

Uso de semioquímicos para el control de polillas en frutales

Esteban Basoalto Venegas

Ing. Agrónomo, M.S. Dr.

Instituto de Producción y Sanidad Vegetal

Universidad Austral de Chile



Consideraciones sobre el Manejo de plagas

- La mayoría de las estrategias de control de insectos plaga implican manipular su conducta, lo cual puede alcanzarse con el uso de señales químicas (ej. Volátiles), visuales o auditivas.
- La adopción de tecnologías para manipular la conducta de plagas agrícolas a sido lenta debido a la disponibilidad de insecticidas de mayor accesibilidad (precio, disponibilidad, etc.).
- Lo último esta cambiando debido al incremento de la arma publica por los efectos no deseados de los insecticidas, mundialmente.

La manipulación de la conducta de una plaga se define como: “el uso de un estímulo que puede estimular o inhibir una conducta y así cambiar su expresión” (Foster and Harris, 1997).

Dado que la comunicación del insecto y su entorno, es mayoritariamente por señales químicas o info-químicos debemos conocerlos y estudiarlos.



Definiciones

Semioquímicos (*del griego semeon que significa señal*) son compuestos químicos que median las interacciones conductuales entre organismos.

Estos pueden ser compuestos químicos que afectan la interacción entre individuos de la misma especie, en cuyo caso se habla de **feromonas** (*del griego phereun que significa llevar y horman que significa estimular*) o bien entre especies distintas denominándose **aleloquímicos**.

Uso natural de Semioquímicos



Reproducción



Rastreo de
presa



Colonización



Búsqueda de
alimento

Categorías de Feromonas



Sexuales



Agregación
anti-agregación



Epidépticas



Alarma

Semioquímicos

- Tanto los aleloquímicos como las feromonas pueden ser mencionados como productos químicos que actúan como: interruptores, atrayentes, repelentes, disuasivos, estimulantes u otros términos descriptivos.
- Estos términos pueden indicar cuál es el comportamiento involucrado en la respuesta tal como un estimulante para la alimentación o un disuasivo para el vuelo.

Semioquímicos

Aleloquímicos

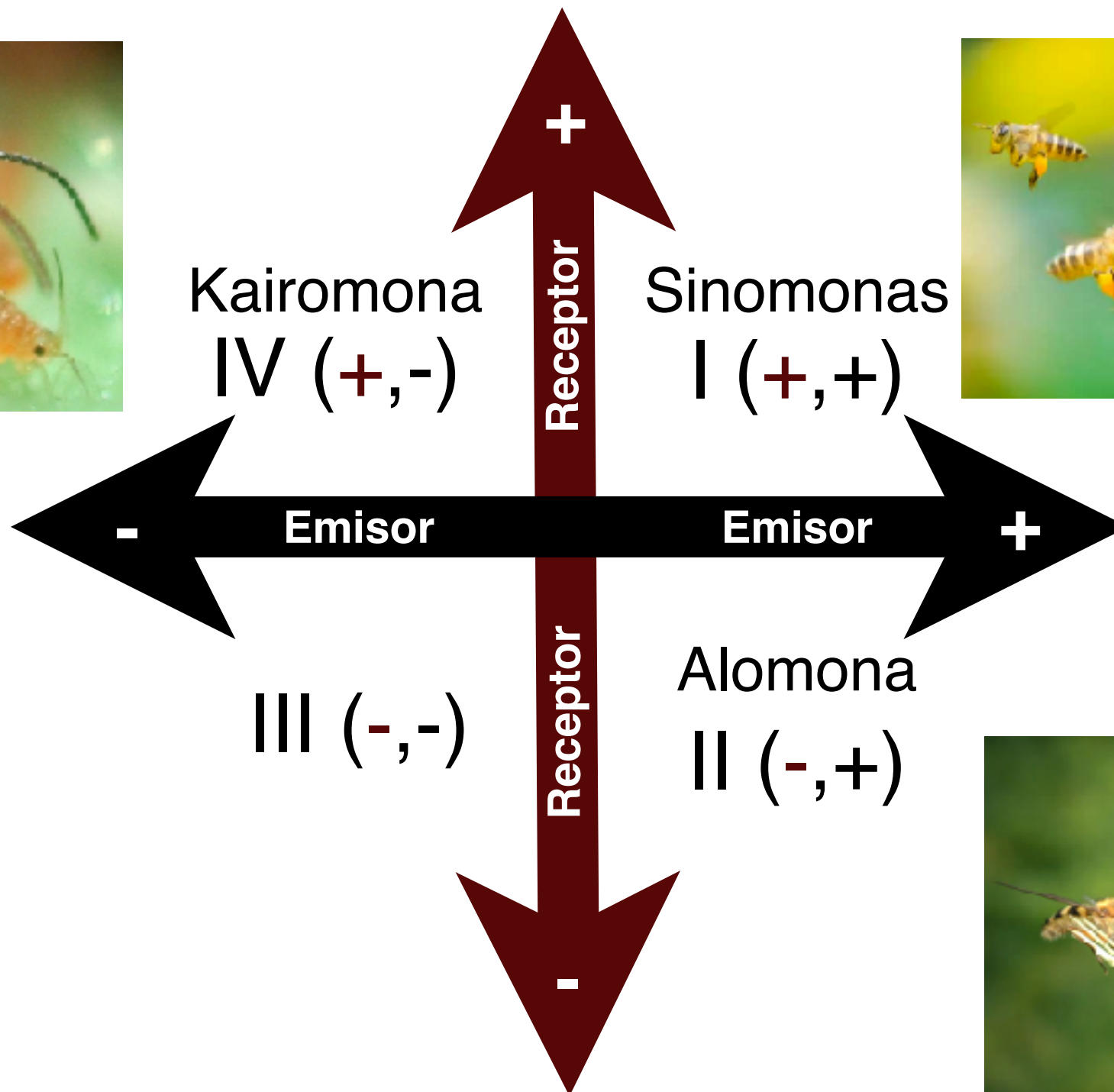
(Receptor, Emisor)



Kairomona
IV (+, -)



Sinomonas
I (+, +)

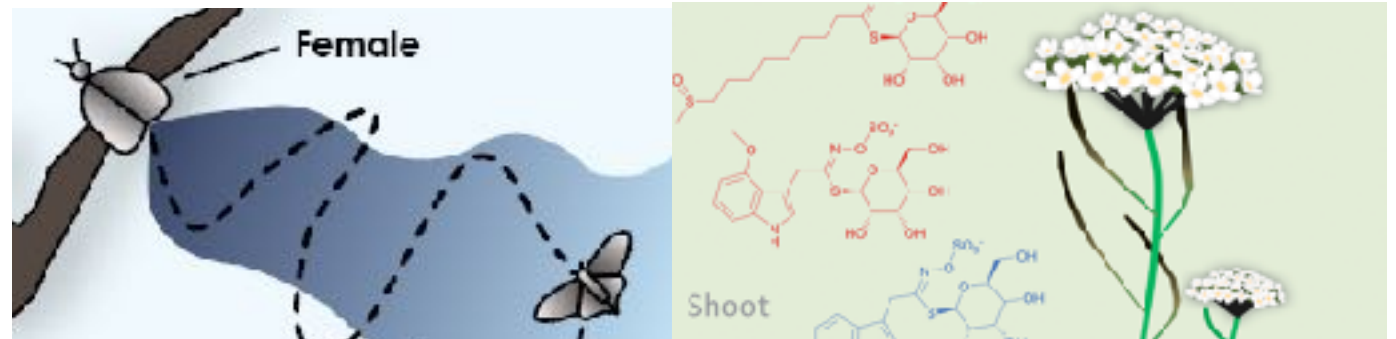


La valoración de la función del semioquímico depende del contexto, en este caso los compuestos volátiles de plantas serán:

- **Allomonas si repelen a los herbívoros** (la respuesta del receptor es adaptativamente favorable al emisor pero no para el receptor),
- **Kairomonas si los atraen** (la respuesta es favorable al receptor pero no al emisor) ○
- **Sinomonas si atraen a enemigos naturales de herbívoros** (favorable tanto para el emisor como para el receptor)

Diferencias y similitudes entre feromonas y volátiles de plantas.

Modificado de Rodriguez-Saona y Stelinski, 2009



Atributos	Feromonas	Volátiles de plantas
Físicos: - Especificidad - Complejidad - Volatilidad - Estabilidad - Toxicidad	Alta Baja-Alta Variable A menudo alta Baja (?)	Baja Mayormente baja Mayormente Alta A menudo baja Baja (?)
Uso en IPM - Genero objetivo - Estado del insecto - Olores de fondo - Compatibilidad con otras alternativas de control - Efectos en insectos no blanco - Adopción	Un sexo Solo adultos Sin importancia Alta Baja Amplia	Ambos sexos Adultos y larvas Muy importante Alta Alta Limitada

Extracción e Identificación de Semioquímicos

Bioensayos en laboratorio

Etapas para la extracción de compuestos químicos e identificación de feromonas y volátiles de plantas

EXTRACCIÓN DE VOLÁTILES



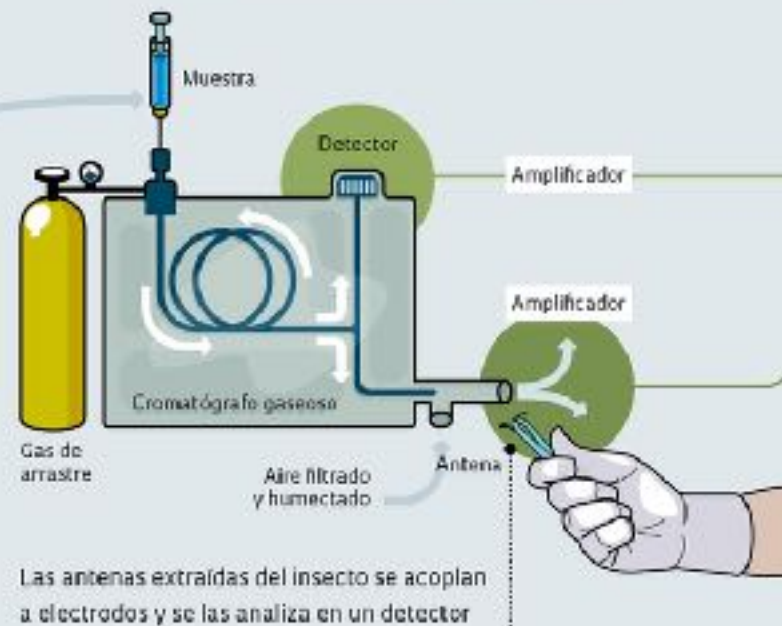
ELUCIÓN



El polímero se lava con un solvente para la remoción de los compuestos químicos retenidos (un proceso denominado elución)

SEPARACIÓN DE LOS COMPUESTOS ACTIVOS

La identificación del compuesto se realiza en un dispositivo de cromatografía gaseosa, que separa los diferentes compuestos de la muestra basándose en sus características fisicoquímicas



Las antenas extraídas del insecto se acoplan a electrodos y se las analiza en un detector

IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DE LA ESTRUCTURA QUÍMICA



Cuando las estructuras sensoriales de la antena reconocen moléculas químicas tales como el olor de un compañero, se produce un impulso eléctrico que coincide con el compuesto químico de la muestra

SÍNTESIS EN LABORATORIO



Luego de la identificación del compuesto de interés, se efectúa la síntesis de la feromona y se inicia su producción en forma de pastillas

USO EN EL CAMPO



La pastilla se dispone sobre una superficie cubierta con pegamento que atrapa a los insectos (trampa) cuando se acercan, atraídos por el aroma

Potencial de las Feromonas para manejar plagas

El estudio de las feromonas sexuales ha abierto nuevas posibilidades para el manejo y control de plagas con la disminución o hasta eliminación, de las aplicaciones de insecticidas.

- Algunas de las ventajas de las feromonas en el control de plagas son:
 - * detectan focos e indican el nivel de infestación y/o el crecimiento;
 - * determinan el lugar y/o momento del control;
 - * disminuyen los costos para el control de las plagas;
 - * disminuyen el impacto sobre los depredadores;
 - * bajan el riesgo de intoxicaciones de los trabajadores y personas del entorno
 - * y disminuyen los residuos de insecticidas en el ambiente y en los alimentos.

Aplicaciones de las Feromonas

- Monitoreo
- Trampeo Masivo
- Confusión Sexual
(Mating disruption)
- Atracticidas
(Attract-and-Kill)

Feromonas

codlemona (E-E) 8-10 dodecadien -1- ol

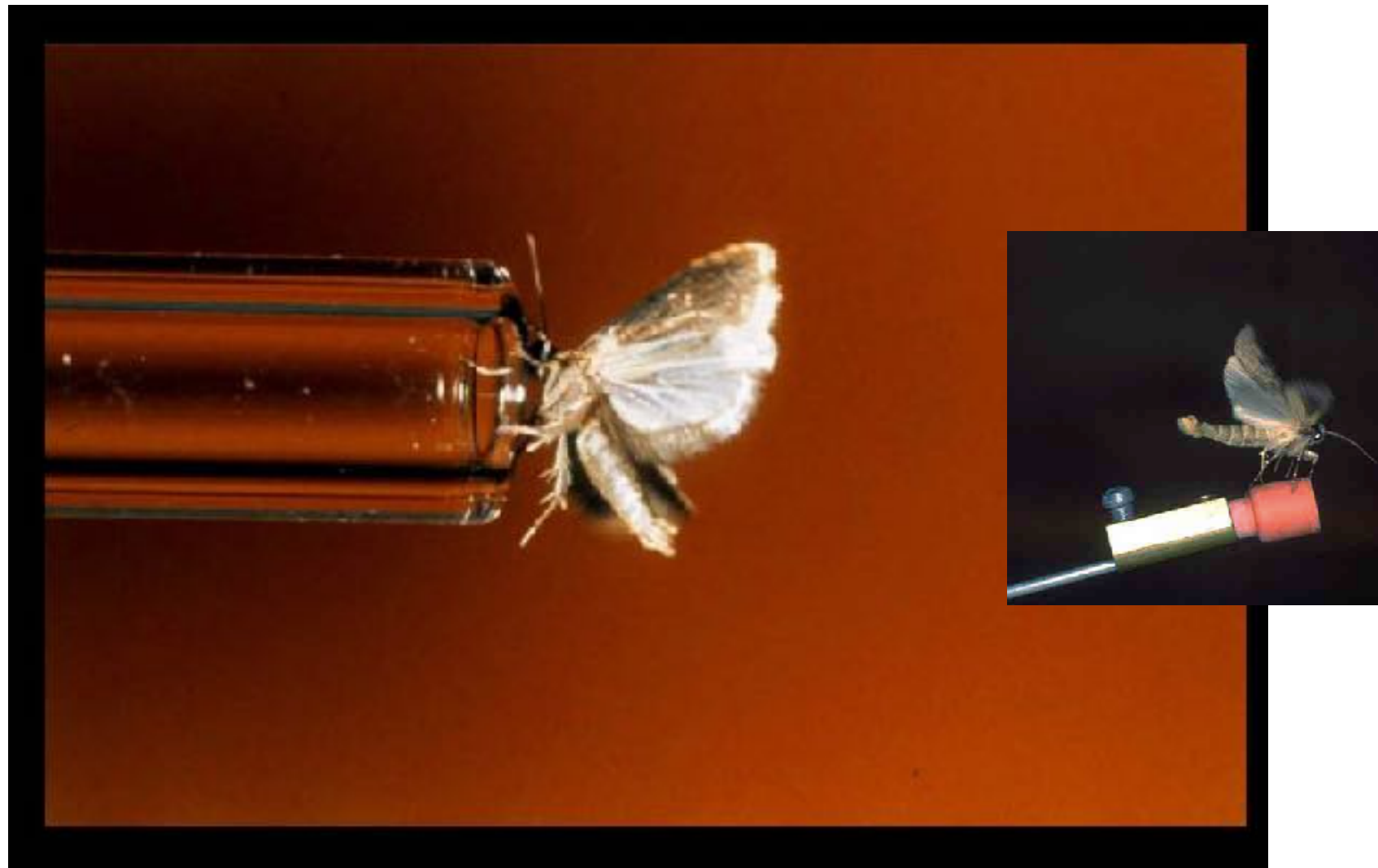
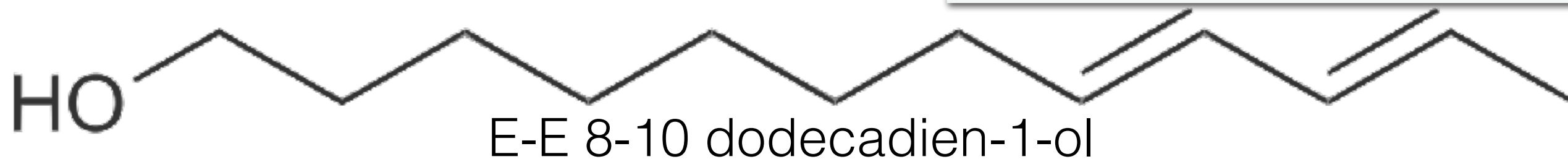
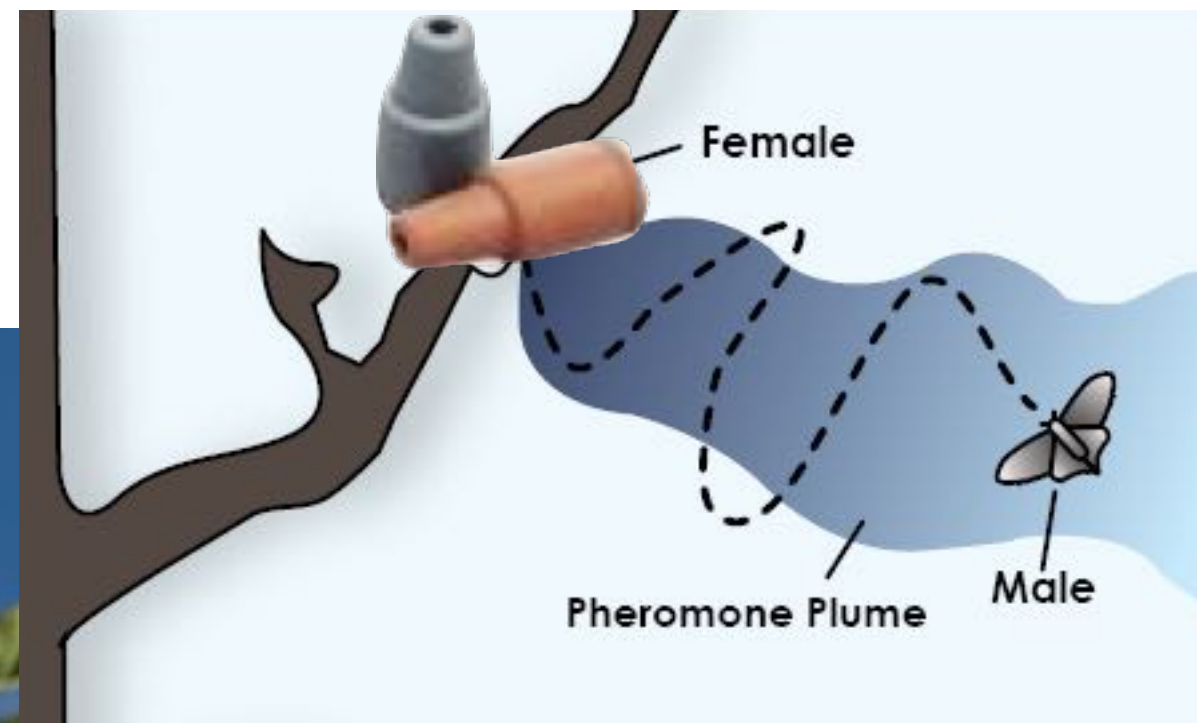


Foto: Peter Witzgall, SLU Suecia

La primera identificación química y síntesis de una feromona de polillas fue publicada hace más de 50 años (*Bombix mori* Butenandt *et al.*, 1959; *Tichoplusia ni* Berger, 1966).

Monitoreo



En 1971 se descubre la feromona de la polilla de la manzana (codlemone).



Trampas de Monitoreo

Diversos diseños disponibles para plagas diversas.

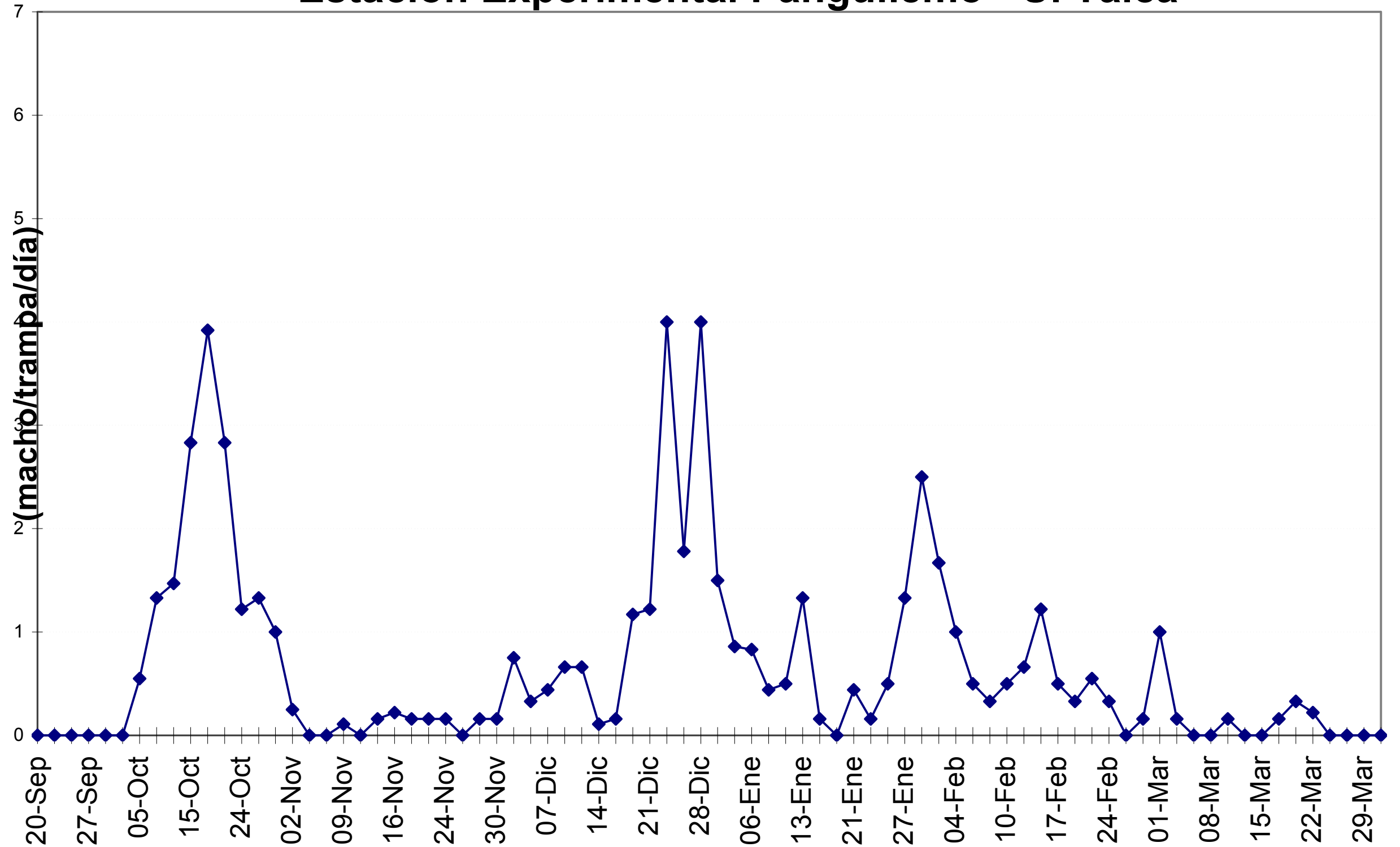


Monitoreo basado en trampas de feromona sexual

- Feromona sexual femenina es liberada simulando la concentración de una hembra fértil.
- Algunos machos son atraídos y se adhieren a la trampa.
- Permite determinar la Curva de Vuelo, la que varía según las condiciones meteorológicas de cada temporada.

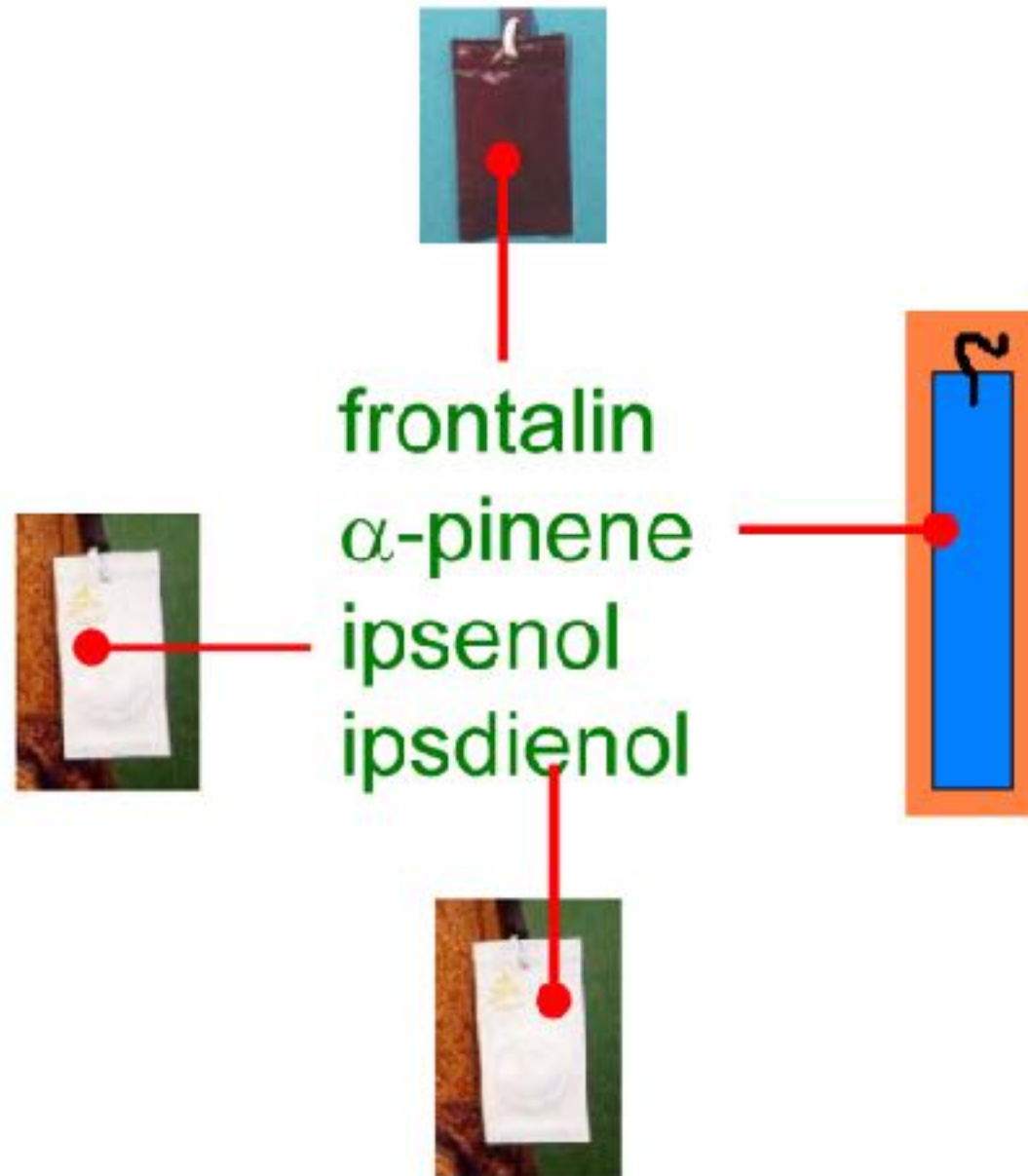
Captura de Polilla de la Manzana (1998-1999)

Estación Experimental Panguilemo - U. Talca



Trampeo Masivo

(Más usado en Plagas Forestales)



Atracticidas

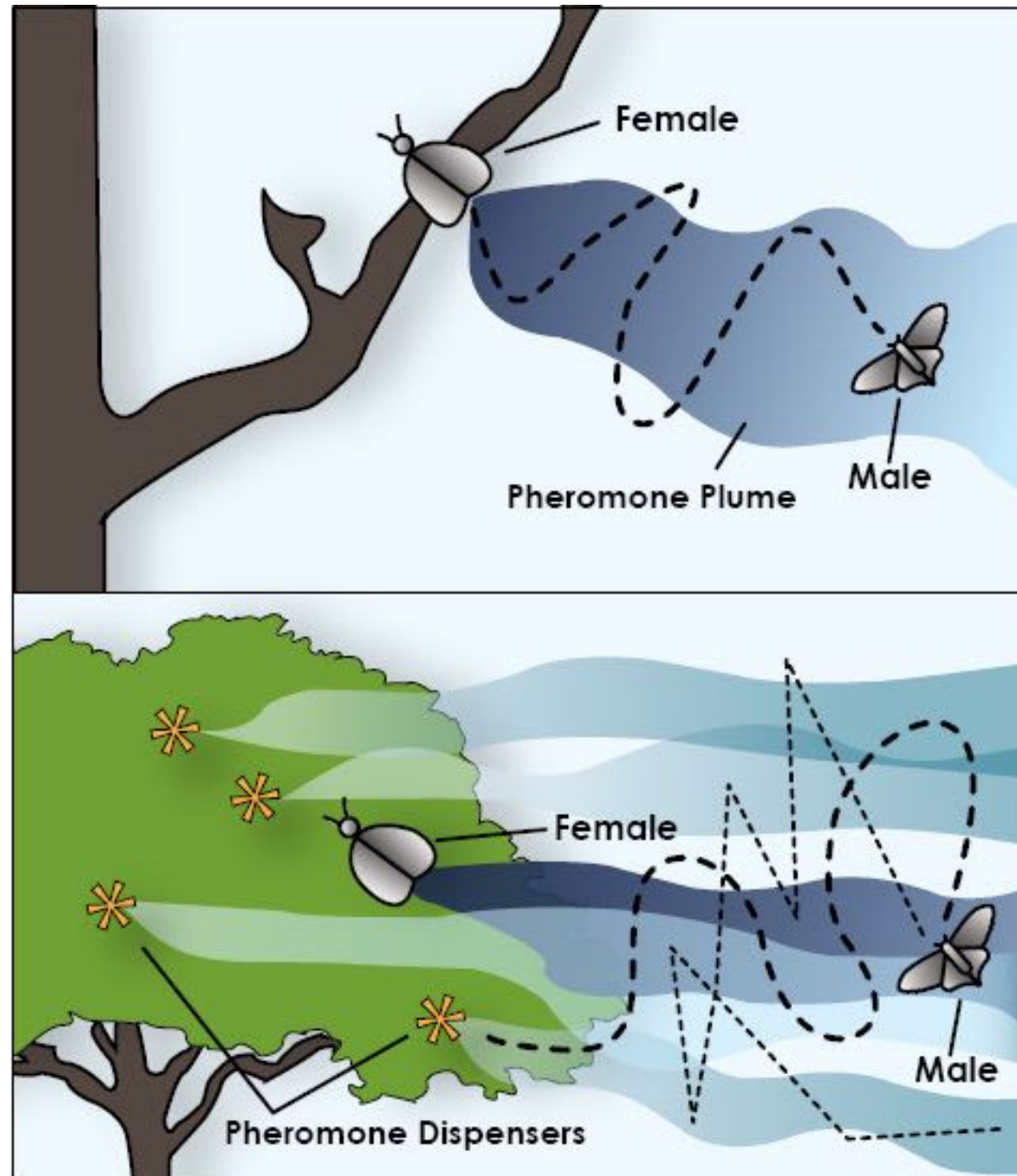
- Feromona sexual femenina es liberada en concentración similar a la de una hembra fértil, pero el formulado contiene insecticida de contacto (piretroide).

LastCall™ CM y Sirene CM®(Codlemona + Permetrina)
Appeal (Codlemona + Ciflutrina)

Aplicación de Atracticidas



Confusión Sexual



Confusión Sexual (CS)

Mating disruption

- Feromona sexual femenina es liberada en concentración muchísimo más alta que la de una hembra fértil.
- Se recomienda en huertos con densidades de la plaga bajas a moderadas
- Se recomienda para superficies grandes y homogéneas
- Se recomienda la aplicación de insecticidas en las hileras de borde (inmigración de hembras fecundadas)
- Evaluación de la actividad de confusión sexual con trampas 10X

¿Cómo funciona la Confusión Sexual?

- Habitación o saturación de los receptores a nivel de las antenas de los machos
- Seguimiento de falsos puntos de emisión, pérdida de tiempo y energía en los machos al seguir los dispensadores en lugar de las hembras
- Enmascaramiento de las plumas de feromona de las hembras por una nube continua de feromona sintética

Ejemplos de éxito con CS

Plaga	Cultivo	Feromona	Referencia
<i>Cydia pomonella</i>	Pomáceas	(E,E)-8, 10-dodecadien-1-ol (mayor componente)	Charmillot (1990) Brunner <i>et al.</i> (2002) Knight (2004) Stelinski <i>et al.</i> (2005d)
<i>Grapholita</i> (<i>Cydia</i>) <i>molesta</i>	Pomáceas Carozos	(Z)-8-dodecenyl acetate and (E)-8-dodecenyl acetate (95:5 ratio), and (Z)-8- dodecen-1-ol	Charlton and Cardé (1981) Rice and Kirsch (1990) Il'ichev <i>et al.</i> (2006) Stelinski <i>et al.</i> (2007c)
Enrolladores (varias especies)	Pomáceas	Δ 11-tetradecenyl acetate Δ 11-tetradecenyl alcohol (componentes comunes)	Pfeiffer <i>et al.</i> (1993) Stelinski <i>et al.</i> (2007b)
<i>Lobesia botrana</i>	Vides	(E,Z)-7,9-dodecadienyl acetate (E,Z)-7,9,-dodecadienol (Z)-9- dodecanyl acetate	Schmitz <i>et al.</i> (1997) Torres-Villa <i>et al.</i> (2002)

Dispensadores aplicados a mano

Requisitos para un buen desempeño:

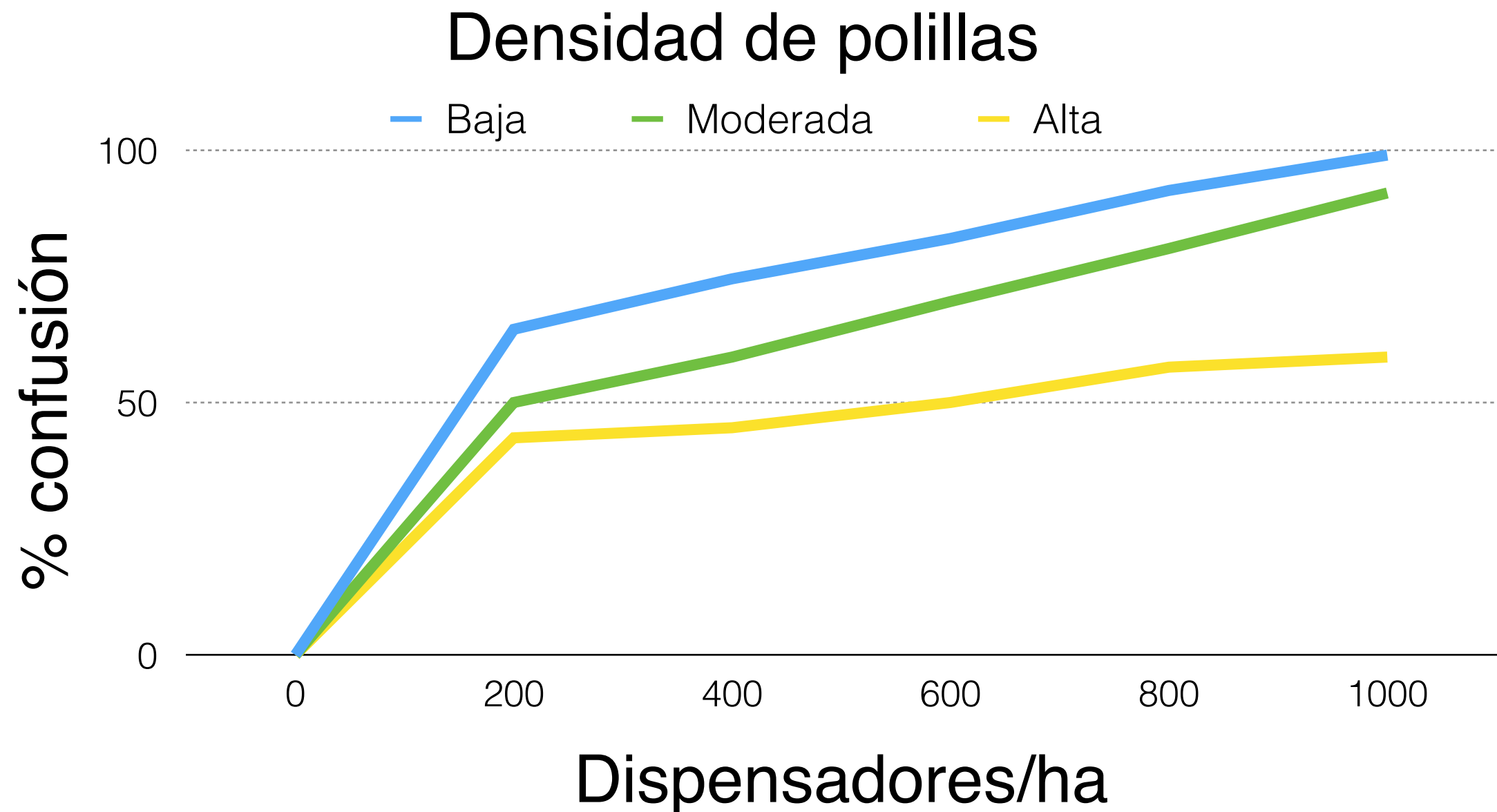
- Tasas de emisión consistentemente homogéneas
- Estabilidad de la concentración feromona en el tiempo
- Baja densidad poblacional de polillas



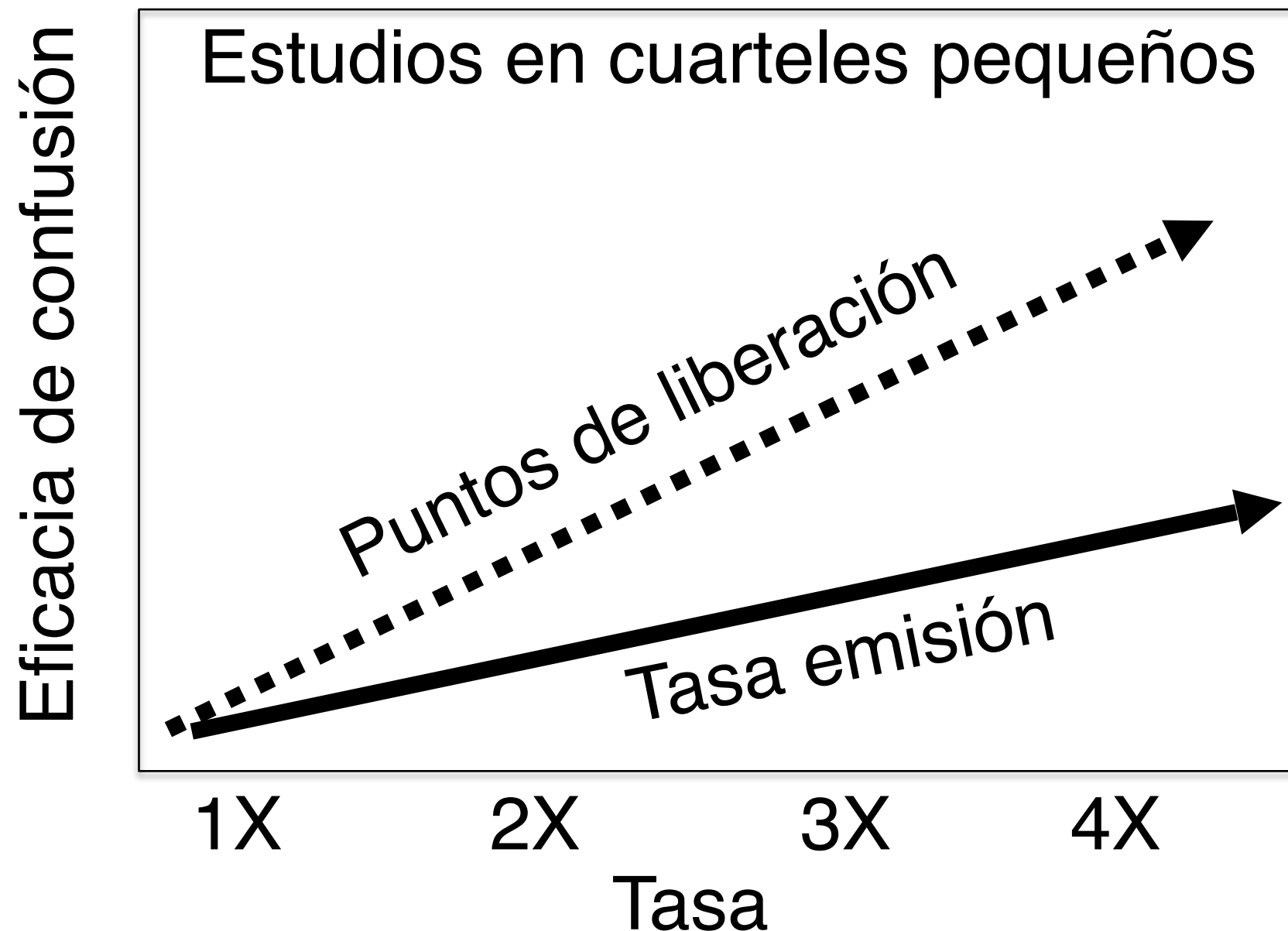
Ejemplo de dispensadores de feromona sexual de aplicación manual para confusión sexual

Plaga	Producto	Contenido (mg/dispositivo)	Dosis (dispositivos/ha)
<i>C. pomonella</i>	RAK Pomaceas	275	500 primer año 250 segundo año en adelante
	Isomate C+	130	1000 primer año 500 segundo año en adelante
<i>C. molesta</i>	RAK Carozos	450	200 primer año 150 segundo año en adelante
	Isomate OFMTT	220	200 permanente

Densidad de la plaga es un factor importante

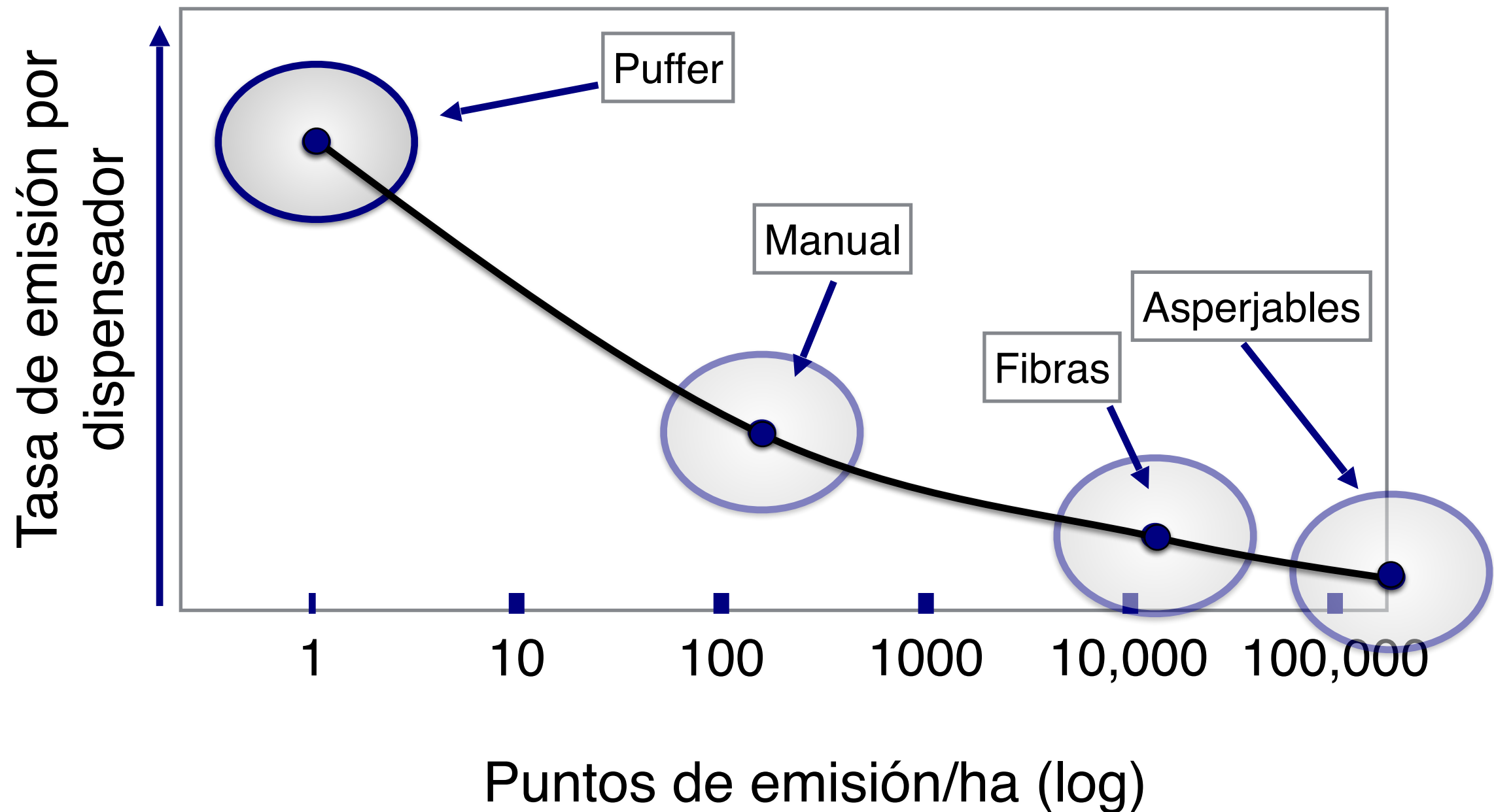


Densidad de los puntos de liberación
más importante que la tasa de liberación
de la feromona



Alternativas de aplicación de feromonas

¿Cuál es mejor?



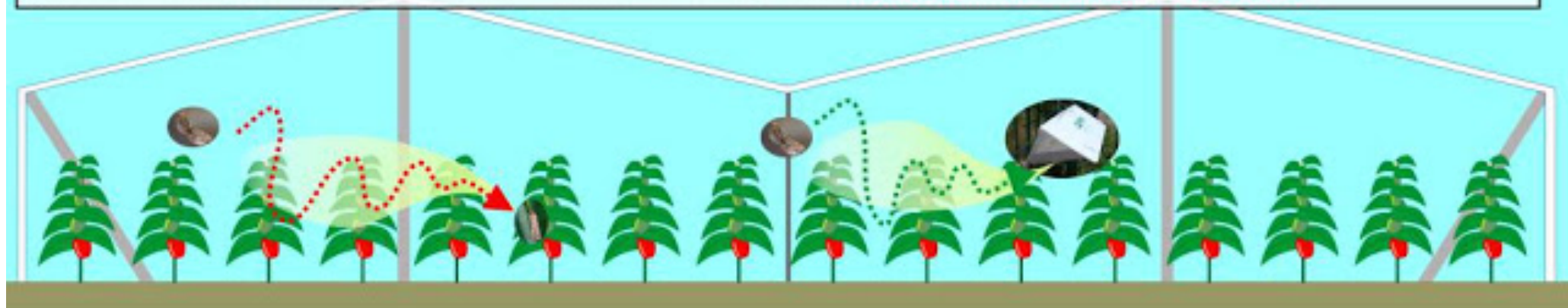
Feromonas microencapsuladas



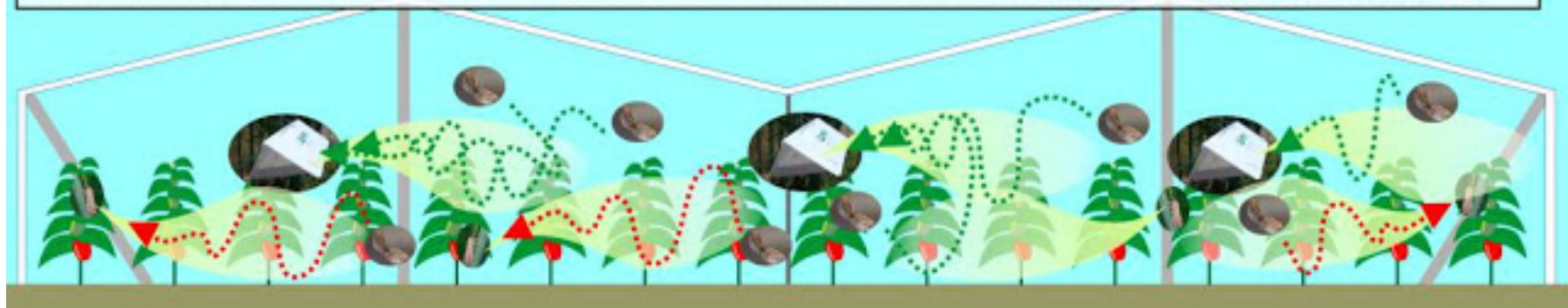
Foto: Alan Knight, USDA, USA

Comparación

Muestreo y detección temprana: Se colocan unas pocas trampas con cápsulas de feromonas que imitan la pluma de olor de las hembras. La captura de machos nos informa de la presencia de la plaga cuando aún está en un estado muy poco avanzado, permitiendonos tomar medidas de forma precoz. **NO SE IMPIDE LA REPRODUCCIÓN.**



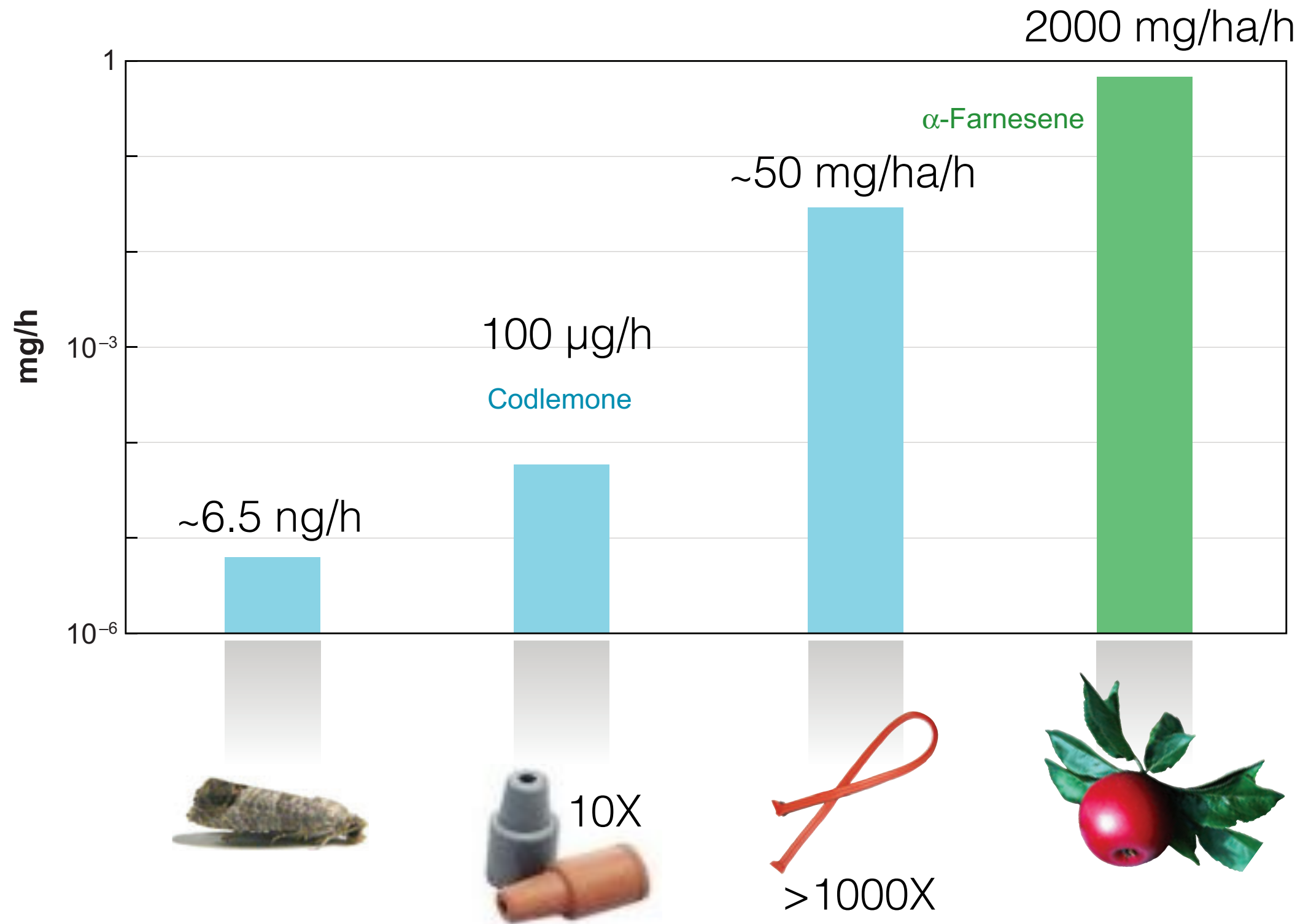
Captura masiva: Se colocan muchas trampas con cápsulas de feromonas que imitan la pluma de olor de las hembras, para tratar de capturar el mayor número posible de machos. Aunque se capturen muchos, algunos siempre lograran localizar a una hembra y continuaran -aunque ralentizado- el ciclo de la plaga. **NO SE IMPIDE LA REPRODUCCIÓN.**



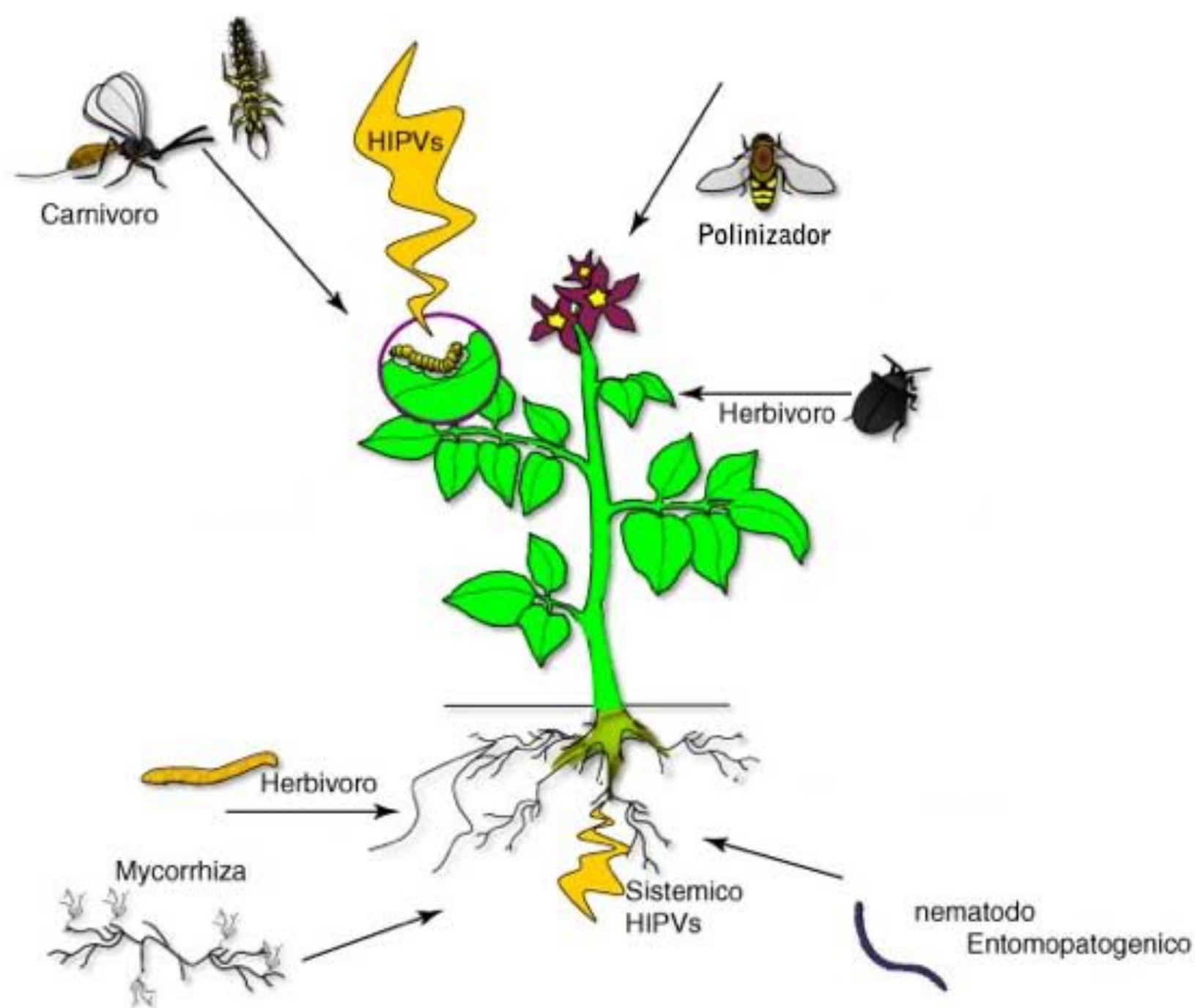
CONFUSIÓN SEXUAL: Se colocan muchos difusores que emiten una gran cantidad de alguna(s) de las sustancias que forman la feromona sexual. La alta concentración de feromona en el aire enmascara las plumas de olor de las hembras hasta el punto de que los machos no son capaces de encontrarlas. **SE IMPIDE LA REPRODUCCIÓN.**



Comparación de Emisores para Monitoreo y Confusión Sexual



Modified from: Witzgall, P. *et al.*, 2008. Annu. Rev. Entomol.

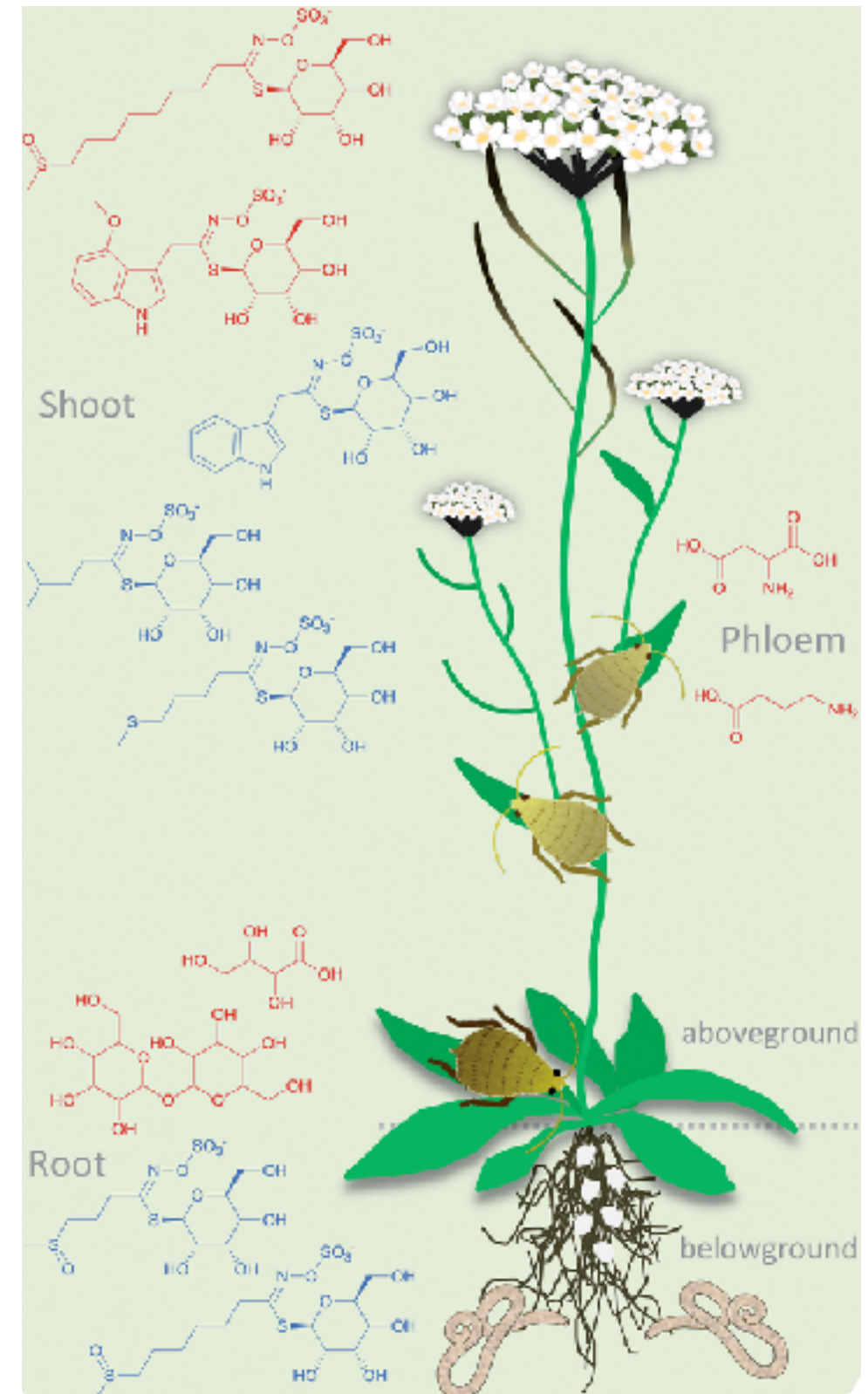


TRENDS in Plant Science

Interacciones mediadas por aleloquímicos

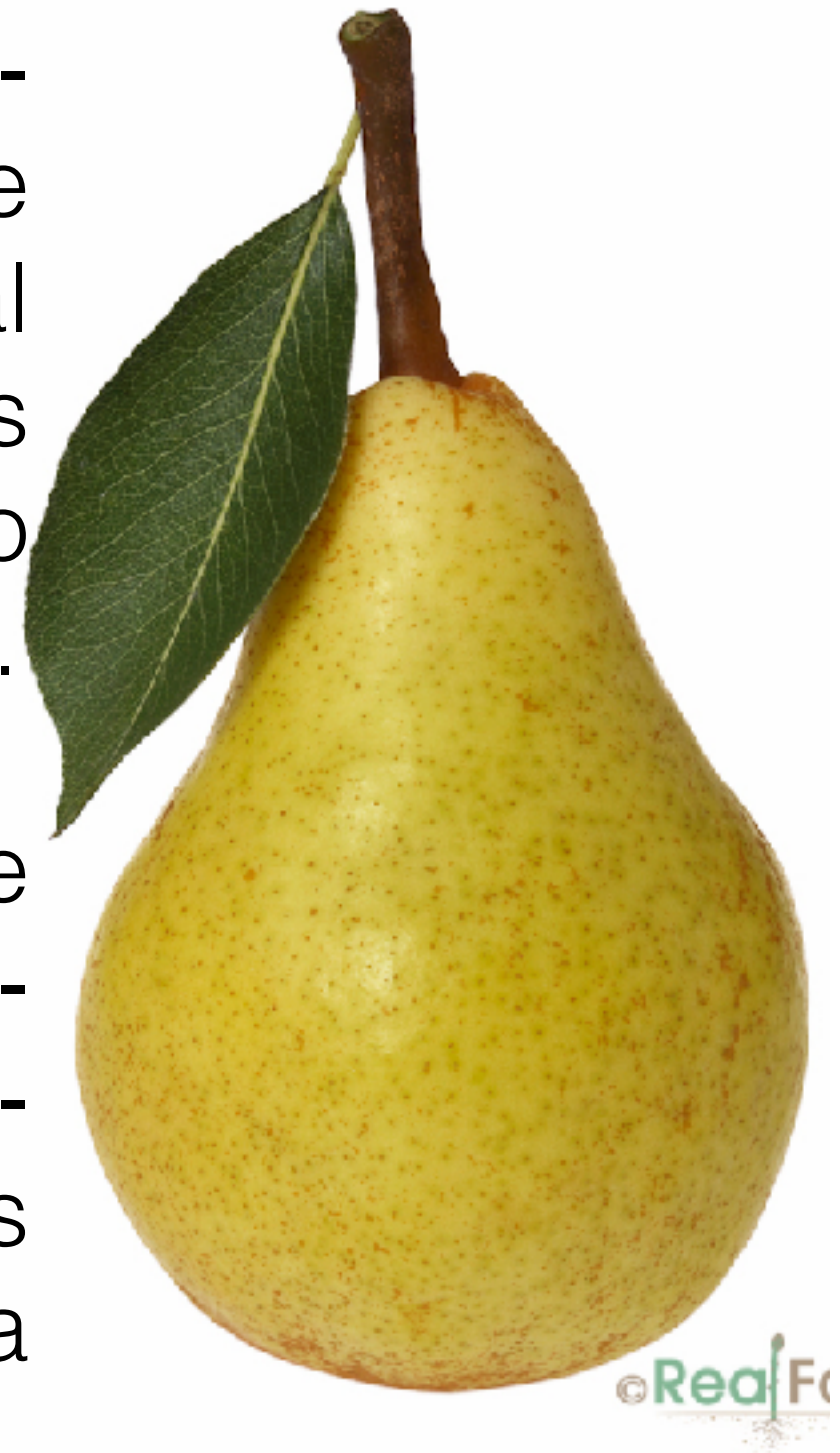
Kairomonas

- Ejercen un efecto positivo sobre el receptor y negativo sobre el emisor.
- Pueden ser ejemplificadas por la utilización de olores de la planta hospedera, que utilizan las hembras de algunos insectos herbívoros para encontrarlas.



Kairomonas

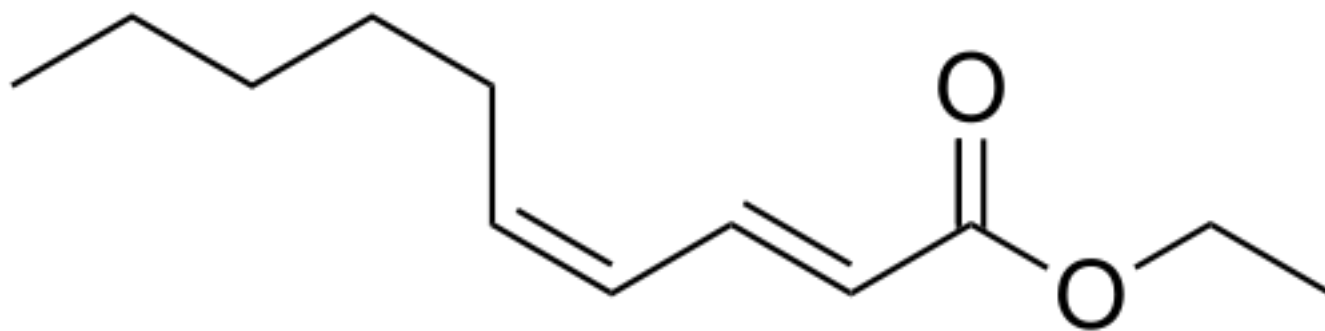
- Este es el caso del etil (E,Z)-2,4-decadienoato, componente que percibimos como olor a pera, el cual es un fuerte atrayente de las hembras de la polilla de la manzana y ha sido desarrollado como cebo para trampas.
- También es el caso de una mezcla de los terpenos (E)- β -cariofileno, (E)- β -farneseno y (E)-4,8-dimetil-1,3,7-nonatrieno que es atrayente de las hembras de *Lobesia botrana* hacia la vid.



Descubrimiento de una Kairomona para, *Cydia pomonella* (Cp)



Un compuesto único, ethyl (2E, 4Z)-2,4-decadienoate, el Ester de Pera (Pear Ester - PE) fue identificado como una kairomona que atrae machos, hembras y larvas de Cp.



Ethyl (2E, 4Z)-2,4-Decadienoate,
“Ester de Pera”



Kairomona: Éster de Pera

- Atrayente de hembras y machos adultos, así como de larvas neonatas
- Utilización como cebo para captura de hembras en trampas
- Utilización en dispositivos de confusión sexual como sinergista de la feromona
- Utilización en formulación microencapsulada para incrementar la toxicidad de los insecticidas de contacto

Aplicaciones de las Kairomonas

- Pull-Push
- Confusión Sexual
- Trampeo Masivo
- Atracticidas
- Monitoreo

Características Químicas del Ester de Pera:

- No Tóxica
- Estable
- Larga duración
- Olor agradable
- Fácil integración
- Fácilmente elaborable

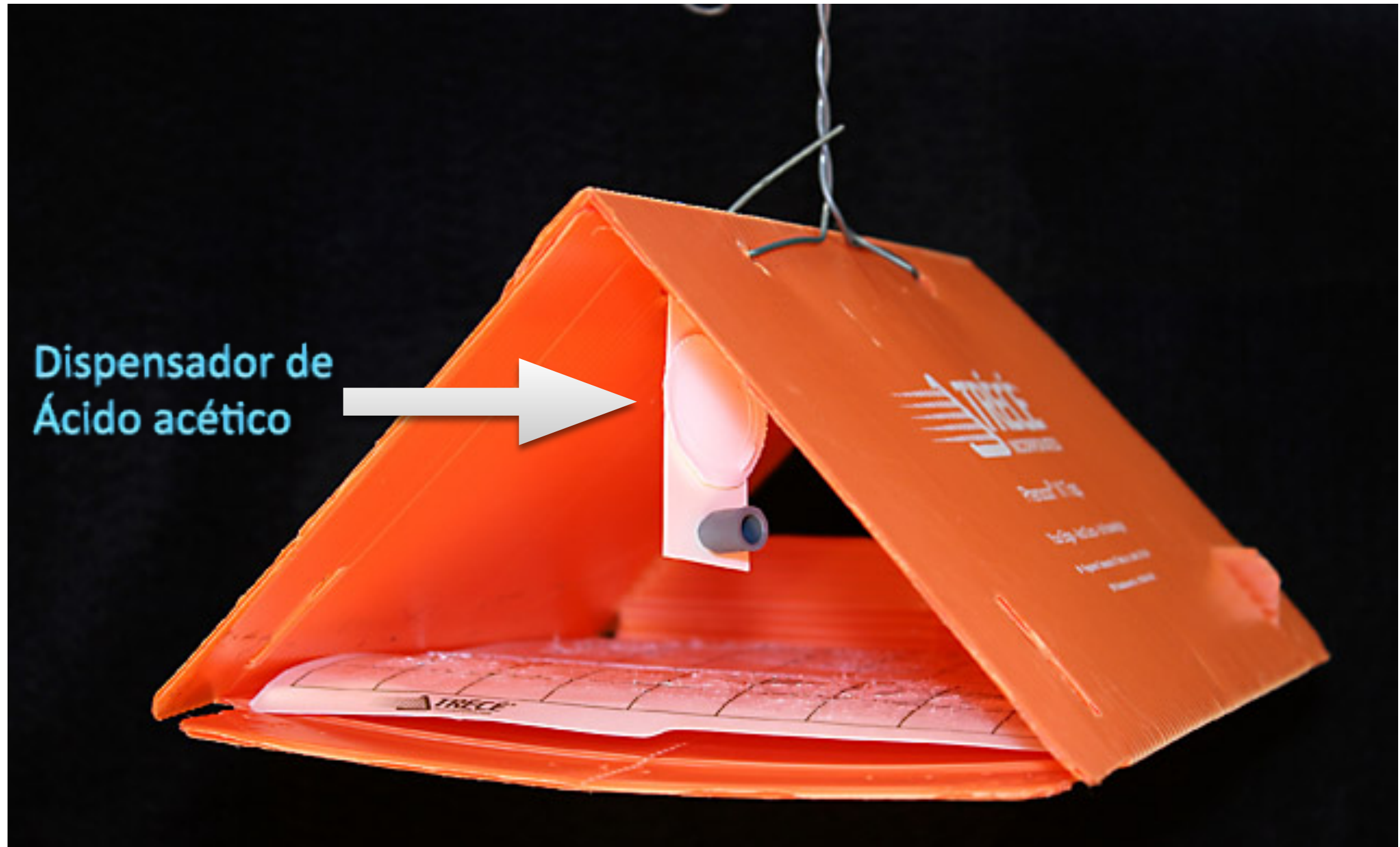


Principales Aplicaciones que se pueden mejorar con PE:

- Monitoreo
- Confusión Sexual
(Mating Disruption)
- Disrupción de Ubicación
de hospederos
- Trampeo masivo
- Aditivo para
aplicaciones de
Insecticidas (sintéticos,
microbianos, naturales)
- Atracticidas

Empleado solo o integradamente con Feromonas

Ácido acético para monitoreo



Incrementa las capturas de ambos sexos de *C. pomonella*

PE en Formulaciones de liberación lenta provoca Múltiples Acciones en Cp

Larvas Neonatas:

- Aplicaciones en dosis comerciales tienen Actividad Residual por dos semanas (bajo condiciones de laboratorio).
- Atracción
- Cambio en la Locomoción
- Preferencia de elección
- Detención Prolongada
- Deambular Larval
- Perturba de ubicación de Fruta



PE en Formulaciones de liberación lenta provoca Múltiples Acciones en Cp

Hembras Adultas:

- Estimula postura de huevos
- Trastoca postura de huevos cerca de la fruta



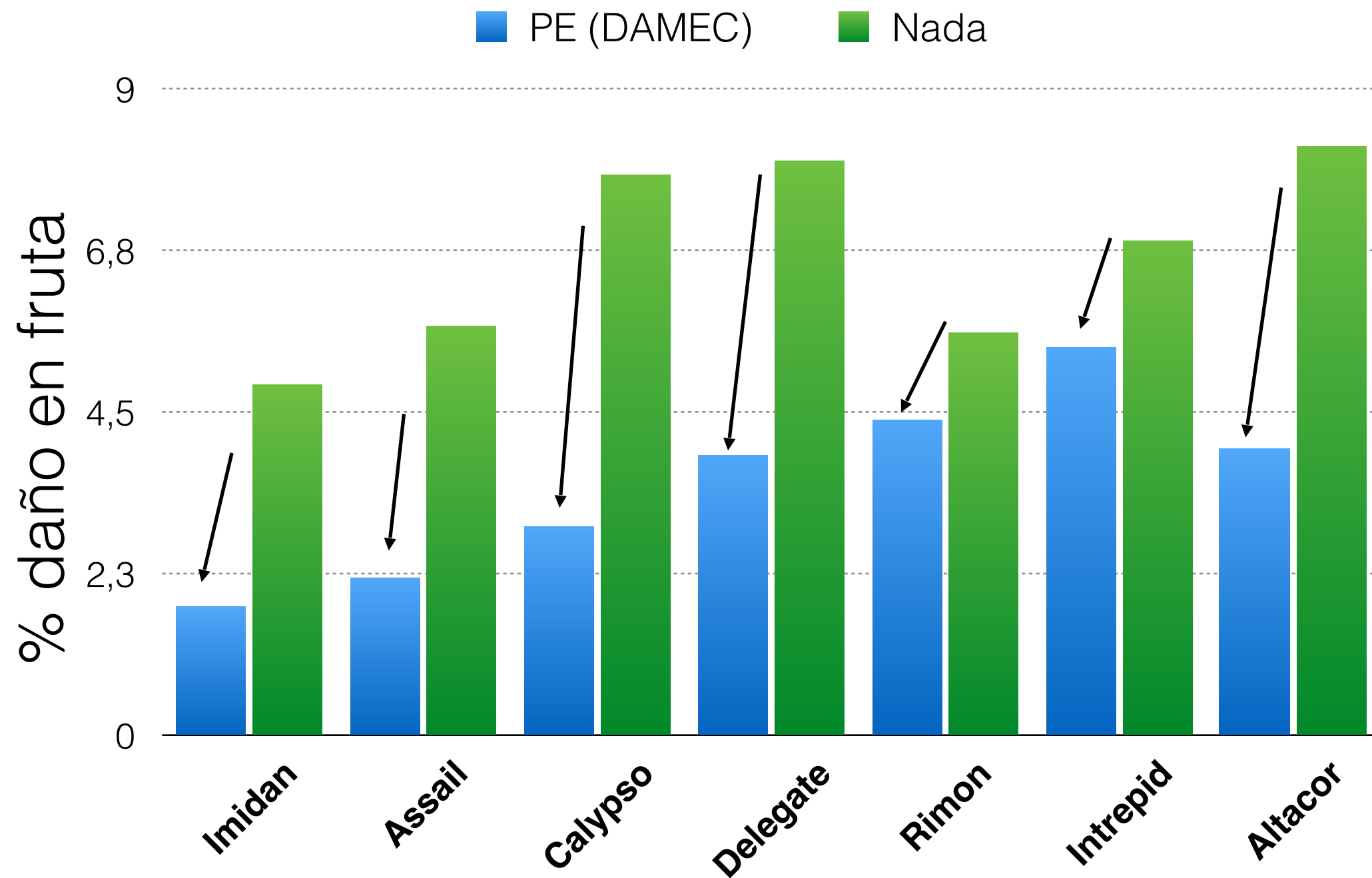
Puede PE Mejorar la Efectividad de Insecticidas?

Incrementa el deambular larval y la detención.

- El deambular Larval incrementa la exposición a insecticidas y por ende la mortalidad.
- Potencial para reducir las dosis de insecticidas.

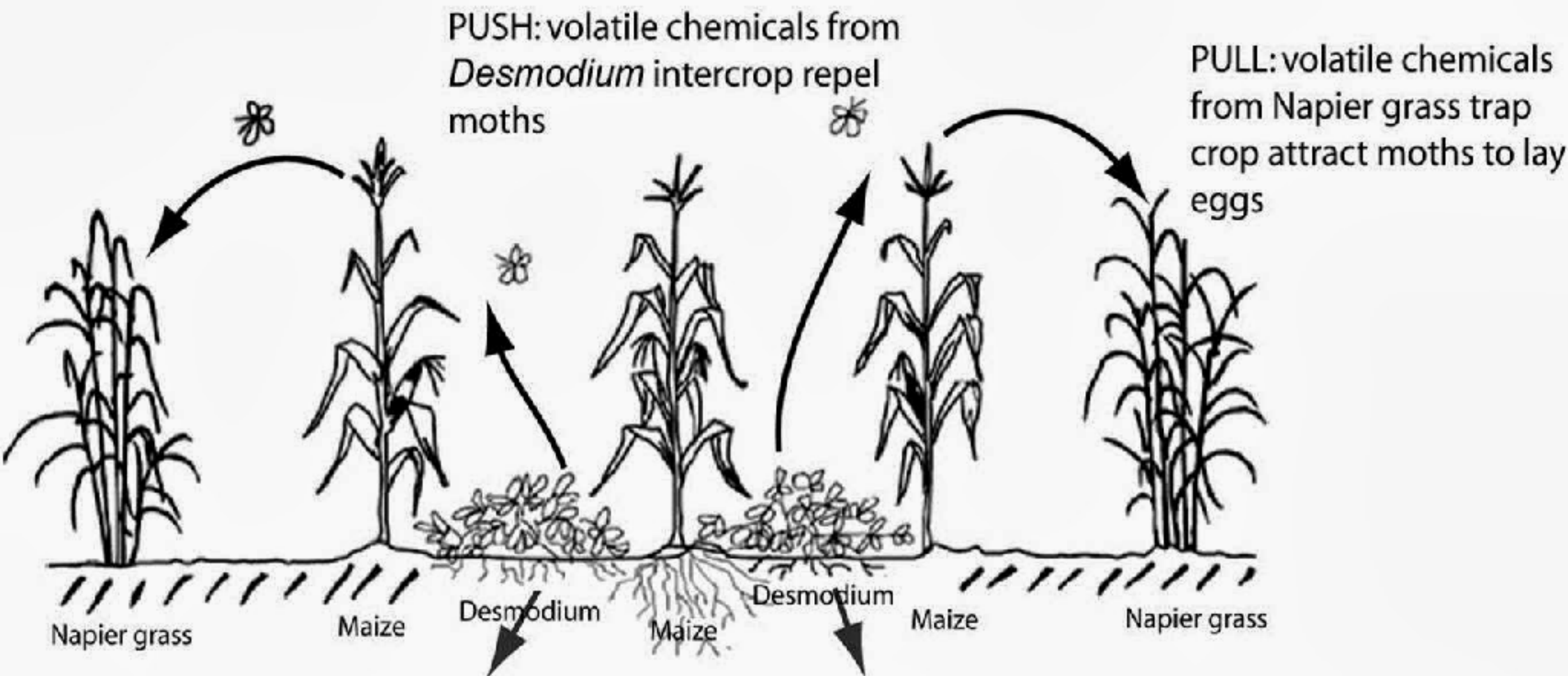
Ensayos en Manzano

WA, EE.UU



(Knight and Light 2012)

Push-Pull



Químicos (isoflavonoides) secretados por las raíces de *Desmonium* inhiben la unión de *Striga* a las raíces de maíz y causa germinación suicida de sus semillas en el suelo

Pull-Push

