

SAGARPA



**Áreas Regionales de Control**



# Criterios Epidemiológicos para establecer ARCOs

Dr. Gustavo Mora Aguilera (CP)  
Ing. Pedro Robles (DGSV)  
Ing. Rigoberto González (DGSV)  
MC. Jorge Flores Sánchez (CP)  
Ing. Gerardo Acevedo (CP)  
MC. Santiago Domínguez (CP)  
Dr. Isabel López Arroyo (INIFAP)  
Ing. Eduardo Guzmán

[morag@colpos.mx](mailto:morag@colpos.mx)

**3 Taller Internacional sobre Plagas  
Cuarentenarias de los Cítricos  
Manzanillo 27-30 agosto 2013**

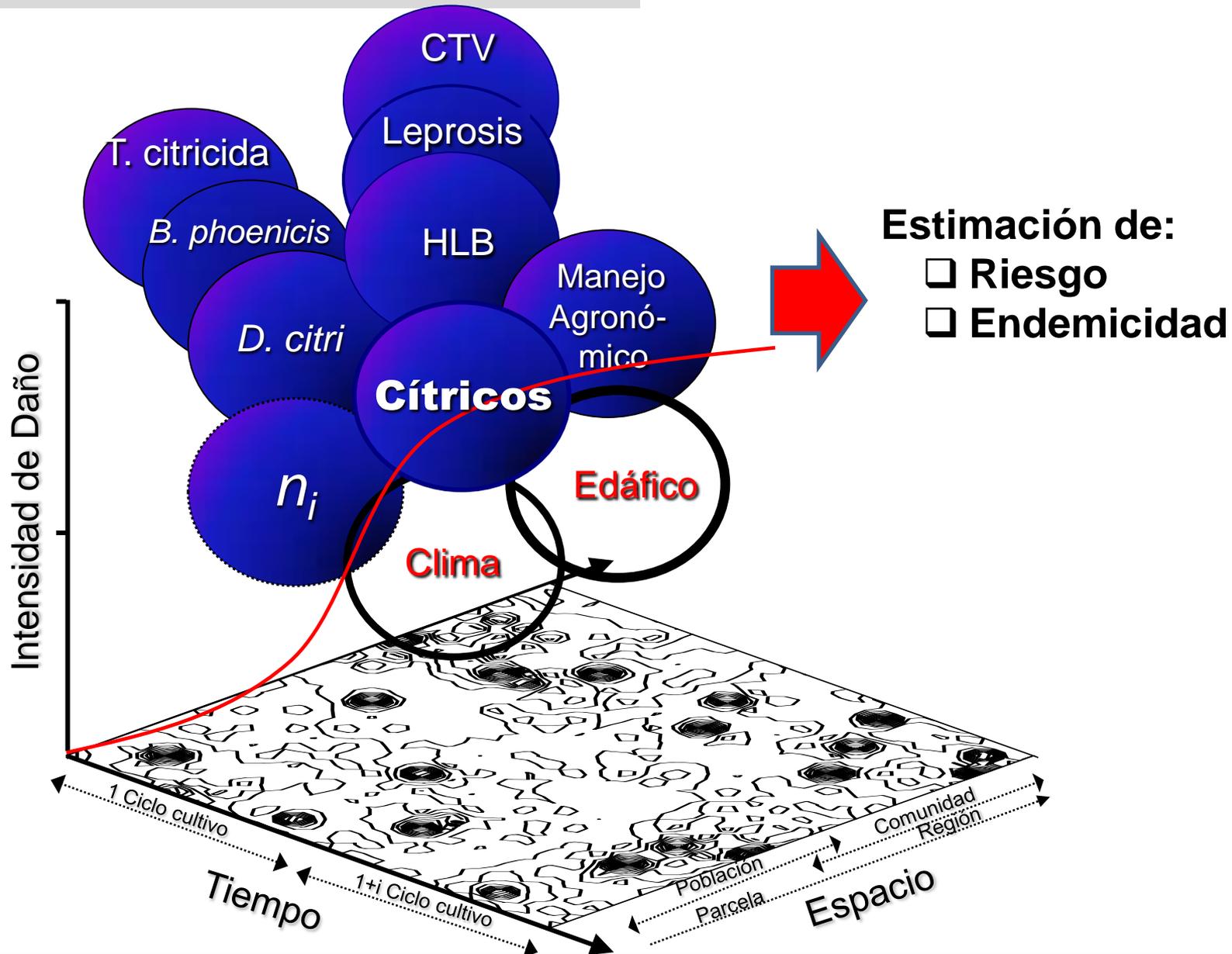
**Laboratorio Nacional de Referencia  
Epidemiológica Fitosanitaria  
COLPOS**

# ¿Qué es un ARCO?

**ARCO es un área de  
manejo regional del  
Psílido Asiático de los  
Cítricos (PAC).**

- 1. La bacteria CLas una vez establecida por su carácter sistémico no puede suprimirse.**
- 2. Que el manejo del PAC puede reducir la dispersión de inóculo y la reinfección, es decir, se operaría sobre inóculo primario y secundario.**
- 3. Que los escenarios de los ARCOs pueden ser:**
  - Prevención de inóculo.**
  - Reducción de carga de inóculo para áreas vecinas.**
  - Rentabilidad de áreas estratégicas bajo condiciones endémicas.**

**¿Cuáles son los  
criterios y como  
se aplican para  
establecer un  
ARCO?**

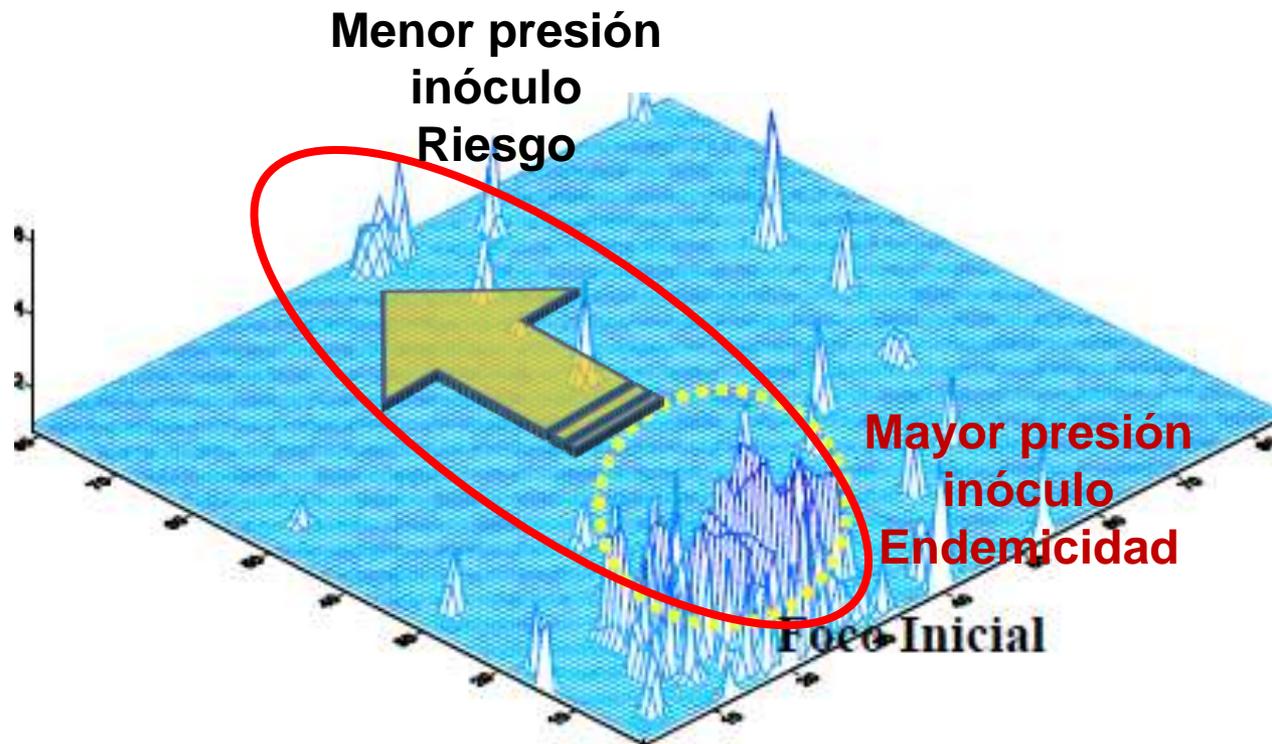


# ¿Qué es un Foco?

Planta o conjunto de plantas que poseen una relación de contagio entre ellas y por tanto una ***dependencia espacial continua y discontinua***.

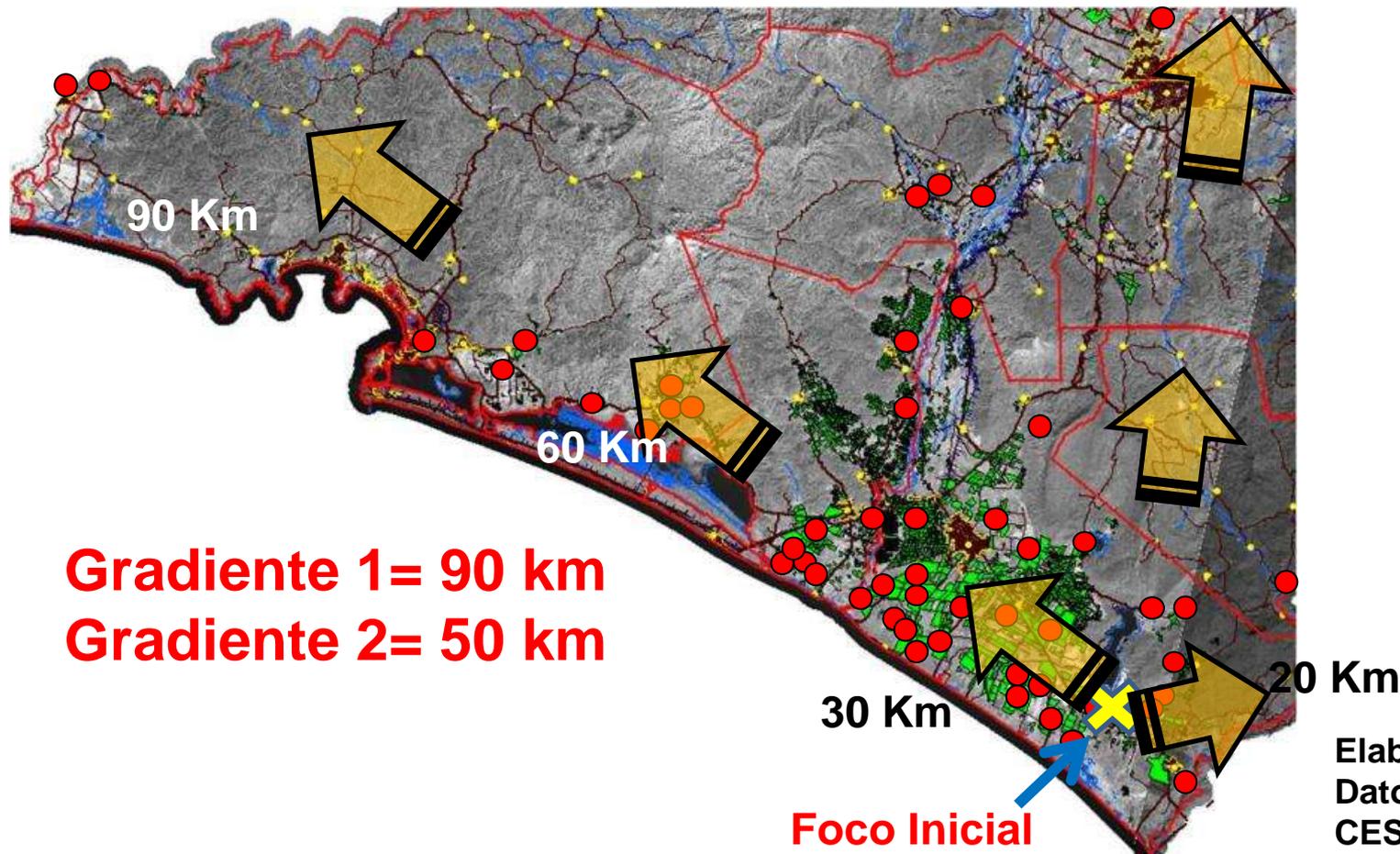
## Intensidad de Foco o Presión de inóculo

Es una medida de fuerza o capacidad de contagio estimada por el número de plantas enfermas en el foco.



# ¿Qué es un Gradiente o Tasa de Dispersión?

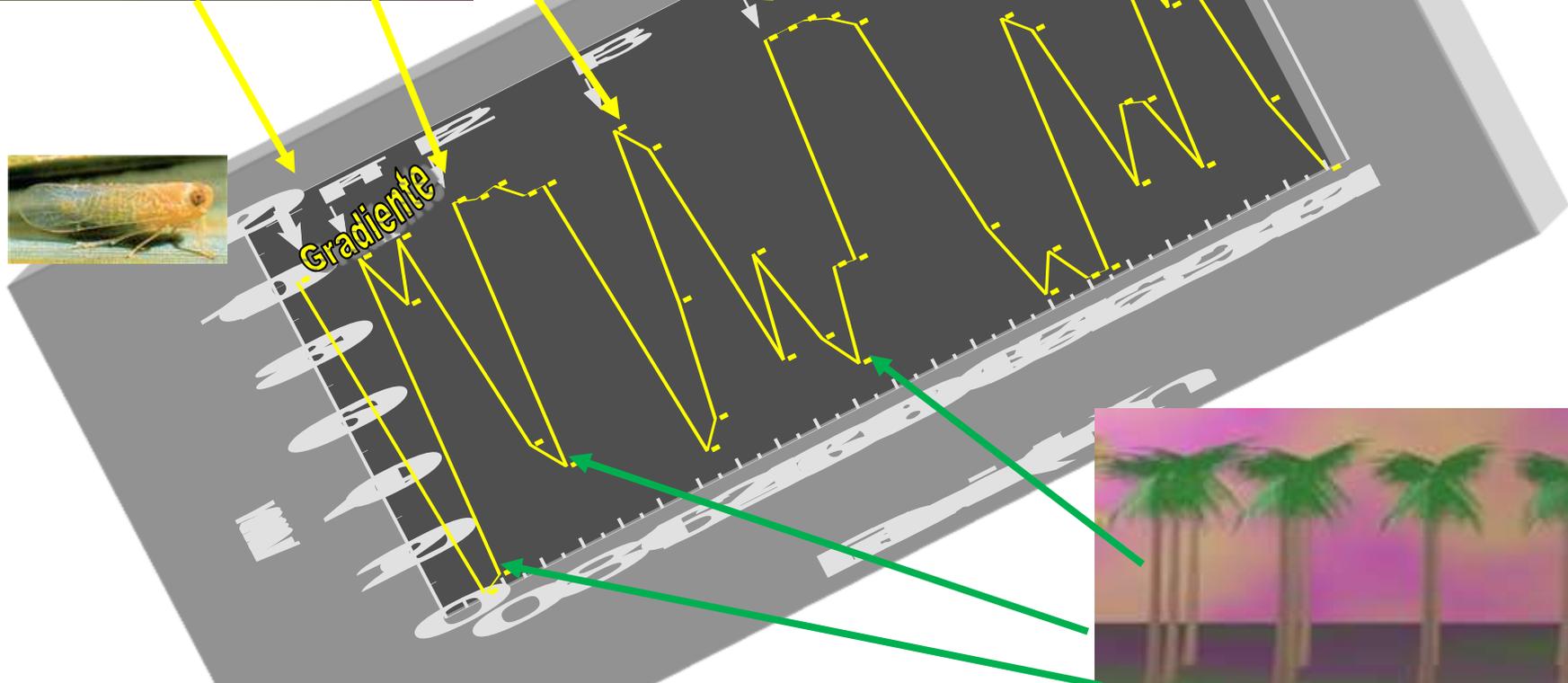
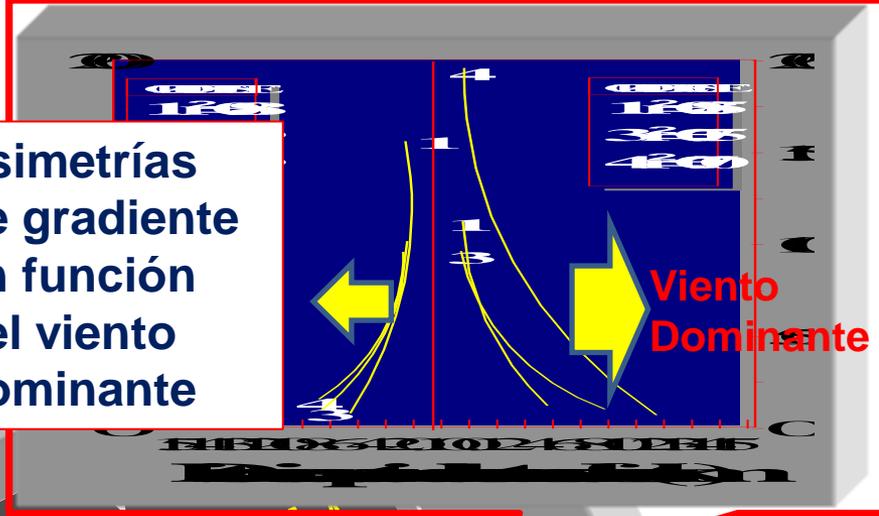
Es resultado de un proceso de **Migración** direccional de la plaga a partir de un foco/brote inicial. Representa una dependencia espacial y una fuente de inóculo.



Elaborado con  
Datos INIFAP-  
CESVCOL, 2010

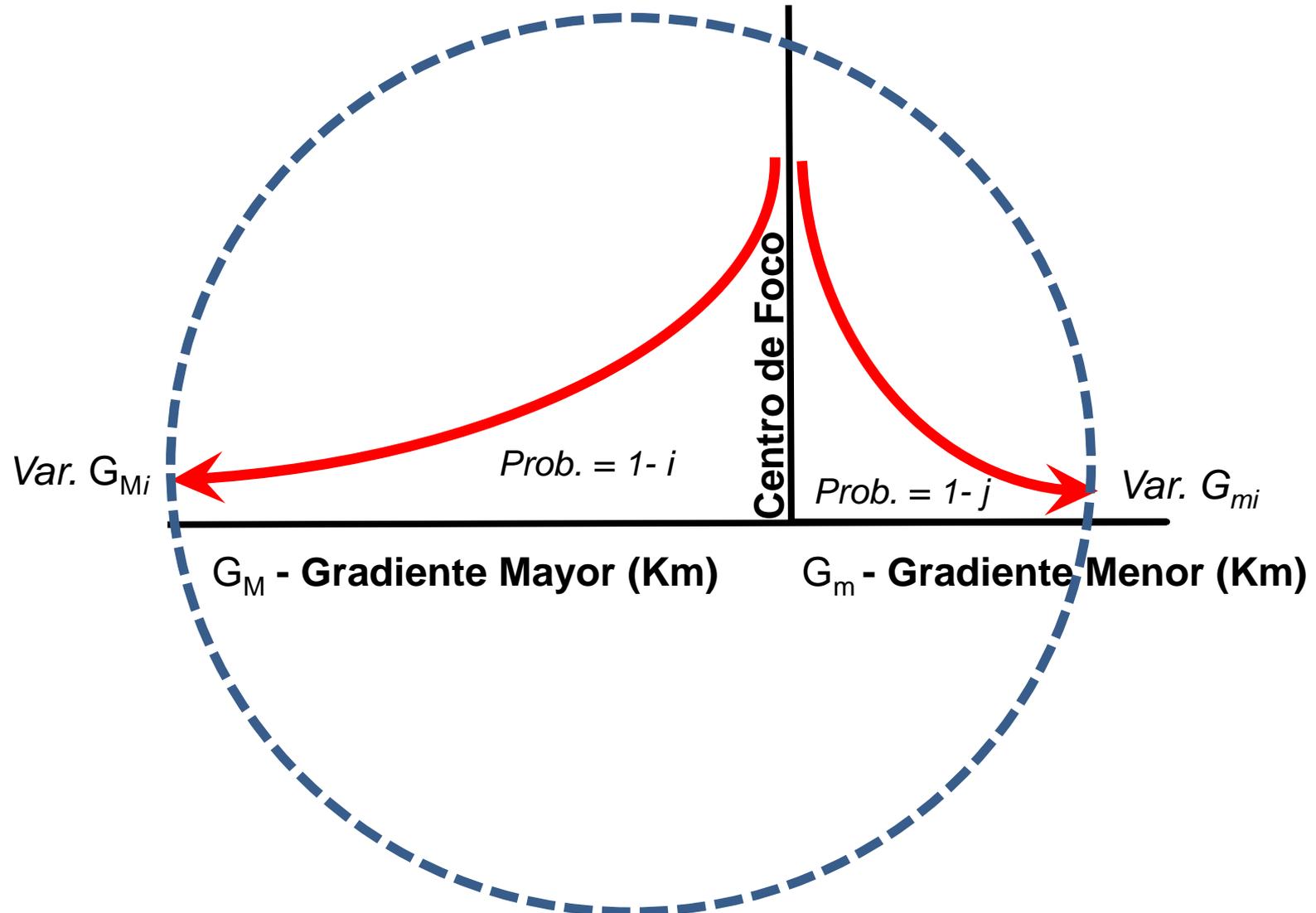
# Evidencia experimental

Amarillamiento letal cocotero - *Myndus crudus*

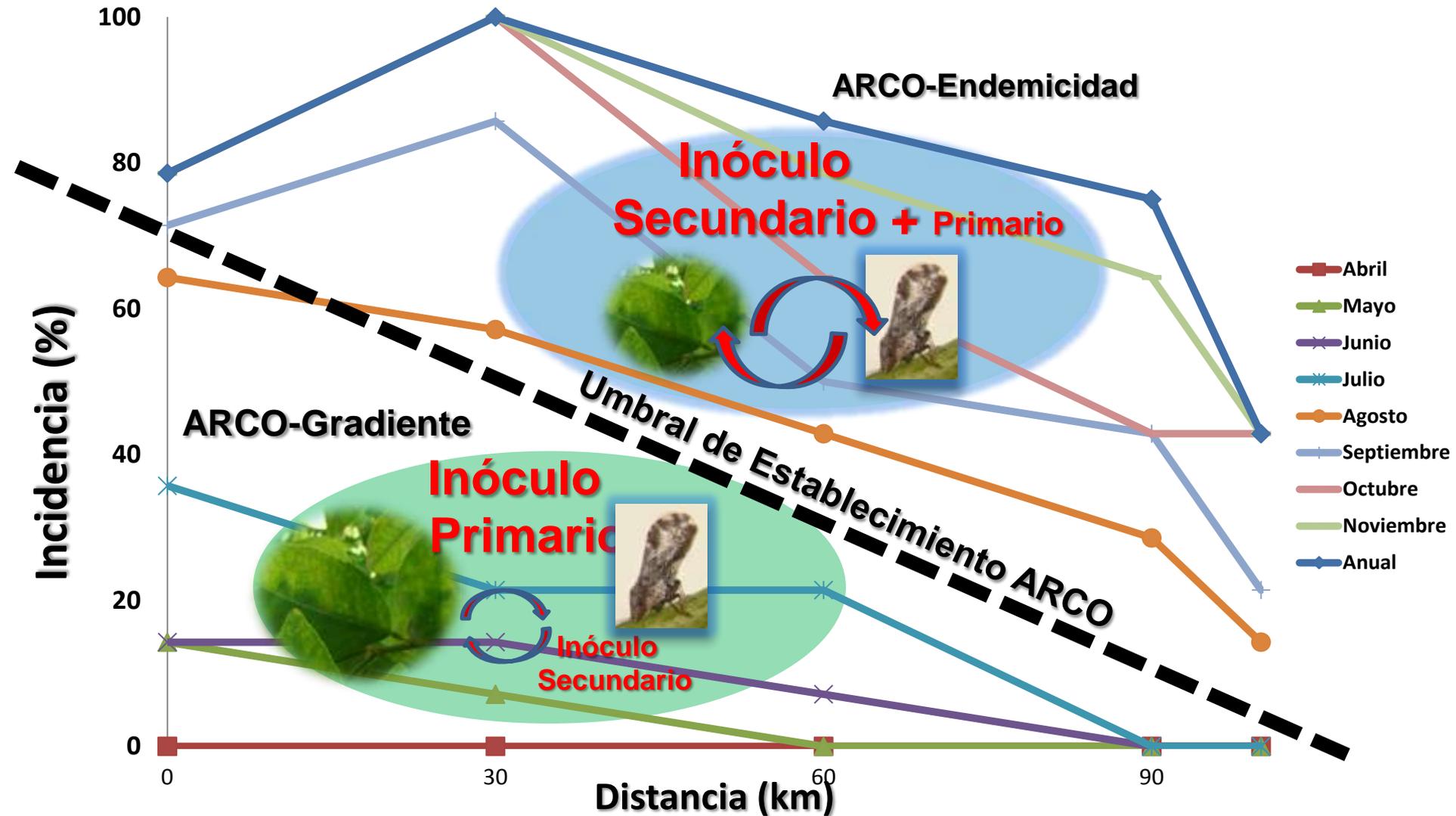


Gongora et al., 2004

# ¿Implicación en la forma de ARCO?



# Tipos de ARCOs según el Criterio Espacial



$$ARCO = f(Td) \text{ (Riesgo regional)}$$

*Donde:*

*Td = Tasa de dispersión espacial*

*Factor riesgo = f [(Presión Inóculo Regional) (Cantidad  
hospedante) (susceptibilidad relativa)]*

Riesgo Regional = 100%

**Presión o carga de inóculo**


**Riesgo Uniforme**  
Probabilidad parcial 10%


**Riesgo Heterogéneo**  
Probabilidad parcial 25%

**¿Por qué uniforme o Heterogéneo?**

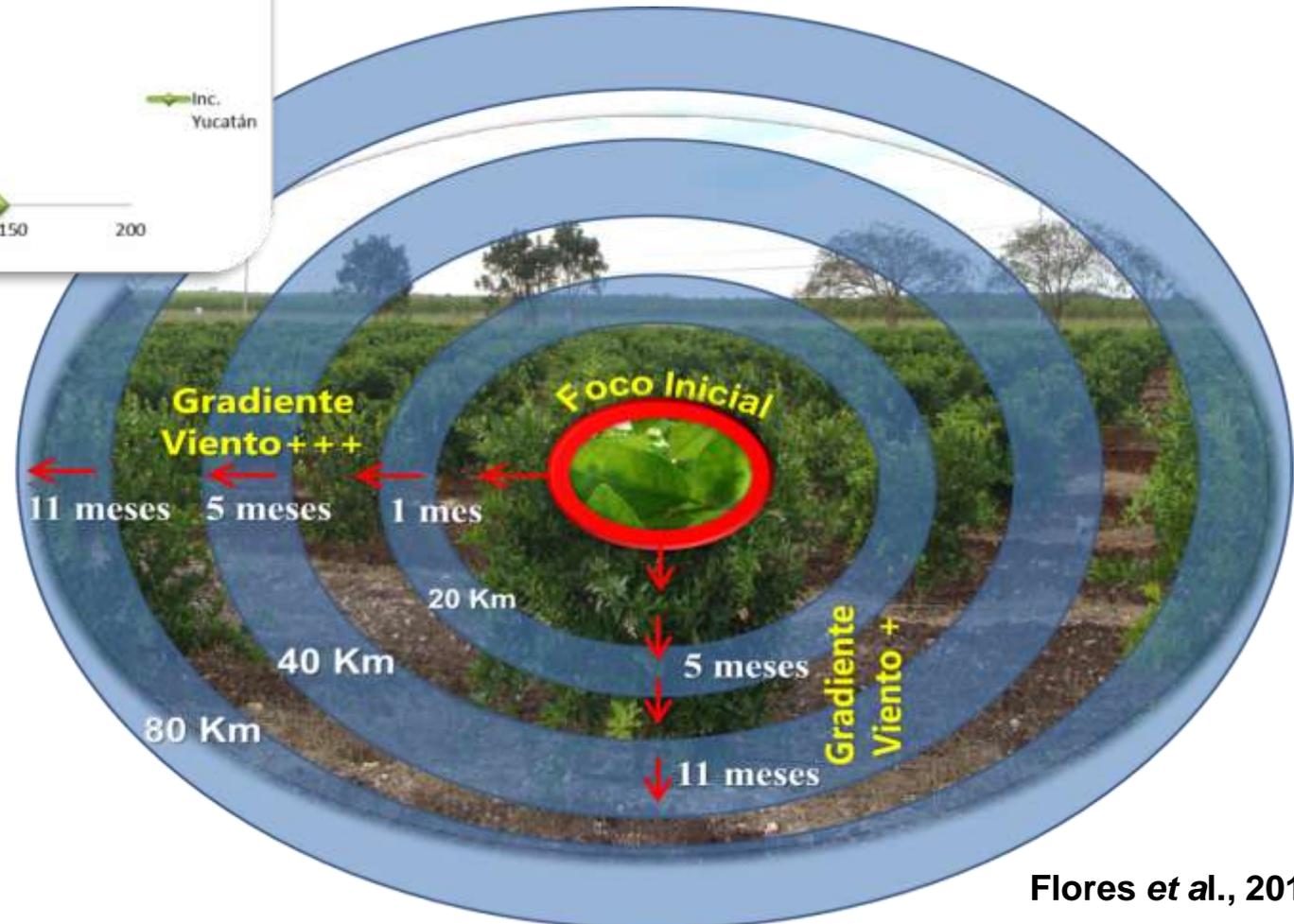
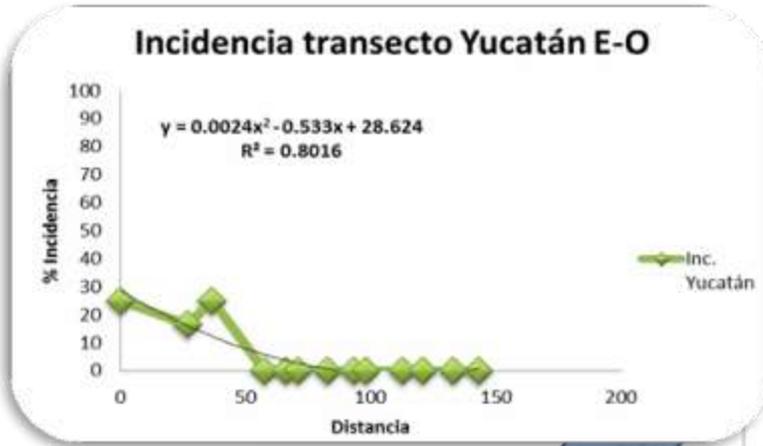
**¿Qué evidencias  
se tienen para  
establecer tasas  
de dispersión o  
gradientes?**

# Modelo Experimental de Dispersión del HLB

Escenario Península de Yucatán

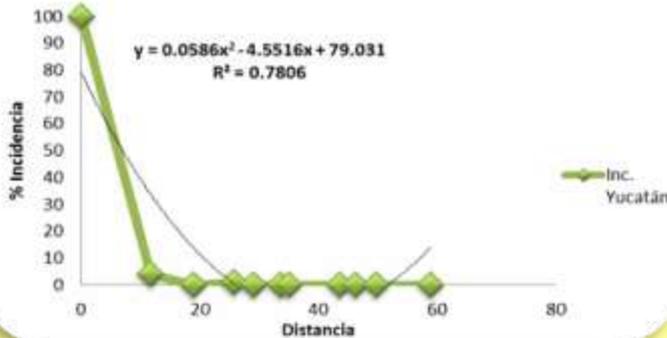
Detección: 2009

Estudio: 2010-2011

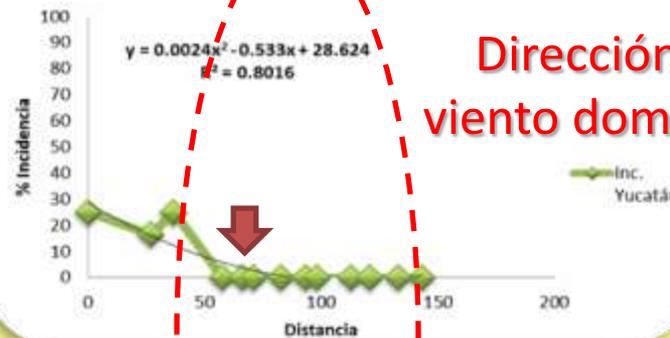


# Integración de escenarios experimentales y empíricos

Incidencia transecto Yucatán N-S /1

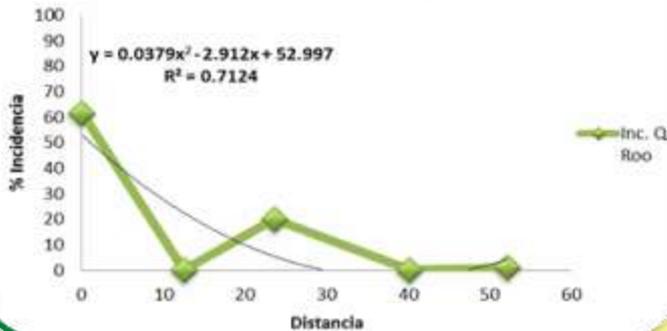


Incidencia transecto Yucatán E-O /2

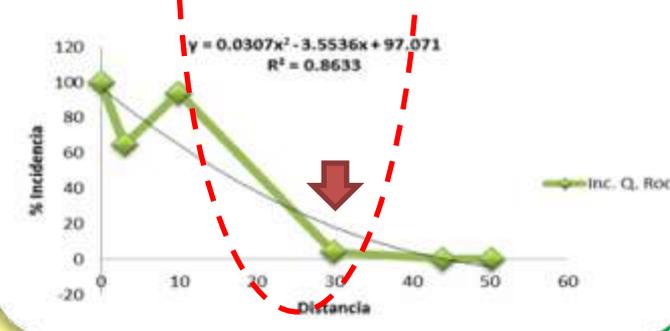


Dirección de viento dominante

Incidencia transecto Q. Roo N-S /3

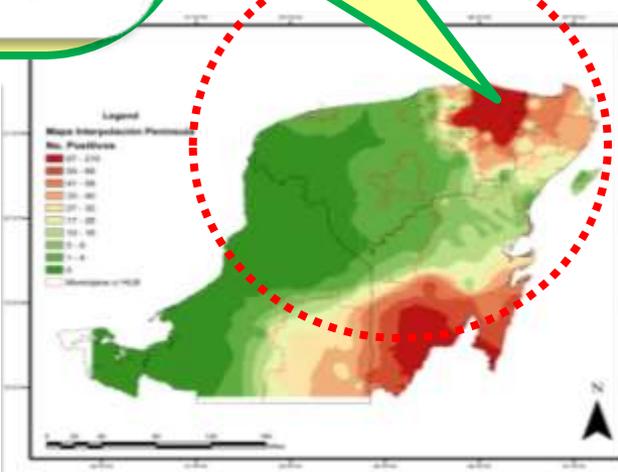
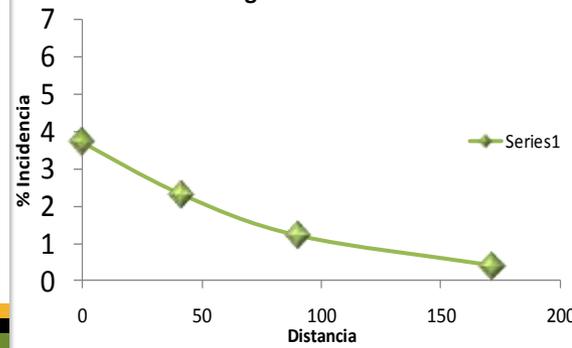


Incidencia transecto Q. Roo E-O /4



País/Estado	Distancia (km)	Tasa Disp. (km/mes)
USA-Florida	239	34
Brasil-Sao Paulo	150	12.5
México-Colima	90	13
México-Yucatán	80	7

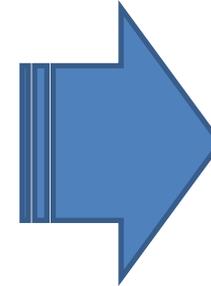
Salcedo et al., 2010  
Incidencia gradiente Florida E-O



# Implementación

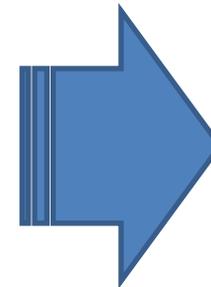
## Generación de ARCOs:

Reg-N



Número  
de Arcos

@RCos HLB  
v1.0



Tamaño y  
Ubicación

# Base Analítica

- Status Map
- Status Pest
- SumulARP
- Simulación Monte Carlo  
Aplicación en  
controversia  
importación papa  
México- EUA



# Región

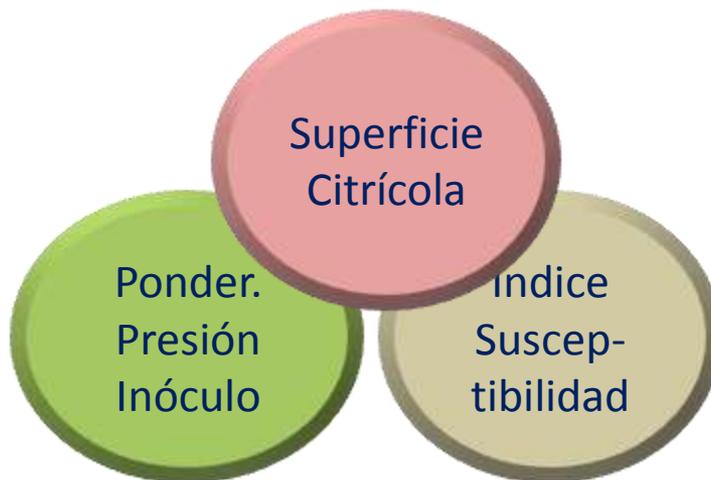
## Región

### Región

#### Región

##### Región

###### Región



$$\text{Número ARCOs} = (\text{Sup\_Citri} \wedge (\text{LogFact\_Pond} / \sum \text{Fact\_Pond}))$$

Estado	Citricos Total	Pond Citric	Sup Agrícola	Vertiente	Atributo foco	Posit Veg	Posit PsII	Pond Presión Inóculo	Ind Suscep	Fact Pond	NO. ARCOs
BAJACALIFORNIA	672.25	1	233351	2	1	1	1	5	2.3	12	5
BAJACALIFORNIA SUR	2581.95	2	36442	2	4	2	2	10	1.1	21	5
CAMP ECHE	802.5	1	236895	1	4	2	2	9	4.0	36	5
CHIAPAS	614.55	1	1414517	1	4	2	2	9	4.5	40	5
COLIMA	30168.11	4	153308	2	4	2	2	10	4.9	196	7
GUERRERO	7789.22	3	880357	2	3	1	1	7	4.7	100	7
HIDALGO	5940.5	2	581957	1	1	2	2	6	1.3	15	5
JALISCO	3315.55	2	1585459	2	4	2	2	10	3.9	78	7
MICHOACAN	41705.17	4	1086150	2	4	2	2	10	4.8	190	9
MORELOS	511.9	1	135308	1	1	1	2	5	2.9	15	5
N.L.	30754.48	4	380836	1	1	1	2	5	1.2	25	7
NAYARIT	2120.75	2	393375	2	4	2	2	10	4.1	82	7
OAXACA	21715.5	3	1365137	2	2	1	1	6	3.9	70	7
PUEBLA	22673.5	3	998966	1	1	1	2	5	1.5	22	5
QUERETARO	189	1	178902	1	1	1	1	4	1.3	5	5
QROO	4178	2	112199	1	4	2	2	9	1.2	22	5
SINALOA	1521.5	1	1233505	2	3	2	2	9	2.1	18	5
SLP	47067.5	4	803092	1	1	2	2	6	1.1	26	7
SONORA	9264	3	597913	2	2	1	2	7	1.2	24	5
TABASCO	14094.95	3	238642	1	1	1	1	4	2.3	27	5
TAMAULIPAS	40642.32	4	1445149	1	1	1	1	4	1.4	22	7
VERACRUZ	215291.51	4	1452456	1	1	2	2	6	1.6	38	7
YUCATÁN	17837.75	3	640086	1	4	2	2	9	1.5	40	7

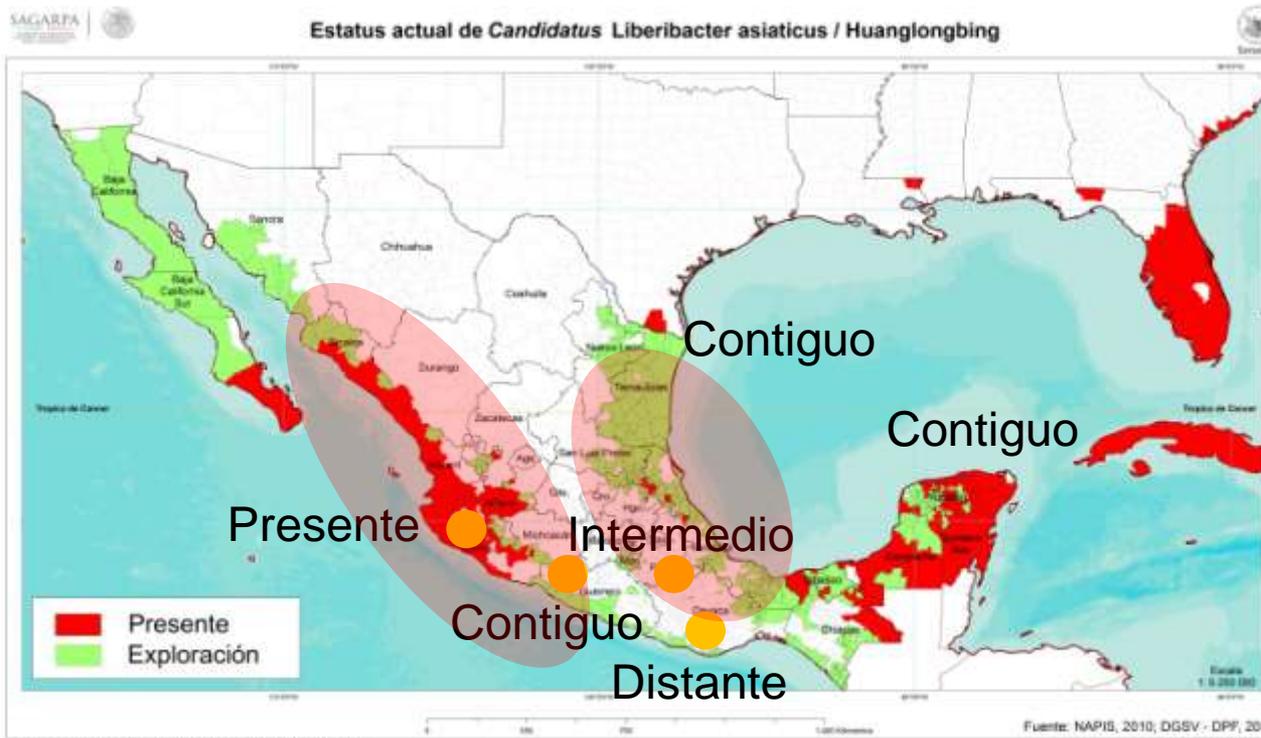
# Crterios para determinación Número de ARCOS. Criterios regionales

Valor	Vertiente	Atributo Foco	Pos. Veg	Pos. Psil
1	Golfo	Distante	NO	NO
2	Pacífico	Intermedio	SI	SI
3		Contiguo		
4		Presente		

Ponder.  
Presión  
Inóculo

Superfi  
cie  
Citrícola

Superficie (ha)	Val. Ponderado
64	1
325	2
2536	3
40706	4

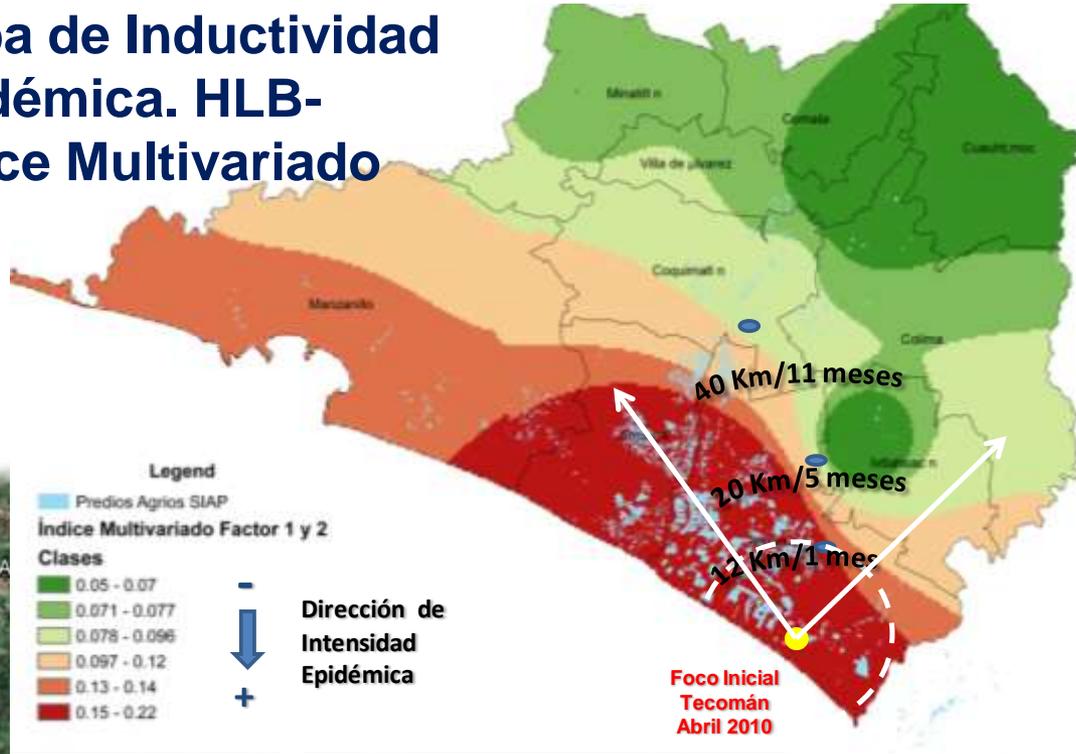


Índice  
Suscep  
tibilidad

Especie	Val. Ponderado
Naranja	1
Mandarina	2
Toronja y L. Italiano	3
L. persa	4
L. mexicano	5

# Crterios de Riesgo Regional Epidémico HLB. P.e. Colima

## Mapa de Inductividad Epidémica. HLB- Índice Multivariado

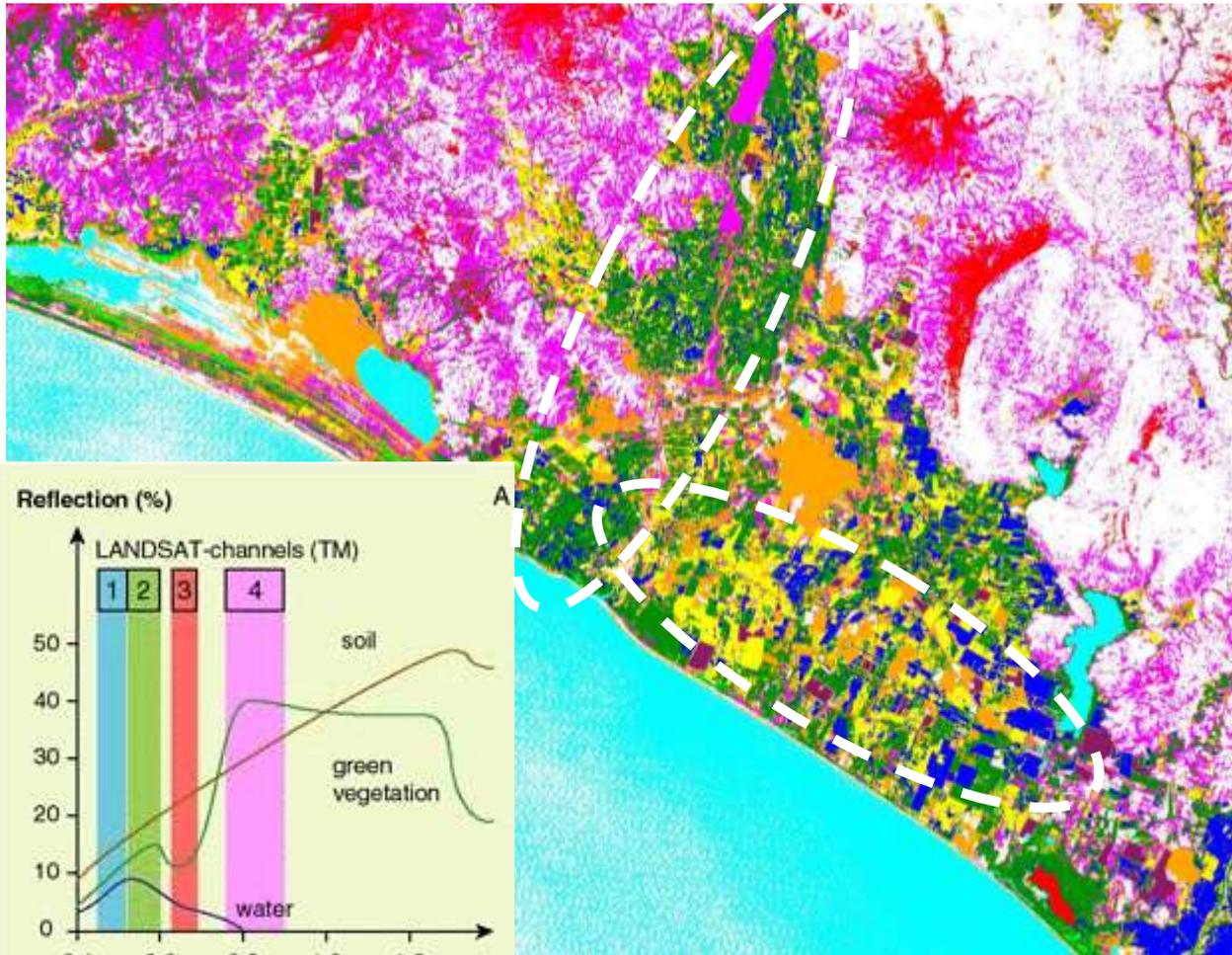


## Evaluación de Huertos con énfasis en Zona de Riesgo

Enero – julio, 2012



# Criterio asociado a abundancia del cultivo: Ejemplo, Índices Citrícolas con base en imágenes satelitales en Colima, 2012-2013



**Cítricos adultos**

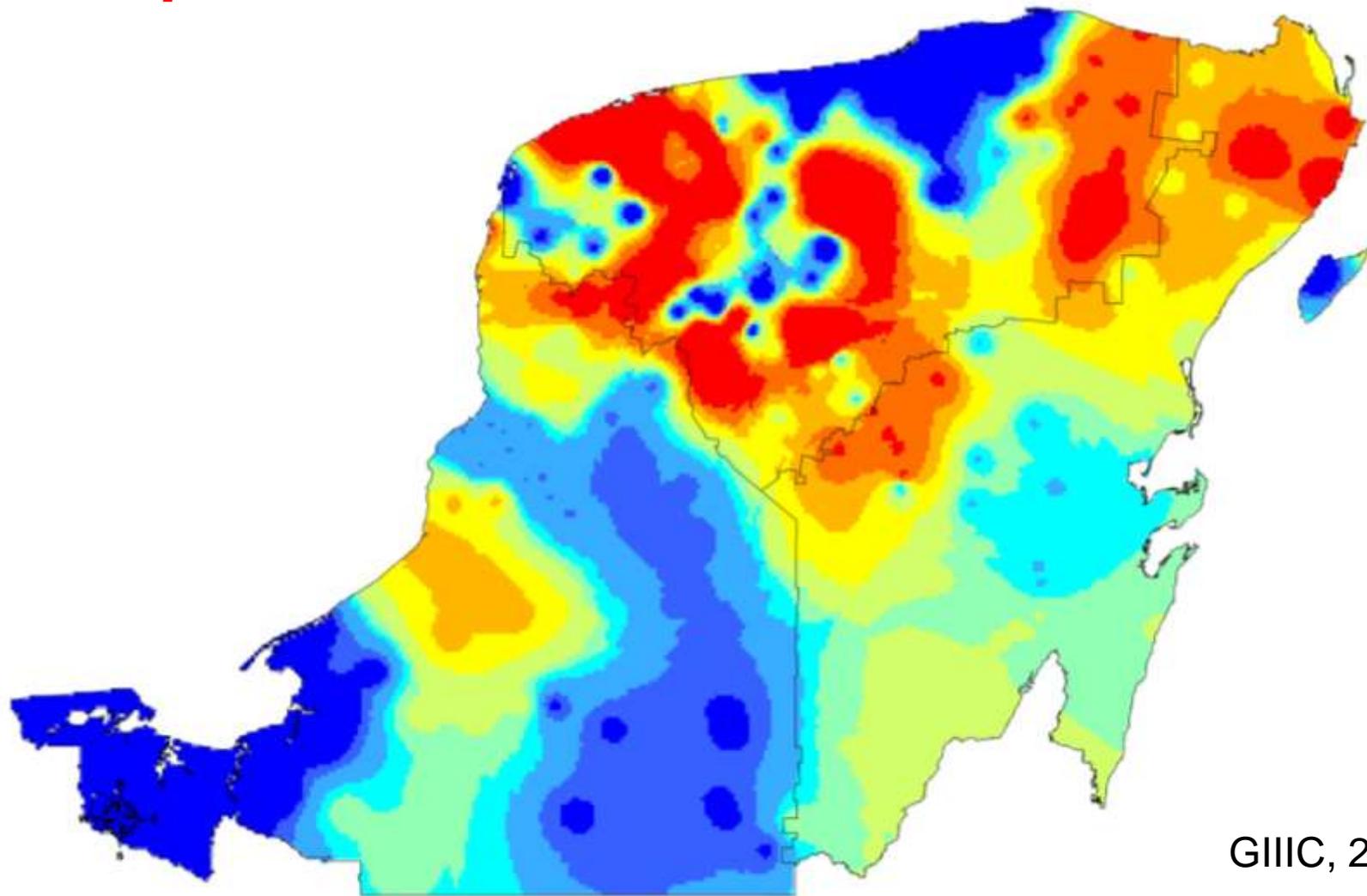
**Cítricos Jóvenes**

*El Índice de Clasificación Supervisada para la generación de polígonos de Unidades Citrícolas.*

Adicionalmente se discrimina por **Edad de Plantación**. La edad del árbol es un factor de predisposición a la infección de Clas:

**Joven > severidad HLB**  
**Adulto < severidad HLB**

# Criterios de riesgo regional. Ejemplo Índice de Traspatio en Península de Yucatán



0 0.25 0.5 1 Decimal Degrees

Riesgo Bajo

Riesgo Medio

Riesgo Alto

# Aplicación de @RCOS HLB en WWW



Internet Explorer  
http://infitec.org.mx/Arcos/FormArcos.php  
Gustavo Mora Aguilera - ... Galería de Web Slice Sitios sugeridos  
Página



## @RCos HLB v1.0

Areas Regionales de Control del Psilido Asiatico de los Citricos

25/04/13

- Acerca de
- Servicios
- Sitios Relacionados
- Descargas

- Página de SENASICA
- ¿Que es un Arco?
- Divulgación
- Cursos
- Eventos
- Ver Nuevos Registros
- Publicación
- Salir

### Defina los criterios para la ubicación de Arcos

- Nuevos Arcos
- Criterios Epidemiológicos

**Criterios Epidemiológicos**

-- Seleccione --  
-- Seleccione --  
Colima (Moderado)  
Florida (Alto)  
Brasil (Moderado)  
Yucatan (Bajo)

-- Seleccione --  
-- Seleccione --  
Zona Citrícola  
Padron Tamaulipas CESV  
Empacadoras/Viveros

-- Seleccione --  
Sitio de Riesgo  
**Generar Mapa**



**@RCOs HLB v1.0** Calcula el Número de hectáreas destinadas para Áreas de Control (ARCOs) del HLB a nivel municipal. Para tal fin se empleó el modelo de Simulación Montecarlo con un total de N=5000 iteraciones.

Desarrollado por: LANREF  
24/ abril/ 2013  
COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
Campus Montecillo

# Caso: Colima HLB+

Simulación Monte Carlo ARCOs HLB

v1.0

Mora-Aguilera, G. Acevedo, G. y Flores, J. 2013. Pronóstico de ARCOs HLB: caso Nuevo León; mediante simulación Monte Carlo. No Publicado. Colegio de Postgraduados. morag@colpos.mx

### INSTRUCCIONES:

Revisar en los recuadros claros los valores asignados a los parámetros con base en el siguiente modelo:

$$ARCOs = (((3.15 * (\text{gradientes\_mes} * \text{fact\_pond}))^2) * t) * 100$$

- revisa los comentarios en cada celda en caso requerido
- Presiona F9 para re-calcularel modelo estocástico
- Monte Carlo convierte un modelo determinítico en estocástico

## Pronóstico de ARCO's para HLB

Parámetros (input) para la determinación de Long y Área de ARCOs municipal en Nuevo León

Municipio	Determinístico		Est. Estocástica de ARCO's en función del Riesgo				
	Grand. Mayor	Grand. Menor	Diámetro (km)	Territorio (ha)	Manejo (ha)	Índice Manejo	Sup_Citricola (ha)
Armeria	6,57	1,12	7,69	4643,24	1581,72	32%	4896,00
Colima	4,38	0,75	5,14	2072,47	519,86	100%	519,86
Comala	1,30	0,22	1,52	182,14	57,15	100%	57,15
Coquimatlan	4,47	0,70	5,16	2094,48	900,48	100%	900,48
Cuauhtemoc	0,72	0,11	0,83	54,32	15,31	100%	15,31
Ixtlahuacan	2,39	0,39	2,79	609,99	276,00	100%	276,00
Manzanillo	6,77	1,17	7,94	4950,52	997,00	100%	997,00
Minatitlan	0,83	0,14	0,97	73,66	18,24	100%	18,24
Tecomán	9,16	1,24	10,40	8491,37	2182,28	16%	13867,00
Villa de Alvarez	2,18	0,33	2,51	494,64	356,15	100%	356,15

Tiempo t definido en Gradiente mayor y menor:

3 mes(es)

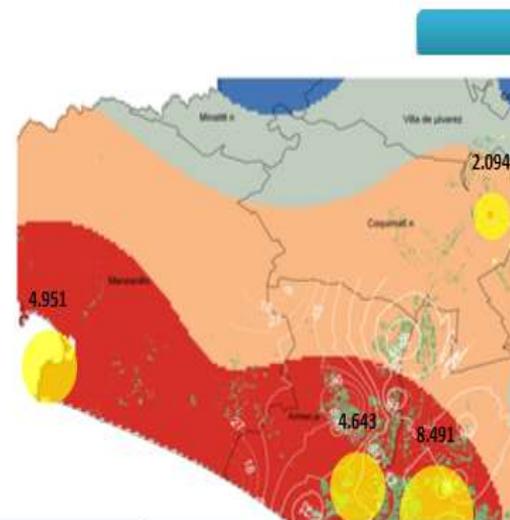
Defina los criterios epidémicos por Nivel

Colima (Moderado)

<<<Ver GradMayor

<<<Ver GradMenor

Bibliografía: Wittwer, J.W. 2004. Monte Carlo Simulation in Excel: A Practical Guide at Vertex42.com. <http://vertex42.com>



# Escenario: Colima y 90% de manejo de Impactos



## @RCos HLB

## Caso: Colima HLB+

Áreas Regionales de Control del Psilido Asiático de los Cítricos

07/05/13

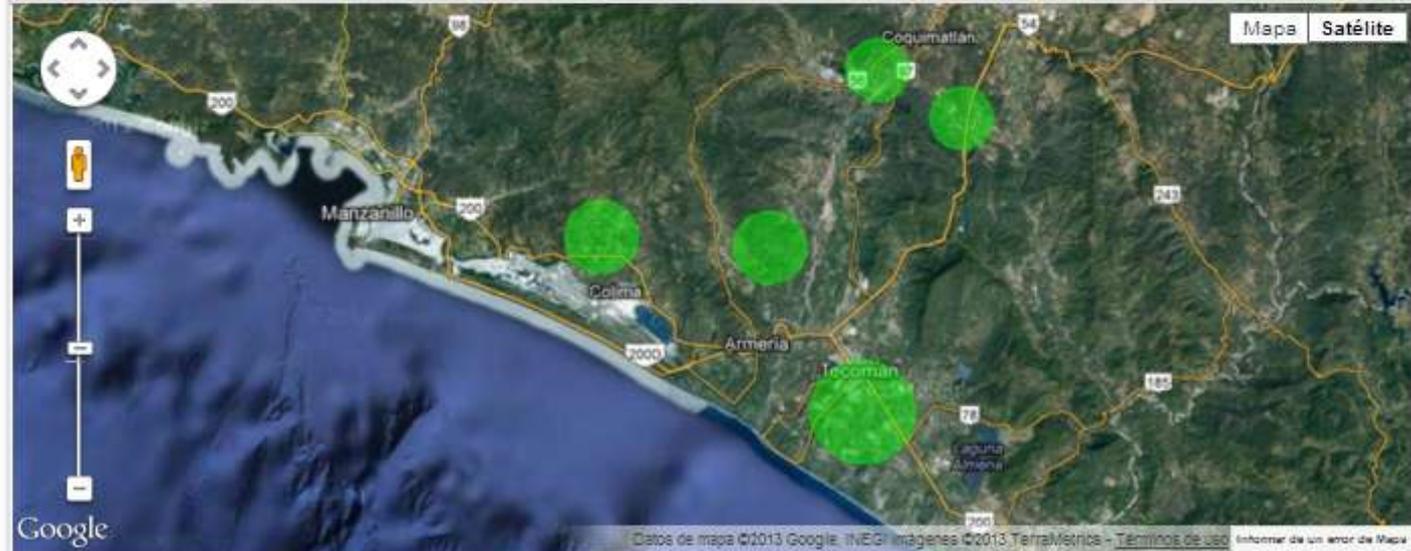
[Acercas de](#) | [Servicios](#) | [Sitios Relacionados](#) | [Descargas](#)

- [Página de SENASICA](#)
- [Protocolo ARCOs](#)
- [Divulgación](#)
- [Cursos](#)
- [Eventos](#)
- [Ver Arcos](#)
- [Publicaciones](#)
- [Regresar](#)

### Resultado de Arcos

Nuevos Arcos				
Nº	Latitud	Longitud	Radio Km	Accion
1	18.876505	-103.868203	10 Km	Editar Eliminar
2	19.019991	-103.952381	7 Km	Editar Eliminar
3	19.029556	-104.105432	7 Km	Editar Eliminar
4	19.174955	-103.854811	6 Km	Editar Eliminar
5	19.132866	-103.778285	6 Km	Editar Eliminar

### Mapa [ Nuevos Arcos ]



**@RCOs HLB v1.0** Calcula el Número de hectáreas destinadas para Áreas de Control (ARCOs) del HLB a nivel municipal. Para tal fin se empleó el modelo de Simulación Montecarlo con un total de N=5000 iteraciones.

Desarrollado por: LANREF  
24/ abril/ 2013  
COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
Campus Montecillo

# Caso: Tamaulipas HLB-

Simulación Monte Carlo ARCOs HLB

v1.0

Mora-Aguilera, G. Acevedo, G. y Flores, J. 2013. Pronóstico de ARCOs HLB: caso Tamaulipas; mediante simulación Monte Carlo. No Publicado. Colegio de Postgraduados. morag@colpos.mx

### INSTRUCCIONES:

Revisar en los recuadros claros los valores asignados a los parámetros con base en el siguiente modelo:

$$ARCOs = (((3.15^{*}(\text{gradientes\_mes}^{*}\text{fact\_pond}))^{*}2)^{*}t)^{*}100$$

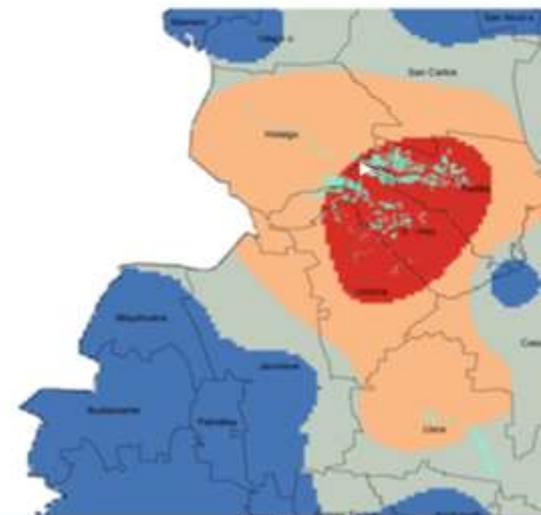
- revisa los comentarios en cada celda en caso requerido
- Presiona F9 para re-calcularel modelo estocástico
- Monte Carlo convierte un modelo determiniífico en estocástico

## Pronóstico de ARCO's para HLB

Parámetros (input) para la determinación de GRADIENTE MAYOR municipal en Nuevo León

Municipio	Determinístico	L.I	L.S	Est. Estocástica
	Long (km)			Long (km)
ABASOLO	0,06	0,05	0,06	0,05
ALDAMA	0,01	0,01	0,01	0,01
ALTAMIRA	0,01	0,01	0,01	0,01
ANTIGUO-Mor	0,08	0,07	0,09	0,08
CASAS	0,01	0,01	0,02	0,01
GOMEZ-FARIAS	0,50	0,47	0,54	0,50
GONZALEZ	2,37	2,19	2,54	2,34
GUEMEZ	11,50	10,65	12,34	10,87
HIDALGO	4,93	4,57	5,30	4,60
JAUMAVE	0,10	0,09	0,11	0,11
LLERA	4,27	3,96	4,59	4,20
MAINERO	0,05	0,05	0,05	0,05
MANTE	0,21	0,20	0,23	0,20
NUEVO-MORELOS	0,00	0,00	0,00	0,00
OCAMPO	1,15	1,06	1,23	1,17
PADILLA	6,03	5,58	6,48	6,35
REYNOSA	0,32	0,30	0,35	0,31
RIO-BRAVO	0,02	0,02	0,02	0,02
S-CARLOS	0,05	0,04	0,05	0,05

Bibliografía: Wittwer, J.W. 2004. Monte Carlo Simulation in Excel: A Practical Guide<sup>1</sup> at Vertex42.com. <http://vertex42.com>



# Escenario: Colima y manejo del 90% Riesgo



## Caso: Tamaulipas HLB-

Areas Regionales de Control del Psilido Asiatico de los Citricos

25/04/13

[Acerca de](#) [Servicios](#) [Sitios Relacionados](#) [Descargas](#)

- Página de SENASICA
- ¿Que es un Arco?
- Divulgación
- Cursos
- Eventos
- Ver Arcos
- Publicación
- Regresar

### Resultado de Arcos

Nuevos Arcos				
Nº	Latitud	Longitud	Radio Km	Accion
1	23.9191	-99.0070	13 Km	Editar Eliminar
2	24.0488	-98.9012	7 Km	Editar Eliminar



# Escenario: Yucatán y manejo del 90% Riesgo



## Caso: Tamaulipas HLB-

Áreas Regionales de Control del Psilido Asiático de los Cítricos

25/04/13

- Acerca de
- Servicios
- Sitios Relacionados
- Descargas

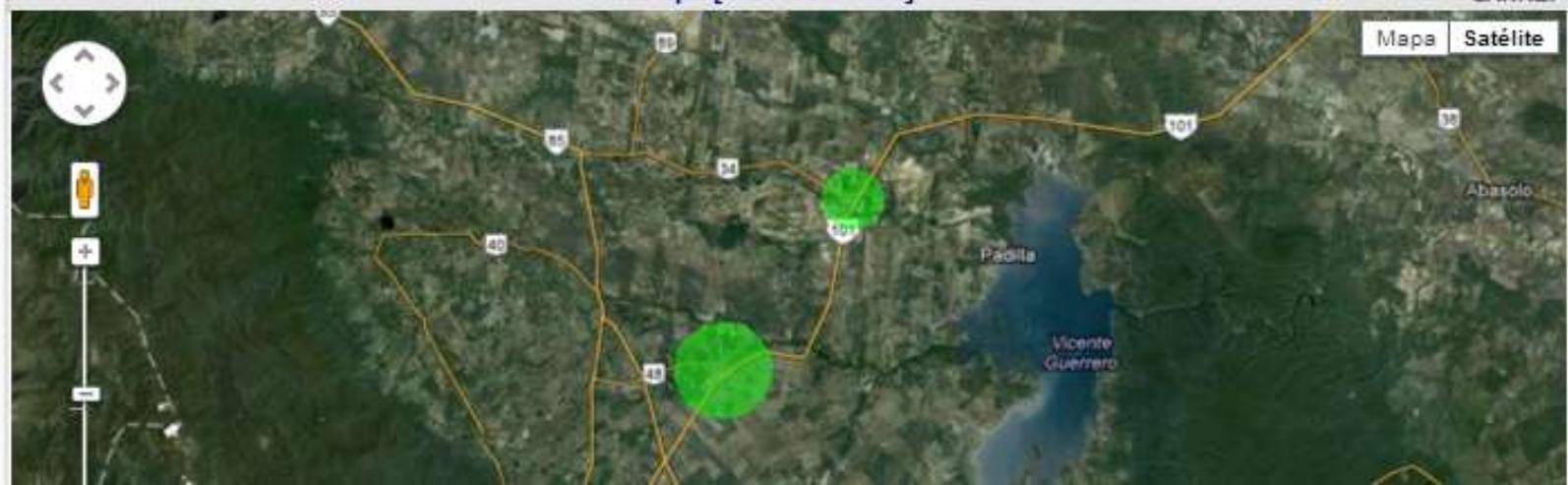
### Resultado de Arcos

Nuevos Arcos				
Nº	Latitud	Longitud	Radio Km	Acción
1	23.9191	-99.0070	8 Km	Editar Eliminar
2	24.0488	-98.9012	5 Km	Editar Eliminar

- Página de SENASICA
- ¿Que es un Arco?
- Divulgación
- Cursos
- Eventos
- Ver Arcos
- Publicación
- Regresar

### Mapa [ Nuevos Arcos ]

LANREF



# Escenario: Brasil y 90% de manejo del Riesgo



## @RCos HLB

Caso: Tamaulipas HLB-

25/04/13

Areas Regionales de Control del Psilido Asiatico de los Citricos

- Acerca de
- Servicios
- Sitios Relacionados
- Descargas

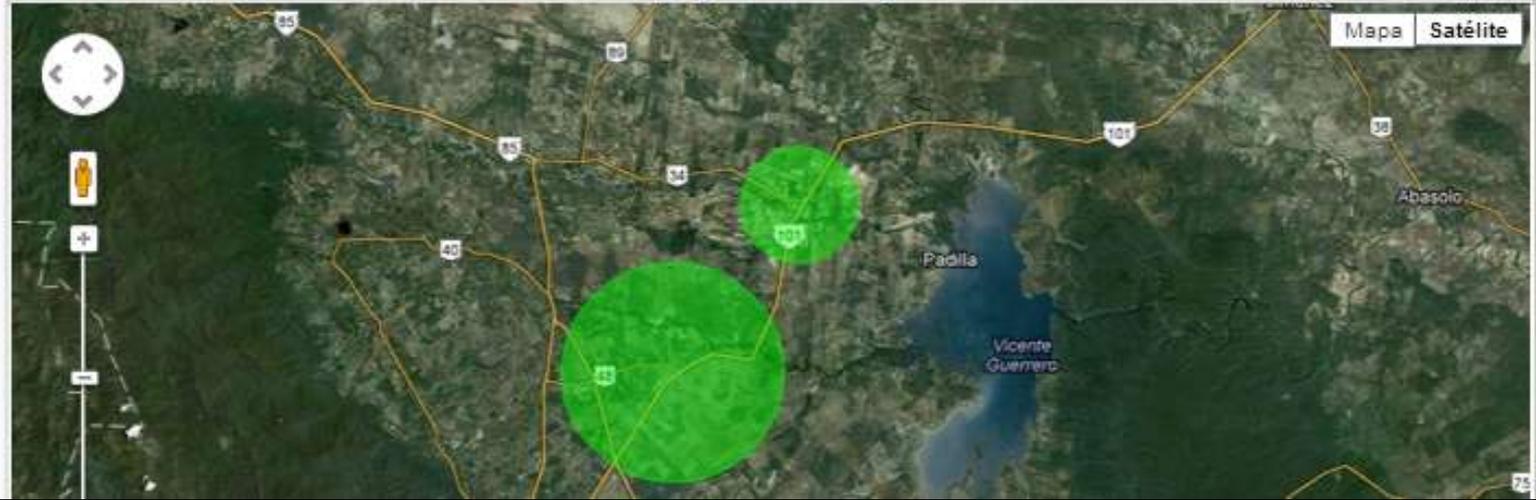
- Página de SENASICA
- ¿Que es un Arco?
- Divulgación
- Cursos
- Eventos
- Ver Arcos
- Publicación
- Regresar

### Resultado de Arcos

Nuevos Arcos					
Nº	Latitud	Longitud	Radio Km	Accion	
1	23.9191	-99.0070	19 Km	Editar	Eliminar
2	24.0488	-98.9012	10 Km	Editar	Eliminar

### Mapa [ Nuevos Arcos ]

LANREF



# Visualización dos estados contiguos NE México

Página de SENASICA

¿Que es un Arco?

Divulgación

Cursos

Eventos

Ver Arcos

Publicación

Regresar

## Resultado de Arcos

#	Latitud	Longitud	Radio (Km)	Editar	Eliminar
5	24.8601	-99.5670	7 Km	Editar	Eliminar
6	25.1873	-99.8267	12 Km	Editar	Eliminar
7	25.6948	-99.6256	5 Km	Editar	Eliminar
8	25.6757	-100.4623	2 Km	Editar	Eliminar
9	25.4271	-100.1526	2 Km	Editar	Eliminar
10	23.9191	-99.0070	13 Km	Editar	Eliminar
11	24.0488	-98.9012	7 Km	Editar	Eliminar
12	23.7366	-99.1464	6 Km	Editar	Eliminar
13	24.2474	-99.4384	6 Km	Editar	Eliminar



# Conclusión

- ❑ La aplicación de **enfoques epidemiológicos** permiten proporcionar criterios racionales para el establecimiento de ARCOs.
- ❑ La **estructura operativa** basada en los CESV y Juntas Auxiliares es un componente fundamental para la implementación técnica de los ARCOs.
- ❑ Los **productores y su estructura organizativa** constituyen el factor fundamental del éxito.
- ❑ La **citricultura es un patrimonio de interés nacional**. El HLB y otros potenciales problemas fitosanitarios como el cancro y CVC obliga a considerar esquemas financieros, operativos y de vinculación mas efectivos entre todos los actores de la cadena productiva.

# i Gracias!