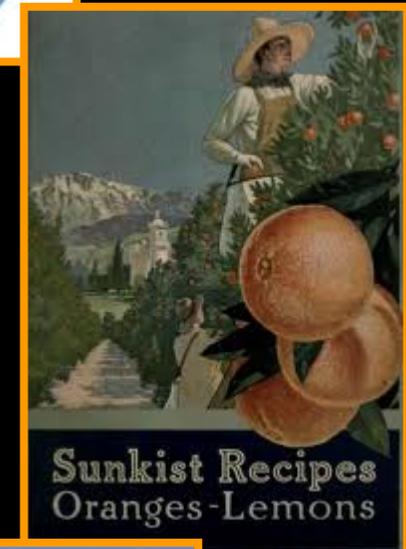
# Efecto en la citricultura de Florida

- Valor de la citricultura de Florida: US\$9,3 billion (7.200 millones de euros)
- *Diaphorina citri* se detectó en 1998
- “HLB” se detectó en 2005
  - Actualmente se encuentra en toda Florida (32 condados)
- ~252.000 hectáreas de cítricos en Florida
  - >24.000 hectáreas de cítricos destruidas en 2009
    - >\$330 millones/año de pérdidas
    - 8.257 trabajos perdidos
- Tres métodos de gestión:
  - Producción de cítricos en lugares protegidos
  - Control químico de *Diaphorina citri*
  - Eliminación de árboles infestados

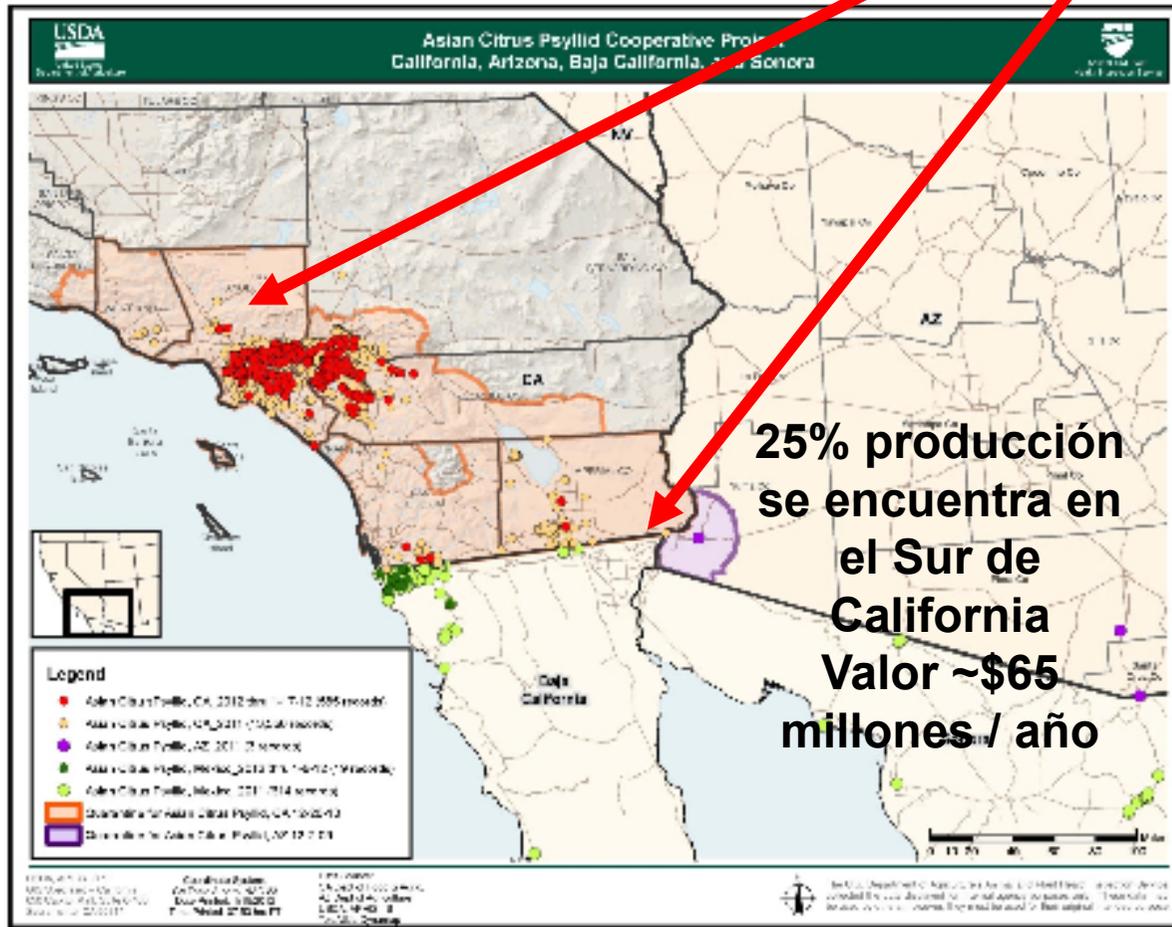
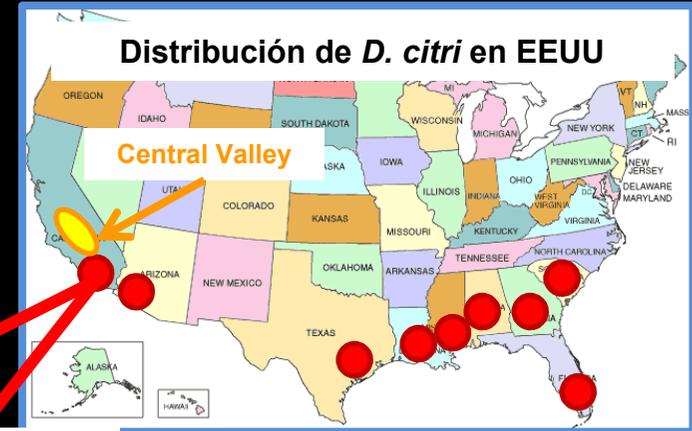
Reduce pero  
no evita la  
dispersión de  
HLB

# Efecto en la citricultura de California

- Segundo productor de EEUU (tras Florida)
  - Naranjas 66% producción
    - 75% navel y 25% valencia
    - 80% consumo fresco; 30% exportación
    - Valor aproximado: \$580 millones / año
  - limones = 25% producción
    - Produce el 87% limones consumidos en EEUU
    - 66% mercado fresco
    - Valor aproximado: \$295 millones /año
  - Pomelos = 6%; híbridos = 3%
  - 3.2 millones toneladas de fruta cosechada/año en ~100.000 hect.
  - Valor de la citricultura ~\$1,2 billion/año (900 millones euros / año)



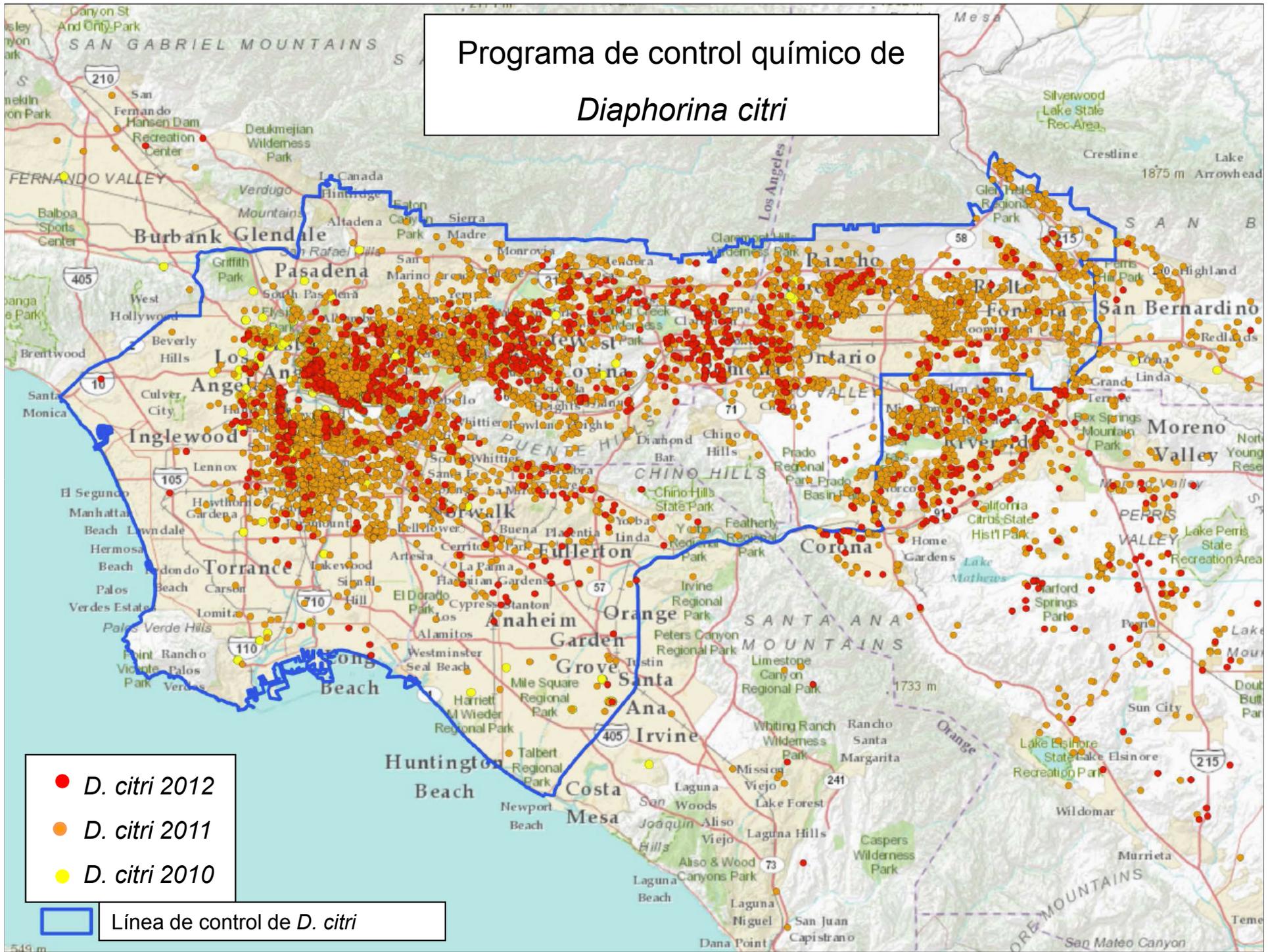
# Distribución de *Diaphorina citri* en California



## *D. citri* y HLB detectados en:

- 1) CA (+ HLB)
- 2) FL (+ HLB)
- 3) TX (+ HLB)
- 4) LA (+ HLB)
- 5) GA (+ HLB)
- 6) SC (+ HLB)
- 7) AZ (- HLB)
- 8) MS (- HLB)
- 9) AL (- HLB)

# Programa de control químico de *Diaphorina citri*



# Programa de control químico del CDFA

- Tratamiento de cítricos en jardines y huertos caseros (400 m alrededor) son tratados con insecticidas foliares y sistémicos
  - Ciflutrina: piretroide foliar
  - Imidacloprid: neonicotinoide sistémico
    - Efectivo durante ~3-6 meses (?)
    - Problemas de absorción relacionados con el suelo y el riego



# Programa de control químico del CDFA

- Infestaciones de *D. citri* son altas en el condado de Los Angeles
- ~ 36% de las casas tienen cítricos en el jardín
  - 735,954 casas con cítricos
- CDFA había tratado 46.941 jardines en octubre 2011
  - Sólo 6% de los jardines con cítricos de Los Angeles tratados
    - Coste \$4.702.435 o \$100/jardín
      - Desarrollo de resistencias (Tiwari et al. 2011 Pest Management Science 67: 1258-1268)
      - 35x resistencia a Imidacloprid; resistencia cruzada a thiamethoxam antes de ser usado; resistencia a clorpirifos, malation, danitol

# Ha llegado el HLB a California?

- **HLB se detectó en Hacienda Heights (condado de Los Angeles) en Abril 2012**
  - **Pomelo de jardín injertado con un limón de origen asiático**



**Primer cítrico con HLB en California antes de su erradicación**

# Ha llegado el HLB a California?

- **Es muy probable que haya otras infestaciones en California**
  - **Plantas procedentes de Asia han sido interceptadas en los aeropuertos de California**
    - **Algunos de estos cítricos tenían HLB**
    - **Cuántos cítricos de jardín infestados de HLB están esperando la llegada de *D. citri*?**

# Viveros dentro de las zonas de cuarentena tienen etiquetas especiales informativas



**Estos cítricos no pueden salir de la zona de cuarentena**

# Opciones de gestión

- Control biológico

- Enemigos naturales: en particular los parasitoides son de gran interés para disminuir las poblaciones de *Diaphorina citri*

- 1<sup>er</sup> trabajo sobre parasitoides de *D. citri* lo llevaron a cabo Husain & Nath (1927) en la región de Punjab en Pakistán

- Lugares muestreados: Sargodha, Lyallpur, and Gujranwala

- Árbole secos, fruta insípida, hojas caídas en el suelo (síntomas de HLB)

- Nueve especies de parasitoides asociadas a ninfas de *Diaphorina citri*

- No hay parasitoides de adultos y huevos

- Hay hiperparasitoides

- 1 especie de interés identificada: [Tamarixia radiata](#)

# *Tamarixia radiata* (Waterston) (Hymenoptera: Eulophidae)

- Descrita de especimenes recogidos en Lyallpur, Punjab, 2 enero 1921
  - ecto-endoparasitoide solitario
  - Arrhenotokous: 1.8♀: 1♂
  - A 25°C huevo -adulto= 24 días
  - Ataca 3<sup>er</sup>, 4<sup>o</sup> y 5<sup>o</sup> estadio de *D. citri*
  - Hembras viven 12-24 días
  - Hembras ponen 166-300 huevos
  - Matan ninfas de *D. citri* via host-feeding (picaduras alimenticias)



# Hembra y macho de *Tamarixia*



Hembras de *Tamarixia* tienen antenas glabras



Machos de *Tamarixia* tienen las antenas pelosas

# Programa de Control Biológico con *Tamarixia* en California

- Parasitoides de la región de Punjab de Pakistan son los más interesantes para liberar en California por tener climas similares
- ~70% de similitud entre el clima de Punjab y Central Valley (zona mayoritaria de producción de cítricos en California)
  - Hay **tres** estaciones en la región de Punjab (Pakistán):
    - (1) fría (Oct-feb [similar al clima con niebla de Central Valley]),
    - (2) cálida (marzo-junio), y
    - (3) monzónica (julio-sept)

# South Asia

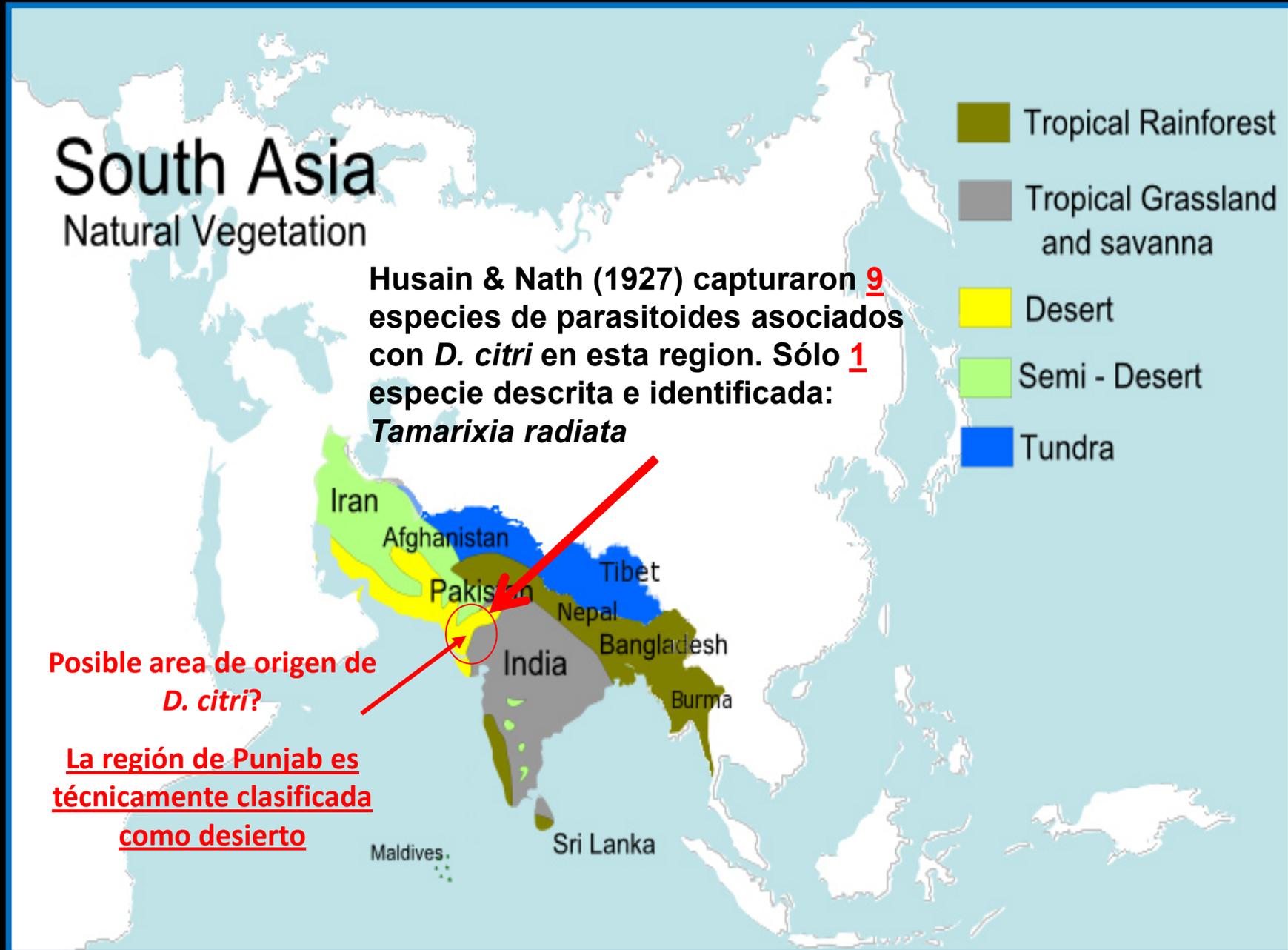
## Natural Vegetation

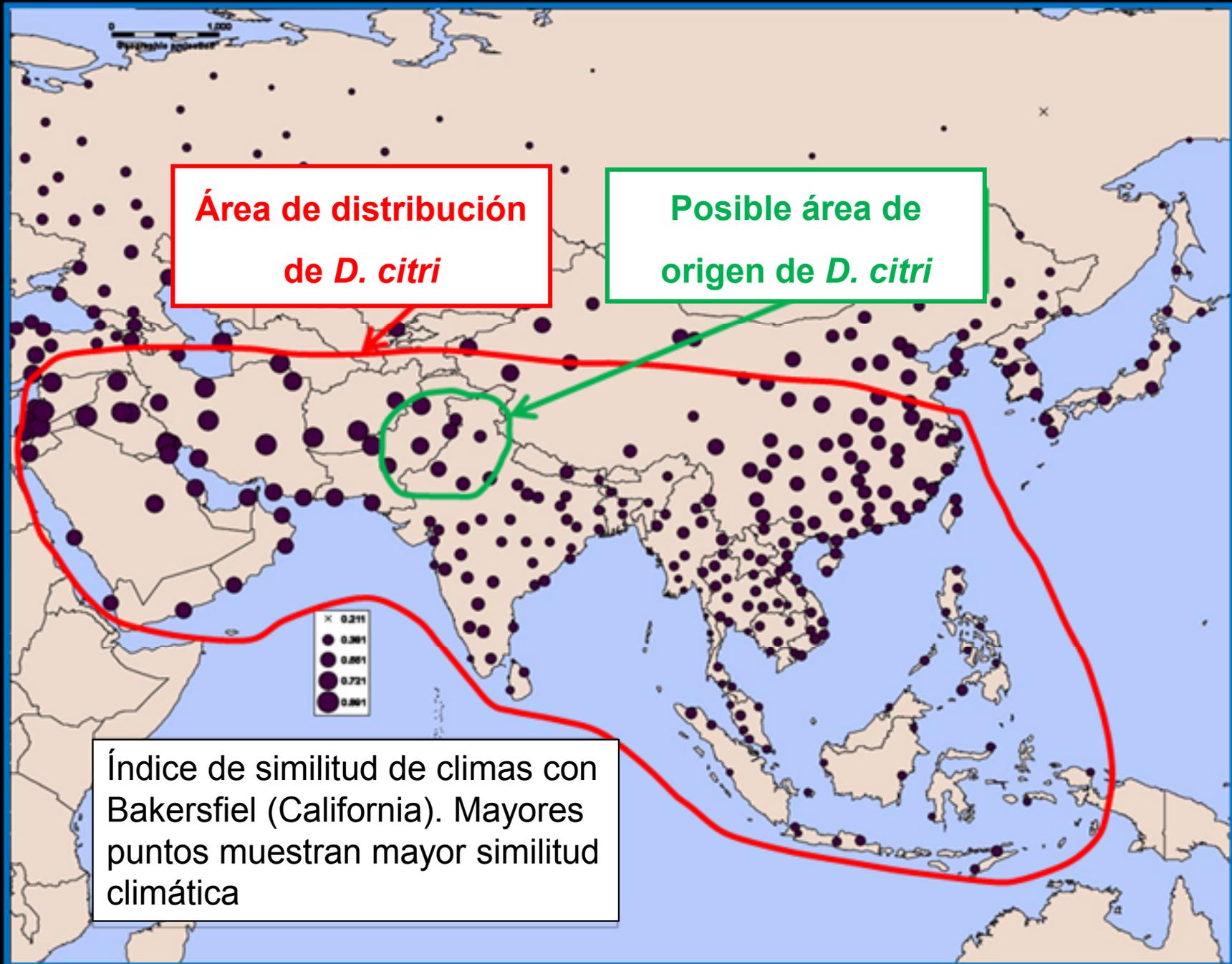
- Tropical Rainforest
- Tropical Grassland and savanna
- Desert
- Semi - Desert
- Tundra

Husain & Nath (1927) capturaron **9** especies de parasitoides asociados con *D. citri* en esta region. Sólo **1** especie descrita e identificada: *Tamarixia radiata*

Posible area de origen de *D. citri*?

La región de Punjab es técnicamente clasificada como desierto





# Captura de parasitoides en Pakistan

- **Septiembre 2010**
  - Reconocimiento de Pakistan
  - Se comprueba que se pueden capturar y criar parasitoides de *D. citri*
- **10 de marzo- 10 de abril 2011**
  - Se diseñan y preparan los trabajos para próximos años
  - Se capturan ~ 200 parasitoides
- **4-13 de junio 2011**
  - ~400 parasitoides enviados a la Universidad de California, Riverside (UCR)
- **23-28 de oct. 2011**
  - > 1.000 parasitoides enviados a UCR
- **16-23 de junio 2012**
  - > 1.000 parasitoides enviados a UCR
- **15-22 de april 2013**
  - > 400 parasitoides enviados a UCR



# Capturas de *Tamarixia* en Pakistan



# Parasitoides capturados en Pakistan

- Dos especies parasitoides
  - *Tamarixia radiata* (Eulophidae)
  - *Diaphorencyrtus aligarhensis* (Encyrtidae)
- Cinco especies de hiperparasitoides
  - *Psyllaphycus diaphorinae* (Encyrtidae)
  - *Marietta leopardina* (Aphelinidae)
  - *Aprostocetus* sp. (Eulophidae)
  - *Pachyneuron* sp. (Pteromelidae)
  - *Chartocera* sp. (Signaphoridae)



**Trampas Malaise para muestrear plagas y enemigos naturales**



**Recogiendo ninfas de *D. citri* para criar los parasitoides**



**Muestreando *D. citri* y sus parasitoides en Pakistán**



**Criando *D. citri* y sus parasitoides en Pakistán**







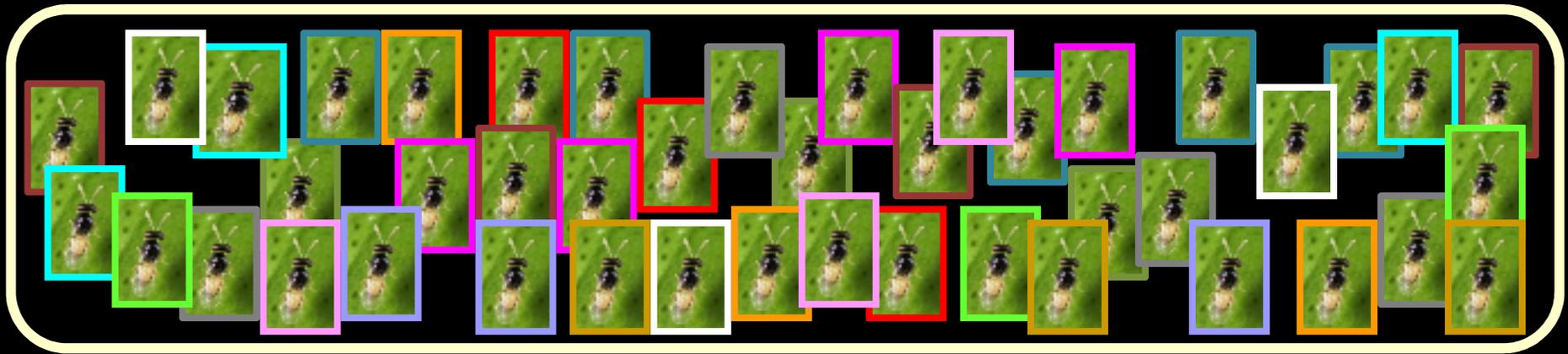
**Enemigos naturales recogidos en Pakistán y enviados al Edificio de Cuarentena de la Universidad de California para los test de seguridad**



# Establecimiento de "IsoLinias" en Cuarentena



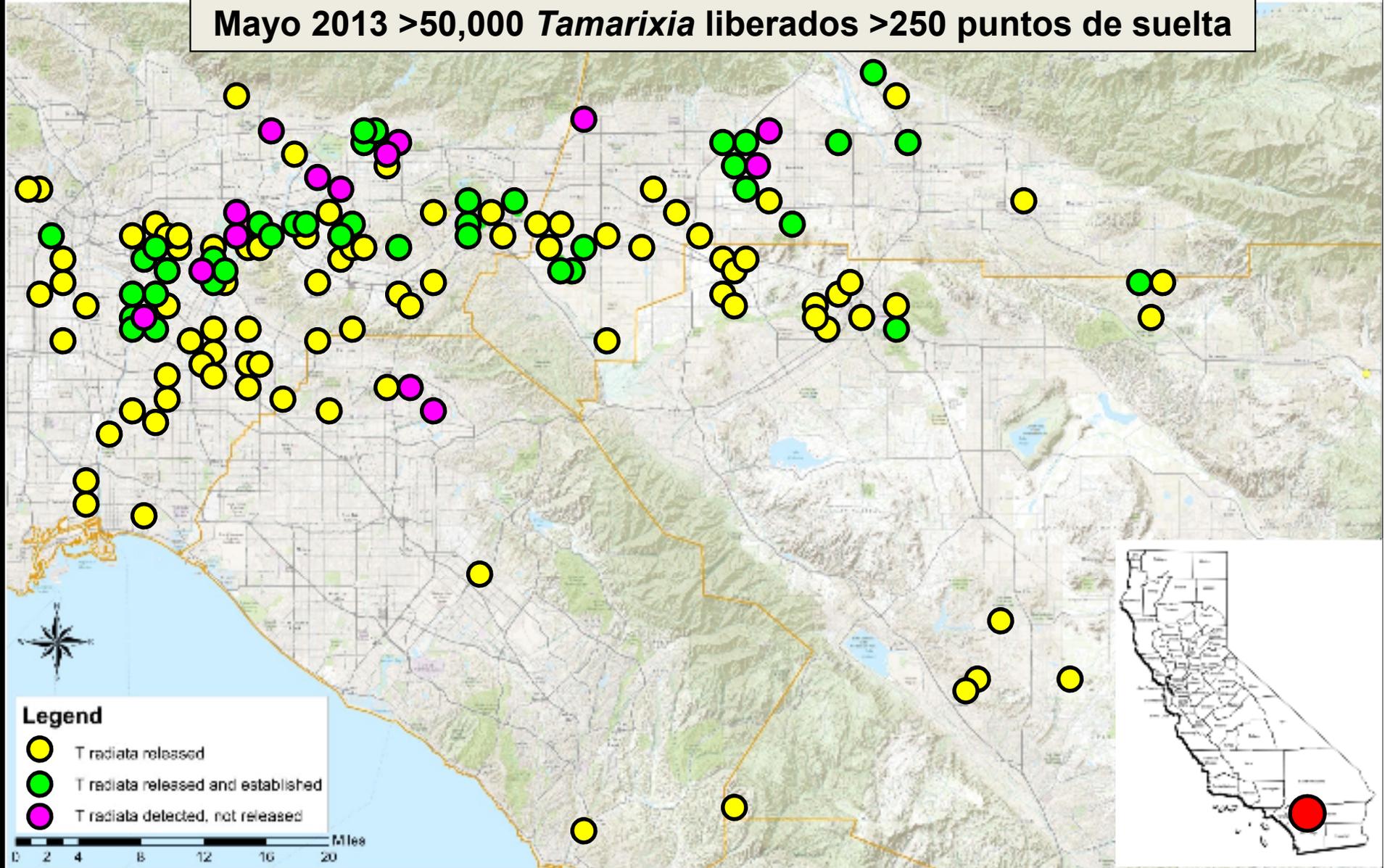
Individuos de todas las IsoLinias son juntados en cajas para reconstituir la variabilidad genética



En el campo se liberan híbridos

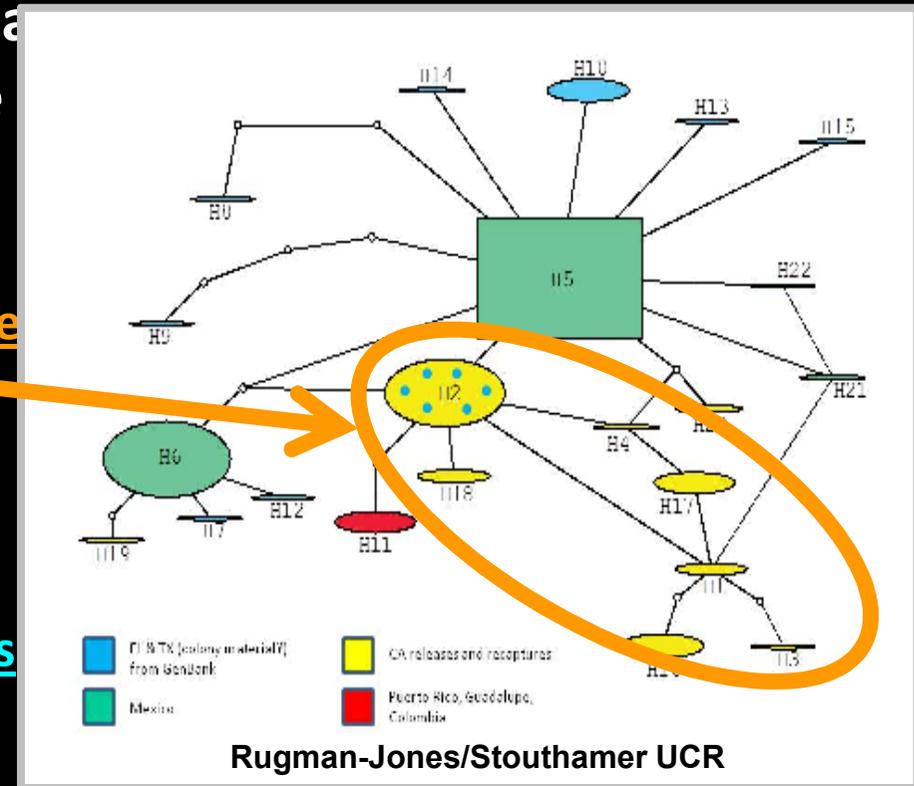


Mayo 2013 >50,000 *Tamarixia* liberados >250 puntos de suelta



# Resultado de las sueltas

- > 50,000 *Tamarixia* (75% ♀) liberados en Mayo 2013 en > 250 ptos de zonas urbanas
  - Establecimiento en > 20%
  - Recuperados parasitoides a ~ 10-12 km de los sitios de suelta
  - DNA confirma que los parasitoides recuperados son de origen pakistaní
    - Se confirma un gran grado de diversidad genética en los individuos recuperados
    - No se detectan parasitoides provenientes de México





Hormigas cuidando de *D. citri*



*Tamarixia* buscando en una colonia de *D. citri*



Momias de *D. citri* de las cuales ha emergido *Tamarixia* en Bell Gardens



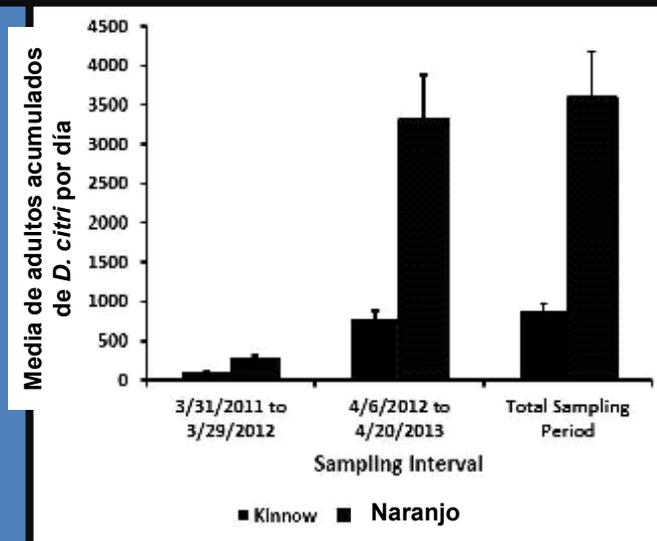
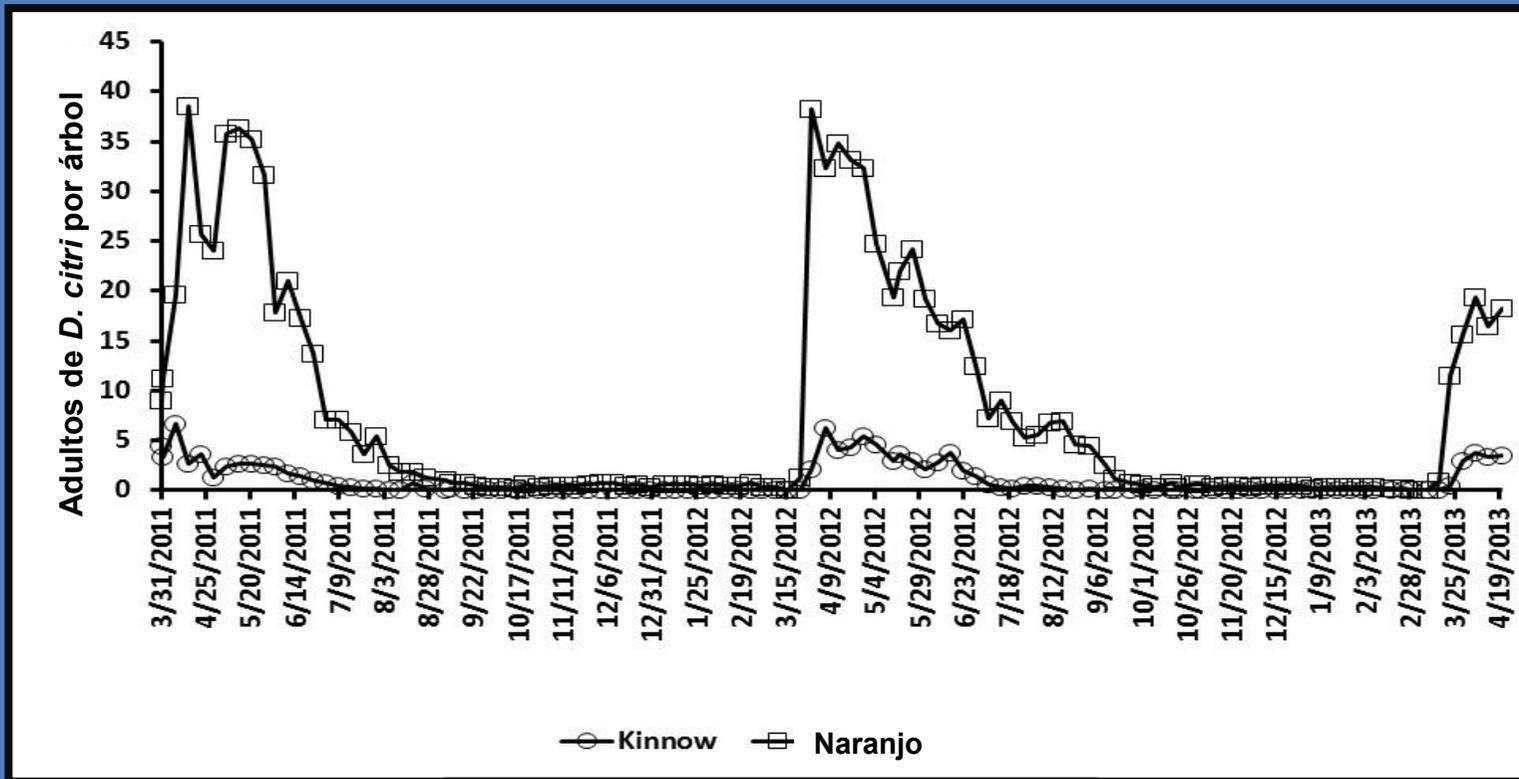
*Tamarixia* parasitando *D. citri* en un campo de Los Angeles

# Quien paga este programa?

- Los productores de California tiene una organización
  - Citrus Research Board (CRB)
  - Productores pagan
    - 0,07\$ dolares por cada 18 Kg de fruta vendida
    - > 3\$ millones de dolares para investigación en cítricos
- California Citrus Pest and Disease Prevention Committee
  - Distribuye los fondos para los programas de control de *D. citri*
- Fondos del gobierno federal (USDA) y nacional (CDFA)
- La Universidad de California proporciona la experiencia y tecnología



# Dinámica poblacional de *D. citri* en Kinnow y naranjos en Pakistán



# Llegarán *D. citri* y HLB a España?

- Siiiiiiii!!!!!!!!!!!!!!
- Dónde se localizarán los primeros individuos de *D. citri*?
  - Probablemente en jardines privados
  - El contrabando de plantas es continuo
- Qué se puede hacer?
  - Desarrollar un programa de acción para gestionar la llegada de *D. citri*
    - Le seguirá el HLB
  - Preparar la introducción de enemigos naturales antes de la llegada de *D. citri*
    - Esto evitará perder 2-3 años de trabajo y permitirá las sueltas de enemigos naturales inmediatamente después de la llegada de *D. citri*

# Mandarino vendido en un supermercado de California plantado en Multan, Pakistán



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

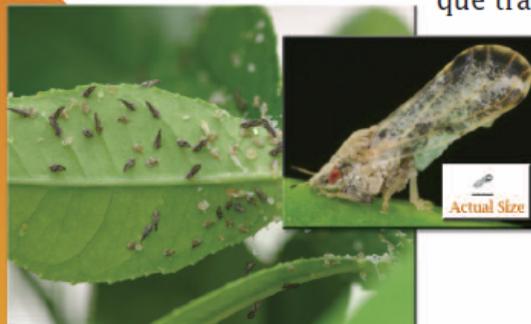
Esta página web, financiada por Citrus Research Board, contiene información básica sobre *D. citri* y HLB, y cómo responder

The screenshot shows the website's layout. At the top, there are language options (English, 简体中文, 繁體中文, 한국어, 日本語) and social media icons for Twitter, Facebook, YouTube, and RSS. The main heading is 'Deadly Citrus Disease Threatens California Citrus'. Below this is a large image of a citrus tree with a magnifying glass over a citrus psyllid, with the text 'Look Closely'. To the right of this image is a paragraph: 'Protect your citrus trees from a plant disease called Huanglongbing (HLB) and the Asian citrus psyllid, a pest that can spread the disease. HLB was discovered in Los Angeles in 2012. The best way to protect your citrus from this disease is by inspecting for the Asian citrus psyllid when...'. Below this are three cards: 'The Insect' (The Asian Citrus Psyllid is a sign of danger.), 'The Disease' (Huanglongbing produces yellow, splotchy leaves, inedible fruit and kills trees.), and 'What to Look For' (Detect the insect & determine if your trees are infected.). At the bottom, a banner reads 'Found the Insect? Time is Critical! Contact your local Agricultural Commissioner.' and the footer contains 'Copyright 2013 Citrus Research Board www.CaliforniaCitrusThreat.org'.

**Sigueló  
en  
Facebook  
y Twitter**

# ¿Se quedará California sin cítricos?

Esto podría suceder si el psílido asiático de los cítricos y la enfermedad que transmite se establece en el estado.



## Debemos detenerlo - antes de que sea demasiado tarde.

### La peligrosa plaga: el psílido asiático de los cítricos

- Un insecto diminuto (3-4 mm), del tamaño de un áfido.
- Se alimenta de las hojas y tallos de los cítricos.
- Es portador de la enfermedad Huanglongbing (HLB) la cual mata las plantas. También se le conoce como el enverdecimiento de los cítricos.
- Este insecto ya se ha encontrado en el Sur de California.
- Representa una seria amenaza para la producción y cultivo de cítricos en California.

### La enfermedad: Huanglongbing (HLB)

- Hace que las hojas se tornen de un color amarillento con moteado. (ver foto a la izquierda)
- Produce frutos amargos, incomibles y deformes.
- Daña la apariencia y reduce el valor de los árboles de cítricos.
- Es mortal para los árboles de cítricos.



### La solución: todos jugamos un papel importante

- La detección y eliminación del psílido es la primera línea de defensa contra la enfermedad.
- Es ilegal traer árboles de cítricos a California provenientes de otros estados o países, porque podrían estar infectados con HLB. Asegúrese de plantar sólo árboles de cítricos cultivados en California y que hayan sido certificados como libres de enfermedades.
- Inspeccione sus árboles con frecuencia en busca de señales del insecto o de la enfermedad.
- Si sospecha que sus árboles tienen el psílido asiático de los cítricos, ¡actúe de inmediato! Llame a la línea directa de CDFA al **800.491.1899** o comuníquese con el Comisionado de Agricultura de su condado. ¡No pierda un minuto para hacerlo!



Para conocer más acerca del psílido asiático de los cítricos y el HLB, visite el sitio

**[PeligranCitricosEnCalifornia.org](http://PeligranCitricosEnCalifornia.org)**

*En este sitio se pueden descargar materiales impresos en inglés, español, chino y otros idiomas.*



Más información sobre *D. citri* y el programa de control biológico en:



[WWW.CISR.UCR.EDU](http://WWW.CISR.UCR.EDU)