

USO DE ANTIBIÓTICOS PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL HLB EN CÍTRICOS

Pedro Figueroa L. Ph.D.
Investigador, ExINIFAP

**(USO DE LA OXITETRACICLINA EN INYECCIÓN AL TRONCO
PARA MITIGAR LOS EFECTOS DEL HLB EN CÍTRICOS)**

GUÍA DE PRESENTACIÓN

I. INTRODUCCIÓN

I.1 Importancia del HLB

I.2 Principios del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) aplicados al HLB

I.3 La Terapia de inyección al tronco

Generalidades

Su aplicación contra el HLB

II. LA OXITETRACICLINA (OTC), INGREDIENTE ACTIVO DESTACADO VS HLB

II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC

II.2 Acciones hacia su integración en el MI-HLB en el sur de Sonora

Facilitar el diagnóstico de la enfermedad

Considerar su aplicación como medida supresiva

Gestionar el registro de uso (pruebas de efectividad biológica) de marcas de OTC

Generación de experiencia en la aplicación de OTC

I.1 Importancia del HLB

26/sep/2025



“La lucha de la industria de los cítricos de Florida continua presentando nuevos niveles más bajos. Un reporte de el USDA reveló que solo un poco más de 14.5 millones de cajas se produjeron durante el ciclo 2024-2025. Es el nivel más bajo desde 1920”. Se considera al HLB como la principal causa, agravada por eventuales heladas, huracanes, tarifas arancelarias y falta de mano de obra.

La incidencia del enverdecimiento de los cítricos aumenta en Brasil

29 DE SEPTIEMBRE DE 2025 / **BRASIL** **GESTIÓN DE HLB**



Foto de Fundecitrus

El estudio anual de Fundecitrus sobre la incidencia del enverdecimiento de los cítricos muestra que, en 2025, la enfermedad afectó al 47,63 % de los naranjos del Cinturón Cítrico de São Paulo y la región del Triángulo/Suroeste de Minas Gerais. Esto representa un aumento del 7,4 % en comparación con 2024, cuando la incidencia fue del 44,35 %.

Se amplía el área de cuarentena de HLB en California

📅 29 DE SEPTIEMBRE DE 2025 / 📌 ENFERMEDADES 📌 REGULACIÓN

Funcionarios federales y estatales ampliaron recientemente el área de cuarentena por la enfermedad del enverdecimiento de los cítricos, también conocida como huanglongbing o HLB, en California. Ampliaron el área de cuarentena en la zona de San Clemente, en los condados de Orange y San Diego, en 81 millas cuadradas. La medida fue tomada por el Servicio de Inspección de Sanidad Animal y Vegetal (APHIS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, en colaboración con el Departamento de Alimentos y Agricultura de California.

La cuarentena se amplió debido a la detección de enverdecimiento de los cítricos en una muestra de tejido vegetal recolectada en una propiedad residencial del Condado de Orange. Esta expansión afecta a 2 acres de cítricos comerciales.

El APHIS está aplicando medidas de protección para el transporte interestatal de artículos regulados desde las zonas en cuarentena de

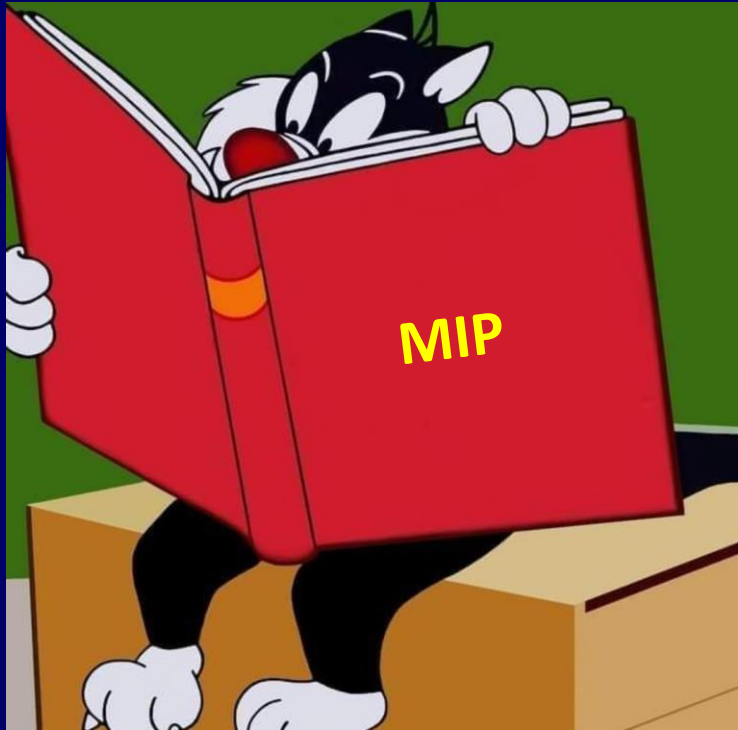


I.2 Principios del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) aplicados al HLB

TACTICAS A CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE UN PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE “PLAGAS”

- Exclusión
- Evasión
- Erradicación
- Protección
- Resistencia
- Terapia

I.2 Principios del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) aplicados al HLB (cont.)



ECOLOGÍA --- EPIDEMIOLOGÍA

- Estrategias de vida de los patógenos y sus vectores
- Ciclos de vida
- Ciclo de la enfermedad
- Curvas Epidémicas
- X_0 = Cantidad de inóculo inicial
- r = Tasa de Progreso de la Enfermedad
- Dispersabilidad/Accesibilidad
- Etc.

I.2 Principios del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) aplicados al HLB (cont.)

ENFOQUE BRASILEÑO:

- Plantas sanas, de viveros certificados (EXCLUSIÓN)
- Control del vector (PROTECCIÓN)
- Erradicación de árboles infectados (ERRADICACIÓN)

ENFOQUE PREVALENTE ACTUAL:

- Plantas sanas, de viveros certificados (EXCLUSIÓN)
- Control del vector (PROTECCIÓN)
- Manejo Integrado del Cultivo (TOLERANCIA ~ RESISTENCIA)

I.3 La Terapia de inyección al tronco



horticulturae



Review

Trunk Injection as a Tool to Deliver Plant Protection Materials—An Overview of Basic Principles and Practical Considerations

Leigh Archer ¹, Jonathan H. Crane ² and Ute Albrecht ^{1,*} 

Abstract: Trunk injection is a targeted delivery of pesticides, insecticides, nutrients, or other plant

“La inyección al tronco se ha usado históricamente para el manejo de especies forestales de alto valor o plantas ornamentales cuando las aplicaciones aéreas son problemáticas debido a problemas espaciales y a preocupaciones relativas a la salud.”

“Ha emergido más recientemente un interés en usar la técnica de inyección para la protección de cultivos agrícolas en sistemas de producción comercial, donde las aplicaciones foliares y al suelo no han sido efectivas o poseen riesgos ambientales.”

I.3 La Terapia de inyección al tronco

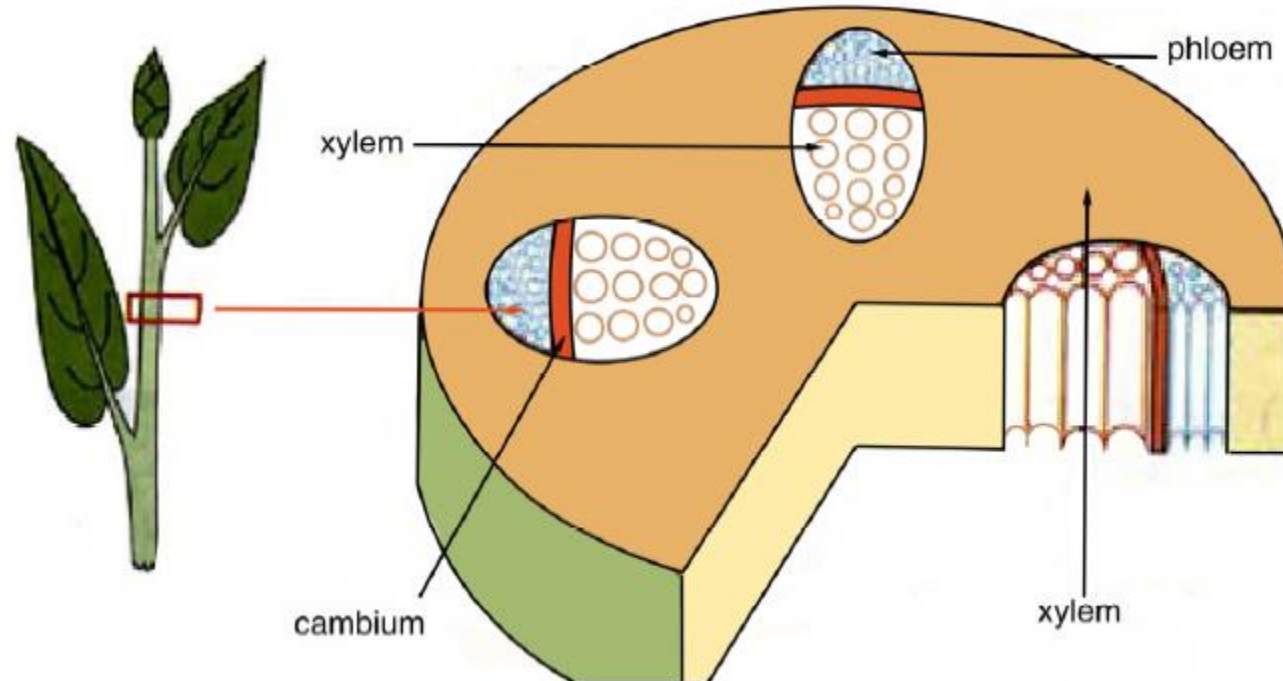


Figure 1. Cross-sectional and longitudinal diagrams of woody plants' anatomy.

I.3 La Terapia de inyección al tronco

High-Pressure Injection	Low-Pressure Injection	No-Pressure Injection
Drill-based	Drill-based	Drill-based
Quik-jet Micro-injection System; Quik-Jet AIR Injection System (Arborjet Inc, Woburn, MA, USA) arborjet.com	Chemjet Tree Injectors (Chemjet, Queensland, Australia) chemjet.com.au	Acecap (Creative Sales , Fremont, NE, USA) acecap-medicap.com
ENDOplant (ENDOterapia Vegetal, Girona, Spain) endoterapiavegetal.com	Mauget Smart Shot (Mauget, Arcadia, CA, USA) mauget.com	Mauget Capsules (Mauget, Arcadia, CA, USA) mauget.com
Sidewinder Tree Injector (The Australian Made, Loganholme, Australia) australianmade.com.au	Q-connect (Rainbow Ecoscience, Minnetonka, MN, USA) rainbowecoscience.com	Drill free
	EcoJect System (BioForest Technologies, Ontario, Canada) bioforest.ca	EZ Ject Lance (ArborSystems, Omaha, NE, USA) arborsystems.com
	Tree IV Micro-infusion System; Viper Micro-injection System (Arborjet Inc, Woburn, MA, USA) arborjet.com	BITE Tree Infusion (Sorbus, Somerset, UK) sorbus-intl.co.uk/tree-care/bite
	Microinjectors (Tree Tech, Morrilton, FL, USA) treetech.net	
	Drill free	
	Wedge Direct-Injection System (ArborSystems, Omaha, NE, USA) arborsystems.com	

Figure 1. Some of the currently available trunk injection devices (links accessed 14 June 2022).

II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC

Evaluation of the Spatiotemporal Dynamics of Oxytetracycline and Its Control Effect Against Citrus Huanglongbing via Trunk Injection

Jiahuai Hu and Nian Wang

Citrus Research and Education Center, Department of Microbiology and Cell Science, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Lake Alfred.

Accepted for publication 30 June 2016.

ABSTRACT

Hu, J., and Wang, N. 2016. Evaluation of the spatiotemporal dynamics of oxytetracycline and its control effect against citrus huanglongbing via trunk injection. *Phytopathology* 106:1495-1503.

Citrus huanglongbing (HLB) or greening is a devastating bacterial disease that has destroyed millions of trees and is associated with phloem-residing '*Candidatus Liberibacter asiaticus*' (Las) in Florida. In this

assay, respectively. Uniform distribution of OTC throughout tree canopies and root system was achieved 2 days postinjection. High levels of OTC (>850 µg/kg) were maintained in leaf and root for at least 1 month and moderate OTC (>500 µg/kg) persisted for more than 9 months. Reduction of Las populations in root system and leaves of OTC-treated trees were over 95% and 99% (i.e., 1.76 and 2.19 log reduction) between 2 and 28 days postinjection. Conditions of trees receiving OTC treatment were

“La reducción de las poblaciones de *Las* en el sistema radical y hojas de árboles tratados con OTC fueron superiores al 95% y 99% después de 2 y 28 días de la inyección”. Las condiciones de los árboles que recibieron el tratamiento con OTC mejoraron, se incrementó el rendimiento, y la acidez del jugo disminuyó en comparación al testigo inyectado con agua, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas durante el periodo de prueba. Nuestro estudio demostró que la inyección de OTC puede ser usada como una medida efectiva de manejo integrado del HLB de los cítricos”.

II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC (cont.)

Control of Citrus Huanglongbing via Trunk Injection of Plant Defense Activators and Antibiotics

J. Hu, J. Jiang, and N. Wang[†]

First author: Citrus Research and Education Center, Department of Microbiology and Cell Science, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, Lake Alfred 33850; second author: College of Agronomy, Jiangxi Agricultural University, Nanchang 330045, China; and third author: China-USA Citrus Huanglongbing Joint Laboratory (A joint laboratory of The University of Florida's Institute of Food and Agricultural Sciences and Gannan Normal University), National Navel Orange Engineering Research Center, Gannan Normal University, Ganzhou, Jiangxi, China; Citrus Research and Education Center, Department of Microbiology and Cell Science, IFAS, University of Florida, Lake Alfred, FL. Current address of J. Hu: School of Plant Sciences, University of Arizona, Tucson 85721. Accepted for publication 13 September 2017.

ABSTRACT

Citrus huanglongbing (HLB) or greening is a devastating disease of citrus worldwide and no effective control measure is currently available. Plant defense activators environmentally friendly compounds capable of inducing resistance against many plant pathogens. Earlier studies showed that foliar spray of plant defense inducers could slow down HLB disease progress. In this study, eight plant defense activators and three antibiotics were evaluated in three field trials for their effect to control HLB by trunk injection of young and mature sweet orange trees. Results showed that four trunk injections of several activators, including salicylic acid, oxalic acid, acibenzolar-S-methyl, and potassium phosphate, provided significant control of HLB by suppressing 'Candidatus Liberibacter asiaticus' titer and disease progress. Trunk injection of penicillin, streptomycin, and oxytetracycline hydrochloride resulted in

excellent control of HLB. In general, antibiotics were more effective in reduction of 'Ca. L. asiaticus' titer and HLB symptom expressions than plant defense activators. These treatments also resulted in increased yield and better fruit quality. Injection of both salicylic acid and acibenzolar-S-methyl led to significant induction of pathogenesis-related (PR) genes *PR-1* and *PR-2* genes.

Meanwhile, injection of either potassium phosphate or oxalic acid resulted in significant induction of *PR-2* or *PR-15* gene expression, respectively. These results suggested that HLB diseased trees remained inducible for systemic acquired resistance under field conditions. In summary, this study presents information regarding controlling HLB via trunk injection of plant defense activators and antibiotics, which helps citrus growers in decision making regarding developing an effective HLB management program.

II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC (cont.)

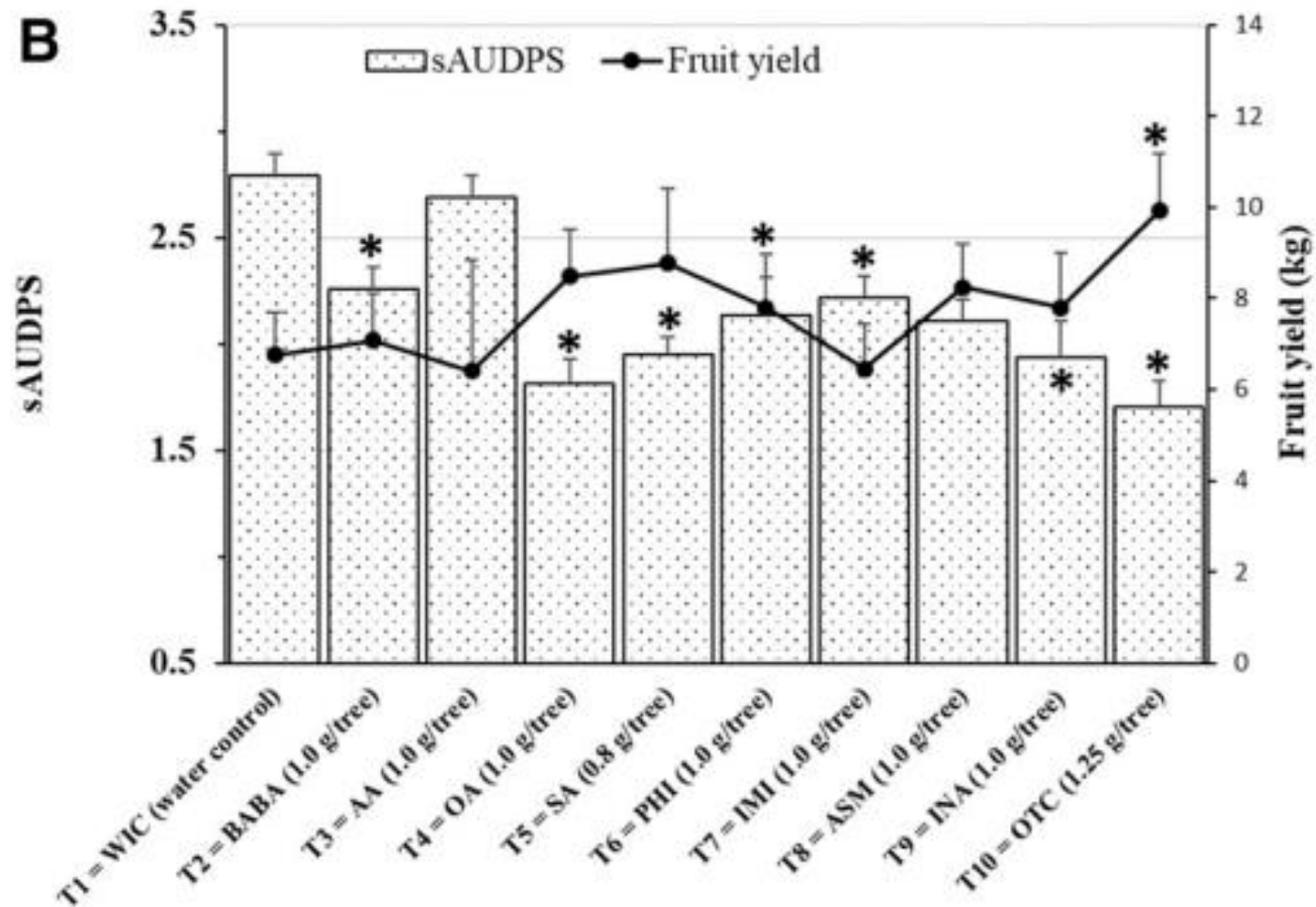


Fig. 2. Standardized area under the disease progress stairs (sAUDPS) for citrus huanglongbing and fruit yield in field **A**, trial I and **B**, trial II. Data were means and standard errors of four replicated trees. An asterisk (*) indicates significant difference ($P < 0.05$; Dunnett's test) between the treatment and water-injected control. Abbreviations: WIC = water as control, OA = oxalic acid, SA = salicylic acid, ASM = acibenzolar-S-methyl, PHI = potassium phosphite, IMI = imidacloprid, PCN = penicillin G sodium salt, STM = streptomycin, OTC = oxytetracycline hydrochloride, BABA = β -aminobutyric acid, AA = L-ascorbic acid sodium salt, and INA = 2, 6-dichloro-isonicotinic acid.

II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC

Trunk Injection of Oxytetracycline for Huanglongbing Management in Mature Grapefruit and Sweet Orange Trees

Leigh Archer,¹ Sanju Kunwar,² Fernando Alferez,¹ Ozgur Batuman,²  and Ute Albrecht^{1,†} 

¹ Horticultural Sciences Department, University of Florida, Southwest Florida Research and Education Center, University of Florida/IFAS, Immokalee, FL 34142

² Plant Pathology Department, University of Florida, Southwest Florida Research and Education Center, University of Florida/IFAS, Immokalee, FL 34142

Accepted for publication 5 December 2022.

Abstract

Huanglongbing (HLB) is a devastating bacterial disease associated with ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’. The location of the pathogen within the vasculature of the tree has left growers with limited options for the effective management of the disease. Trunk injection is a crop protection technique that applies therapeutics directly into the xylem of woody tree species and allows for their systemic uptake and transport, which may provide more effective management of vascular diseases such as HLB. In this study, mature ‘Valencia’ and ‘Hamlin’ sweet orange (*Citrus sinensis*) and ‘Duncan’ grapefruit (*C. paradisi*) trees were injected with oxytetracycline (OTC) in the spring and/or fall to evaluate the effects of injection timing and response to injection. In addition to seasonal evaluations of tree health and bacterial titer, preharvest fruit drop, yield, and fruit quality were measured at harvest to determine the effects of OTC injection. The benefits associated

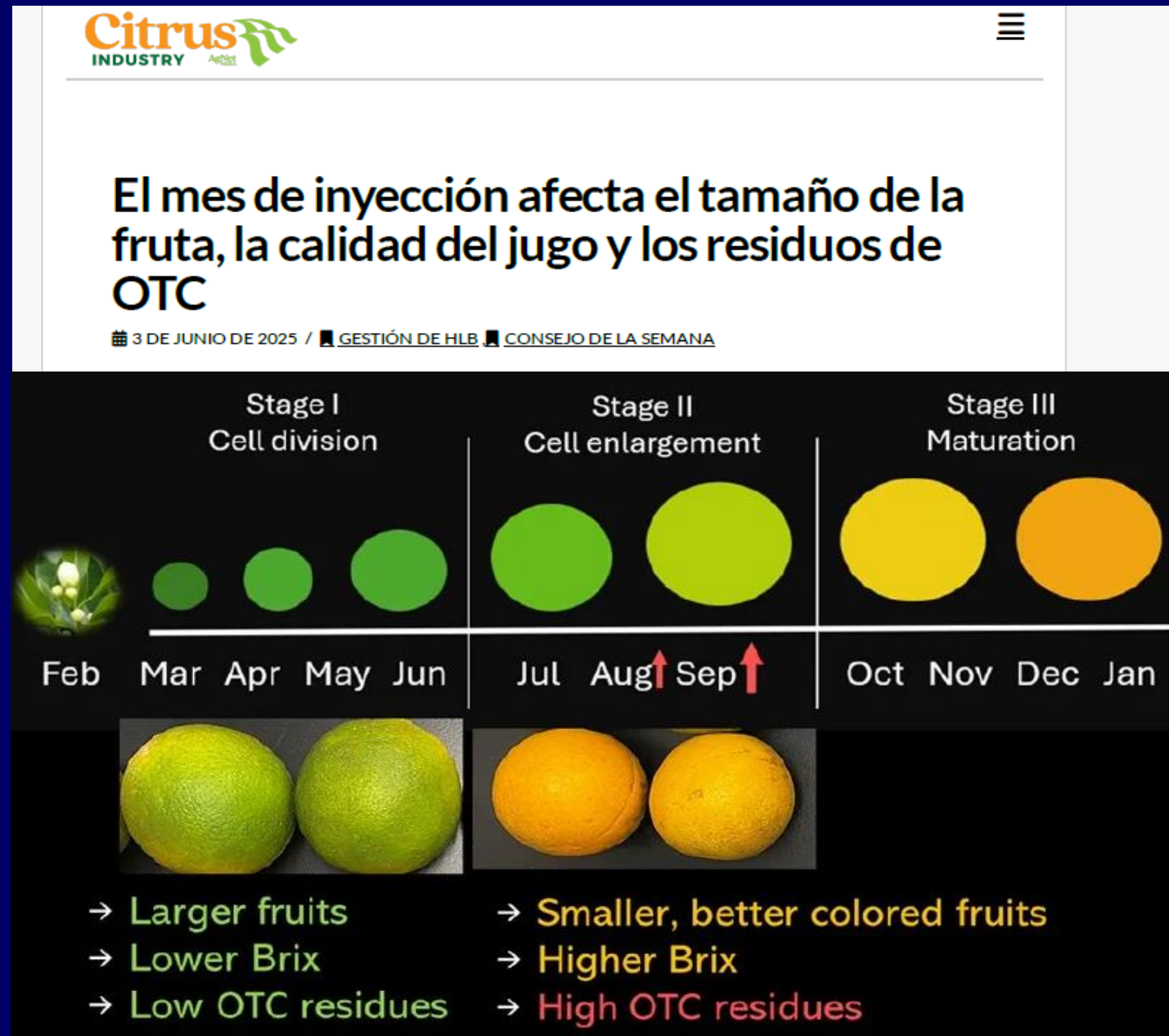
with injection included a reduction in fruit drop, an increase in fruit yield and fruit size, and improvements in juice quality. However, results varied due to the timing of injection and were not consistent across all three varieties. Residue analysis at different time points after injection suggests that trunk injection effectively delivers therapeutics to mature citrus trees. This study provides fundamental information on the short-term benefits associated with trunk injection of OTC for HLB management in citrus groves. The potential for use of trunk injection at the commercial scale and the possible risks are discussed.

Keywords: antibiotics, chemotherapy, citrus greening, crop protection, endotherapy

Fig. 2. Tree health of water injected (left) and oxytetracycline injected (right) 'Duncan' grapefruit trees in January 2022. **A**, Exceptional and **B**, more typical improvement in tree health after oxytetracycline injection in April 2021.



II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC



II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC

Incrementos en rendimiento de diferentes patrones, asociados a la aplicación de OTC

Rootstock	Pounds solids/acre		
	Non-injected	Injected	Increase
Trial 1 (Highlands County)			
US-812	389	704	81%
US-942	267	440	65%
UFR-4	135	311	130%
UFR-2	203	297	46%
Sour orange	147	266	81%
Rootstock effect: $p < 0.001$			
OTC effect: $p < 0.001$			

Trial 2 (Polk County)			
US-942	472	704	49%
Carrizo	514	673	31%
US-812	525	668	27%
US-897	356	516	45%
UFR-4	349	515	48%
UFR-2	372	443	19%
Rootstock effect: $p < 0.001$			
OTC effect: $p < 0.001$			

II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC

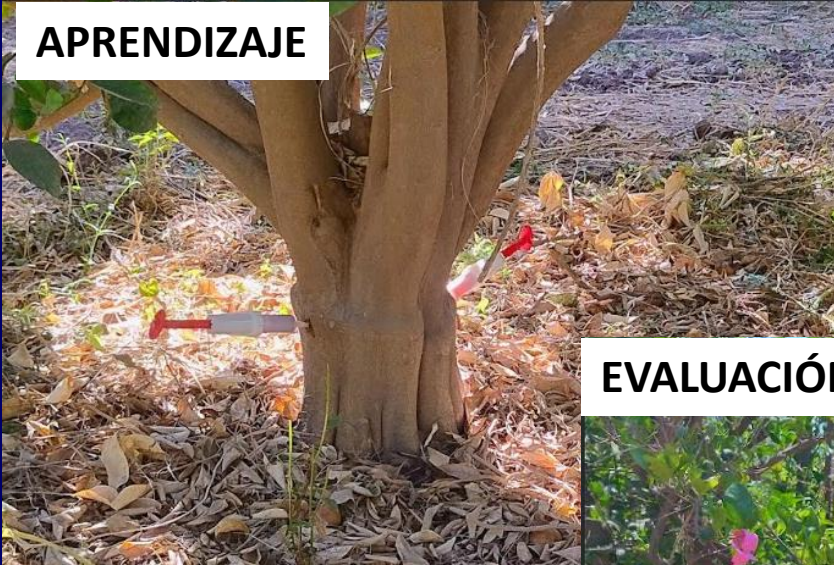
Efecto de dos dosis de OTC en el rendimiento de naranja Valencia

OTC rate	Boxes/ acre	Lbs. solids/ box	Lbs. solids/ acre	OTC rate	Boxes/ acre	Lbs. solids/ box	Lbs. solids/ acre
Year 1				Year 2			
Non-injected	57 b	4.8 b	274 b	Non-injected	101 b	5.4 b	541 b
5,500 ppm	75 ab	5.5 a	408 a	5,500 ppm	173 ab	6.2 a	1066 a
11,000 ppm	95 a	5.7 a	543 a	11,000 ppm	223 a	6.2 a	1385 a
	$p=0.056$	$p<0.001$	$p<0.001$		$p<0.001$	$p<0.001$	$p<0.001$

Table 2. Results from a trial near Fort Pierce, Florida. Trees (Valencia/sour orange) were planted in 2013 and injected in June 2022 and 2023.

Experiencia en el Sur de Sonora

APRENDIZAJE



EVALUACIÓN

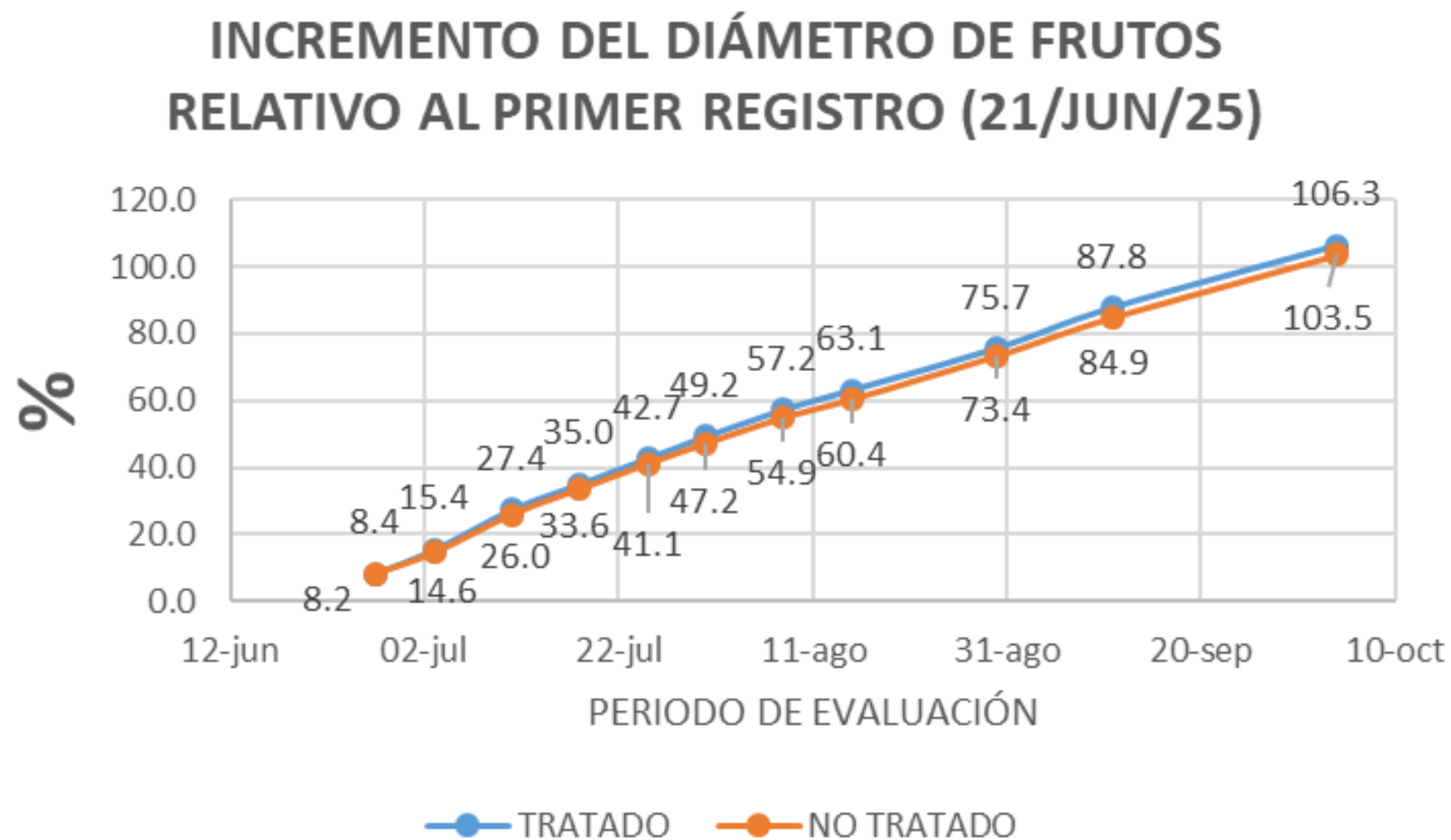


CAPACITACIÓN

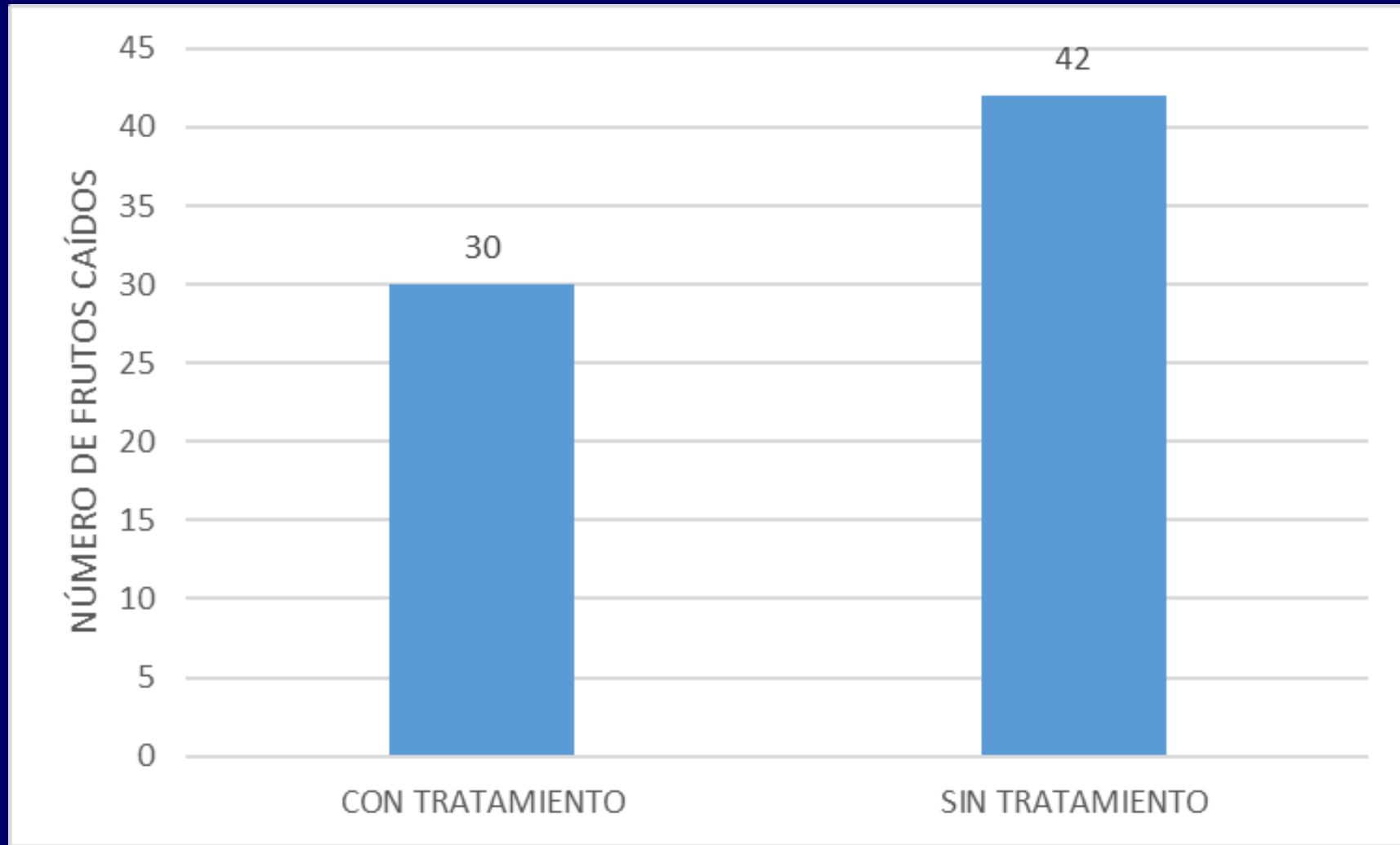


Dr. Pedro Figueroa L.
6441374807

II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC



II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC



Número de frutos caídos, de los 200 etiquetados por tratamiento, al 2 de septiembre de 2025, Valle del Yaqui.

II.1 Resultados y Testimonios de la inyección de OTC

CONSIDERACIONES EN LA INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS SOBRE EL DIÁMETRO DE FRUTOS:

- La variable analizada (diámetro de frutos) es muy sensible, que se magnifica al calcular volumen y peso:
Una diferencia de un mm entre una cosecha que promedie 70 mm de diámetro y otra que promedie 69 mm, representa una pérdida de volumen/peso de 4.2%, que para un rendimiento potencial (sin HLB) de 35 ton/ha, equivale a 1.48 ton/Ha.
- Posiblemente no todos los árboles del ensayo son positivos para HLB.
- La época de aplicación no fue la más apropiada para mostrar efectos en el rendimiento.
- La dosis aplicada fue MEDIA-ALTA (~ 0.5-0.8 G/árbol).

Trunk Injection for HLB: What You Need to Know

■ FEBRUARY 3, 2023 / ■ HLB MANAGEMENT

Some Florida citrus growers have recently started oxytetracycline hydrochloride (OTC-HCl) injection into tree trunks to help manage HLB. Other growers are considering it. Researcher Ute Albrecht offered a list of best practices for the product's use during a Jan. 31 presentation in Immokalee.

The presentation was made at the [University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences](#) Southwest Florida Research and Education Center, where Albrecht is an associate professor of plant physiology. Multi-county citrus Extension agent Mongi Zekri hosted the event, which was also presented virtually via Zoom.

RESULTS AND COSTS

Albrecht said research has indicated that trunk injection of OTC-HCl in HLB-infected trees is likely to result in significantly reduced fruit drop, increased yield, improved fruit color, increased Brix, increased fruit size and increased tree growth.

The major concern with the injections is the possibility of tree injury. Albrecht said OTC-HCl delays wound closure and increases the wound size.

The researcher cited a maximum cost for OTC-HCl injection of \$202 to \$406 per acre, not including labor and injection devices. That's assuming a planting density of 150 trees per acre, with a maximum cost of \$1.34 to \$2.70 per tree.



OTC Injections Spark Optimism

📅 MARCH 26, 2025 / 🏢 HLB MANAGEMENT



"We were glad to see the USDA estimate that came out that basically holds us flat," Joyner said. "We've got a nice bloom coming. We see tree health improving because of some of these therapies. Hope springs eternal for next season."

Despite these challenges, Joyner said there are tools, particularly the OTC (oxytetracycline) injection label, which seem to be moving the needle. "That's where the optimism stems from."

Florida Citrus Grower Feeling Encouraged

📅 APRIL 14, 2025 / 🏷️EVENTS, 🏷️FLORIDA, 🏷️HLB MANAGEMENT



Paul Koukos

"I was encouraged by some of the research into plant growth regulators and, obviously, the oxytetracycline (OTC) injections. It was a good cross-section of different things that we can look at as growers and figure out how we can we succeed with greening right now."

II.2 Acciones hacia su integración del uso de la OTC en el MI-HLB en el sur de Sonora

1. Facilitar el diagnóstico de la enfermedad

Se está desarrollando la capacidad de identificar la presencia del HLB mediante la técnica LAMP, confiable y mucho más accesible que la de RT-PCR, que tiene que ser usada para diagnósticos oficiales.

2. Considerar su aplicación como medida supresiva

Analizar la conveniencia de sustituir la “sugerencia” de talar árboles positivos por la aplicación de OTC.

II.2 Acciones hacia su integración del uso de la OTC en el MI-HLB en el sur de Sonora (cont.)

3. Gestionar el registro de uso (pruebas de efectividad biológica) de marcas de OTC

Ya hay marcas de OTC en el mercado agrícola (p.ej. contra el tizón de fuego del peral y manzano y contra enfermedades bacterianas en hortalizas).

Su utilidad en inyección al tronco debe ser validada ante instituciones oficiales mediante pruebas de efectividad biológica.

La aplicación de antibióticos en inyección al tronco es menos cuestionable que la foliar respecto a la creación de resistencia y efecto al medio ambiente.

II.2 Acciones hacia su integración del uso de la OTC en el MI-HLB en el sur de Sonora (cont.)

4. Generación de experiencia en la aplicación de OTC

- Se ha avanzado localmente en adquisición de experiencia, capacitación y generación de conocimiento.
- Existe una empresa en el noreste del país que ya va en avanzada:

Se llama BAST. Mencionan haber ya inyectado más de 200,000 árboles en los estados de Tamaulipas, Nuevo León y norte de Veracruz, con una marca de OTC autorizada en Florida.

Se está gestionando la visita del ingeniero a cargo de ese servicio, para que compare nuestra situación con su experiencia en el noreste, y eventualmente hacer una propuesta de trabajo.



Phytopathology®

REVIEW

The Use and Impact of Antibiotics in Plant Agriculture: A Review

Ozgur Batuman,^{1,†}  Kellee Britt-Ugartemendia,¹ Sanju Kunwar,¹ Salih Yilmaz,¹ Lauren Fessler,¹ Ana Redondo,¹ Kseniya Chumachenko,² Shourish Chakravarty,³ and Tara Wade³

Abstract

Growers have depended on the specificity and efficacy of streptomycin and oxytetracycline as a part of their plant disease arsenal since the middle of the 20th century. With climate change intensifying plant bacterial epidemics, the established success of these antibiotics remains threatened. Our strong reliance on certain antibiotics for devastating diseases eventually gave way to resistance development. Although antibiotics in plant agriculture equal to less than 0.5% of overall antibiotic use in the United States, it is still imperative for humans to continue to monitor usage, environmental residues, and resistance in bacterial populations. This review provides an overview of the history and use, resistance and mitigation, regulation, environmental impact, and economics of antibiotics in plant agriculture. Bacterial issues, such as the ongoing Huanglongbing (citrus greening) epidemic in Florida citrus production, may need antibiotics for adequate control. Therefore, preserving the efficacy of our current antibiotics by utilizing more targeted application methods, such as trunk injection, should be a major focus.

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!



I.2 Principios del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) aplicados al HLB (cont.)

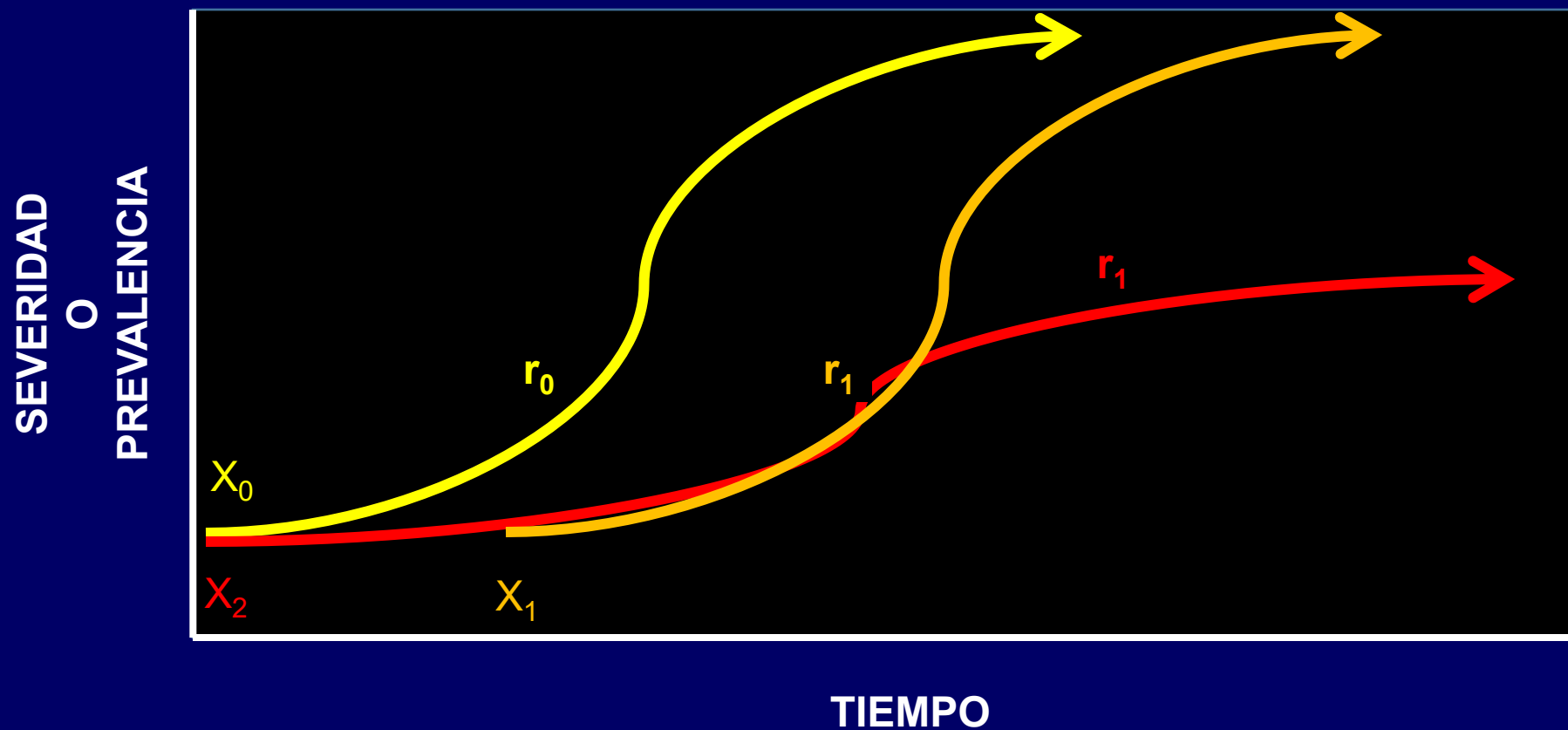


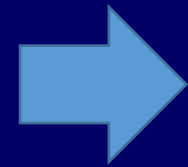
I.2 Principios del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) aplicados al HLB (cont.)

EFFECTOS DE ACTUAR SOBRE

x = La Cantidad de Inóculo Inicial

r = La Tasa de Progreso de la Enfermedad





WA +52 81 2200 0210 | 834 352-7223 | contacto@bastmx.com

f in



Inicio

Somos

Servicios

Vivero

Alianza Invaio

Citricultores



Contáctanos

INNOVACIÓN EN EL CONTROL DEL HLB (CITRUS GREENING)

Alianza con INVAIO Science, Inc.

Combatimos el HLB con tecnología de precisión (Inyección troncal),
asegurando la sanidad y productividad de tus Huertas de Cítricos.



Buscar



AAPL* -1.42%



08:20 a. m.
09/10/2025

