

Cécile Morillon

# Huanglongbing la enfermedad de los cítricos



黃龍病





¡Has perdido Paquito!

Vale Mami... ¡No queda más zumo de naranja! ¿Puedes ir a buscar más, por favor?



¡Qué exigencias! ¿Sabes que un día podría desaparecer el zumo de naranja del Mundo?



¡Bah Mami! Estás bromeando, ¿no?



¡En absoluto Paquito! Los cítricos están enfermos. Son víctimas del dragón amarillo, una enfermedad mortal de origen bacteriano.



¡Ohhh!  
¡Un draaagón!



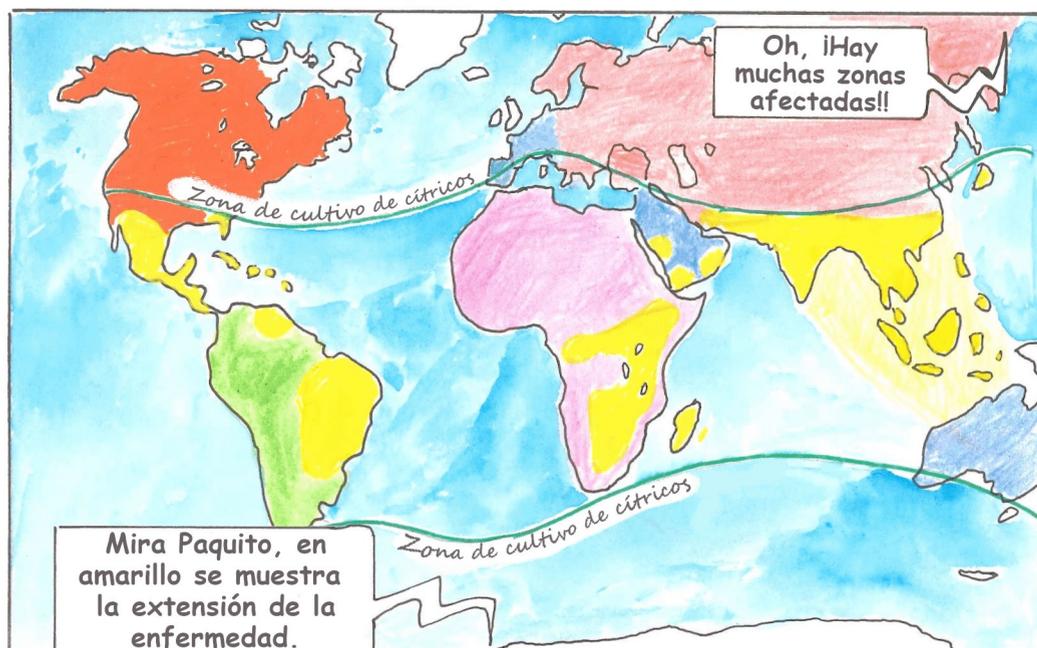
Es una representación pictórica, Paquito. Los chinos llaman a esta enfermedad el "Huang Long Bing"...



... o HLB\*, que significa "enfermedad del dragón amarillo".



Esta enfermedad se conoce en China desde finales del siglo XIX. La transmite un pequeño insecto, un psílido, que infecta los árboles de cítricos al alimentarse de las hojas jóvenes.



Oh, ¡Hay muchas zonas afectadas!!

Mira Paquito, en amarillo se muestra la extensión de la enfermedad.

Zona de cultivo de cítricos

Zona de cultivo de cítricos

La producción de cítricos en Brasil, el principal productor mundial de zumo de naranja, ha caído casi un 20%, mientras que en Florida casi el 70% de los huertos han sido devastados por la enfermedad.

Las plantaciones de cítricos en la Polinesia Francesa, Australia, Nueva Zelandia, Asia occidental y la cuenca del Mediterráneo no están, por el momento, afectadas.

\*también llamado "citrus greening" en inglés, o 黃龍病 en chino.



En la isla de Guadalupe, la enfermedad ha reducido la producción de cítricos más del 70%.



Es imposible ya encontrar mandarinas o naranjas...



Mira aquí, Paquito, hay fotos de los huertos devastados por la enfermedad. Las hojas se están volviendo amarillas...



Bueno... pero si no hay más naranjas y tampoco mandarinas, entonces podemos comer clementinas!



No Paquito. Todas las variedades cultivadas de cítricos están afectadas por la enfermedad...



Aunque hay una gran diversidad de cítricos como papedas, cidros, pummelos, mandarinas, poncirus, kumquats, naranjas, limones, pomelos y otros muchos...



Solamente ciertas variedades son más tolerantes a las enfermedades como, por ejemplo, las limas de Tahití.

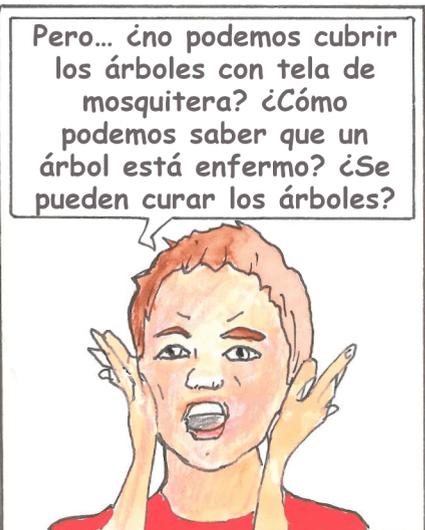


¡Vaya! ¡No sabía que había tantos cítricos diferentes! ¡Si la enfermedad no se detiene quizá nunca pueda probarlos todos!



¡Sí Paquito, quizá no haya más zumo de naranja o de pomelo. ¡Quizá tampoco más mermelada! ¡Tendremos que pasarnos a la horchata!!

¡Ufff! ¡Que pena!



Pero... ¿no podemos cubrir los árboles con tela de mosquitera? ¿Cómo podemos saber que un árbol está enfermo? ¿Se pueden curar los árboles?



¡Demasiadas preguntas a la vez Paquito! Aquí leí que todavía no hay tratamiento para los árboles enfermos.

\*"¡Está en ebullición!" en criollo guadalupeño.

La enfermedad se desarrolla en uno o dos años y el árbol puede morir cinco años después de haber sido infectado con la bacteria.

Y la fruta... ¿te puedes intoxicar si te la comes?  
¡En realidad no!...

... Pero la fruta tiene un sabor terriblemente amargo... ¡No es bonita...  
...y tiene más piel que pulpa!!

Si... ¡qué fea! Así que...

...tan pronto como el fruto y las hojas se vuelven amarillas...  
... ¿Es la señal de que el árbol está enfermo?

Sí. Pero dicen que ya es demasiado tarde... la bacteria se propaga de las hojas a las raíces...

**WIKIPEDIA**

- Main page
- Contents
- Featured content
- Current events
- Random article
- Donate to Wikipedia

**Enfermedad de Huan**

... por todo el árbol. El amarilleamiento de las hojas...

... sólo aparece más tarde y se debe a que el árbol reacciona de una manera exagerada!  
¿Quieres decir que el árbol está tratando de protegerse contra la bacteria?

¡Es un poco complicado, Paquito! Hay varias explicaciones sobre estos insectos vectores de la enfermedad y sobre la respuesta del árbol a la bacteria.

**YouTube**

**Cítricos en peligro**

¡Te dejo con el profesor Plonk y, mientras tanto, voy al supermercado a ver si todavía queda algo de zumo!  
¡Presta mucha atención a lo que te va a explicar!

Hola Paquito, voy a presentarte a este insecto y a explicarte cómo contamina los árboles. ¡Aquí está...  
... el psílido responsable de la enfermedad!  
¡Hola!  
oh!

*Liviidae, Diaphorina citri*

Diaphorina citri, Psyllidae



Es un insecto chupador relacionado con la familia de los hemípteros como los pulgones. Es marrón con alas moteadas.

Tiene un estilete hueco en la boca que le permite alimentarse picando y chupando la savia del árbol.

Cuando se está alimentando, el insecto mantiene una posición característica, inclinándose 45 grados. Se suele identificar por esta actitud tan curiosa.

Un insecto infectado con la bacteria deposita huevos en los pliegues de las hojas.



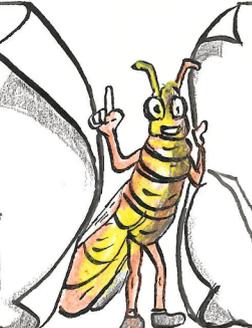
Y de los huevos surgen las larvas que se infectarán con la bacteria al chupar la savia de las hojas...

... ¡y esto no acaba aquí! El psílido sano adquiere la bacteria cuando se alimenta de un árbol enfermo y...



... sigue transmitiendo la enfermedad de árbol a árbol...

¡Es un círculo vicioso!

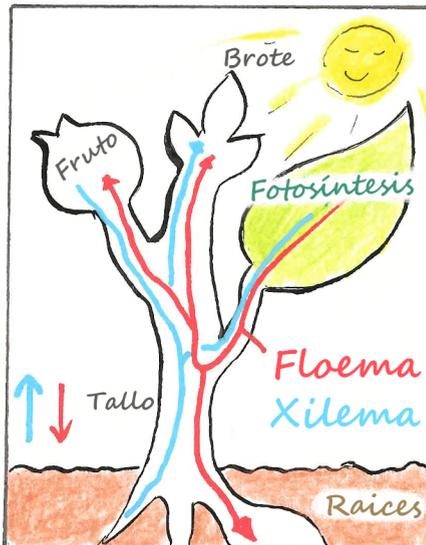


¡Es como si nos inyectaran una sustancia en las venas!

¡No exageres!



Sí, Paquito, pero hay que hablar de floema y xilema. ¡Los árboles no tienen ni venas, ni arterias, ni corazón!



En su intento por contener la bacteria, el árbol reacciona produciendo un compuesto denominado callosa que obstruirá los poros que permiten los intercambios de líquidos entre las células de los vasos del floema.



Entonces... ¡es como el colesterol que puede obstruir nuestras arterias!

El floema es el tejido conductor de la savia, la cual contiene sustancias orgánicas e inorgánicas que son sintetizadas en las hojas y distribuidas por toda la planta. El xilema es el tejido que conduce tanto agua como los micro- y macro-nutrientes desde las raíces hasta las partes aéreas de la planta.

¡Muy bien Paquito! ¡La analogía es muy interesante! En cuanto la callosa obstruye los vasos del floema, la savia elaborada ya no puede circular más.

La obstrucción del paso de fotoasimilados provoca la interrupción de la fotosíntesis en las hojas que, entonces... ¡se vuelven amarillas!

En resumen, esta hiper-reacción del árbol es en realidad un desastre. Los árboles también mostrarán...

... síntomas más severos si paralelamente experimentan otro tipo de estrés como, por ejemplo, la sequía.

¿Te estas perdido Francisco?

¡No profesor! Sólo me pregunto si hay alguna forma de curar los árboles.

Por ahora no hay tratamiento que pueda curar un árbol una vez se ha infectado.

Y el insecto, ¿es el único vector transmisor de la enfermedad?

Tu pregunta está muy bien Paquito! Por desgracia, el hombre también participa en la propagación de la enfermedad, aunque sin ser consciente de que lo hace...

... al transportar varetas infectadas de un sitio a otro. Después de esto... debería contarte algo sobre el injerto, Paquito!

La técnica del injerto consiste en poner en contacto un fragmento de una planta que contiene yemas y que estamos interesados en propagar con otra planta que le servirá de soporte para que, así, se establezca una unión permanente entre ellas, entre el injerto y el patrón o porta-injerto.

Esta técnica permite multiplicar vegetativamente una variedad de interés y beneficiarse de las características interesantes, en términos de resistencia a condiciones ambientales estresantes y de actividad fisiológica, que proporciona el porta-injertos. Es durante la realización del injerto cuando podemos transmitir la enfermedad...

Desgraciadamente, la enfermedad también se puede transmitir de otras maneras...

¡Pues qué bien!  
¡Como si no  
hubiera  
suficientes  
dificultades ya!

En los jardines criollos suele haber una planta ornamental, la murraya (*Murraya paniculata*). Suele ser muy abundante y a los psílicos les encanta...

... ¡están locos por ella! ...

Este arbusto está emparentado con los cítricos y no desarrolla los síntomas... pero almacena la bacteria. Y mientras este vector esté activo...

... ¡La enfermedad podrá continuar transmitiéndose!  
¡Entiendo la gravedad de la situación!

Entonces, deberemos arrancar el murraya y todos los árboles enfermos...  
¡Qué lástima!

Sólo en teoría Paquito... En grandes plantaciones se puede combinar con tratamientos contra el vector y plantando nuevos árboles sanos, pero en huertos pequeños y si no se pone en marcha una estrategia de lucha coordinada entre productores... entonces es mucho más complicado.

Actualmente se están replantando los huertos solamente con árboles sanos certificados, lo que limita el progreso de la enfermedad.

Pero... ¿Cómo podemos luchar contra este insecto? Me imagino que se mueve de rama en rama, recorriendo muchos kilómetros...

... pero de ahí a cruzar el océano... Eso profesor Plonk es difícilísimo, ¿no?

¡Joven, ponga atención!  
Las corrientes de aire probablemente transportan a los psílicos durante largas distancias...

Pr Bellerose, historiador

... pero, y lo que es más importante, el comercio...

... y el movimiento de personas entre países que, a menudo, nos muestra la historia.

¡Joven, recuerde la técnica del injerto!

Sí, pero ¿qué quieres usted decir con esto? ¡Cuando viajamos no llevamos plantas con nosotros!

Sí joven, cuando las personas abandonan su país se llevan consigo su cultura y sus tradiciones y, a veces, también material vegetal como varetas o semillas.

Así es como una enfermedad puede propagarse a un nuevo territorio.

... Ohhh, ¡qué complicado es todo! Pero entonces...

... ¿se debe prohibir a los viajeros que lleven cítricos consigo?

¡Exacto joven! Esto evitará el contagio de las áreas que aún no están afectadas por esta plaga.

... y arrancar todos los árboles enfermos, ¿no?

Sí, en Brasil se están arrancando los árboles enfermos y replantando con árboles sanos cientos de hectáreas.

¡Qué triste! ¡Qué desperdicio!

Pero... Si todas las plantas de un país están enfermas... ¿De dónde vienen entonces los árboles sanos?

En muchos países, como en Francia, por ejemplo, existen colecciones de árboles sanos. En Córcega\* las plantas se mantienen sanas y se envían a Guadalupe, Martinica o la Reunión...

... para ser injertado en los porta-injertos y propagados en los invernaderos, para replantar los huertos enfermos. Pero una vez plantados en el exterior, los árboles acaban contaminándose de nuevo...

Sa ké bon memm!\*\*

¡Oh, qué pena! ¿Qué pasa con los pesticidas?

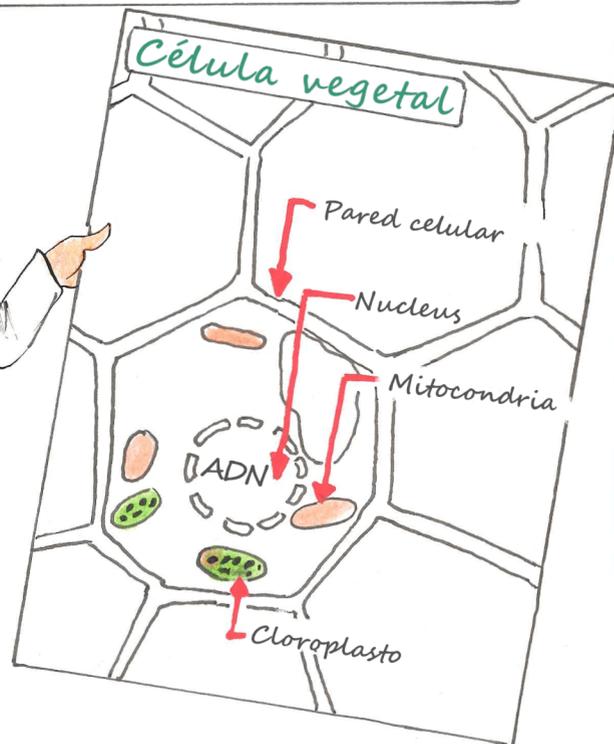
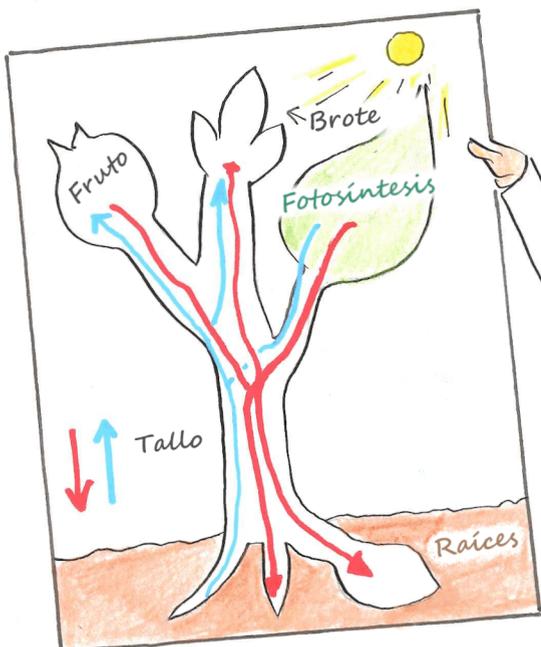
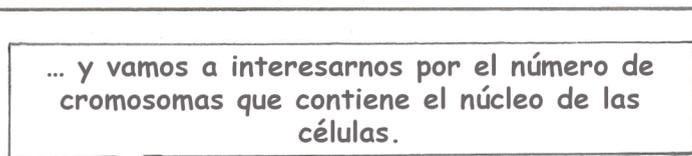
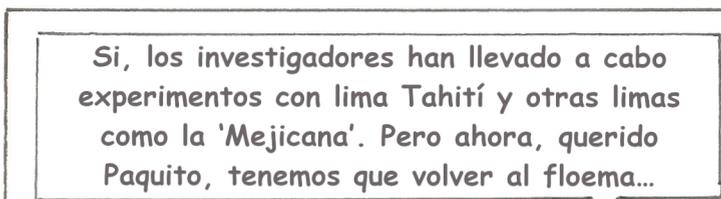
Sí, los pesticidas se utilizan contra los psílidos en muchos países...

... sobre todo en Brasil para prevenir la reinfección de las grandes plantaciones replantadas.

\*\*\*¡Se ven preciosos!

\*CRB Citrus: Centro de Recursos Biológicos donde se conserva la diversidad de las diferentes especies de cítricos.

\*\*\*¡Se ven preciosos!

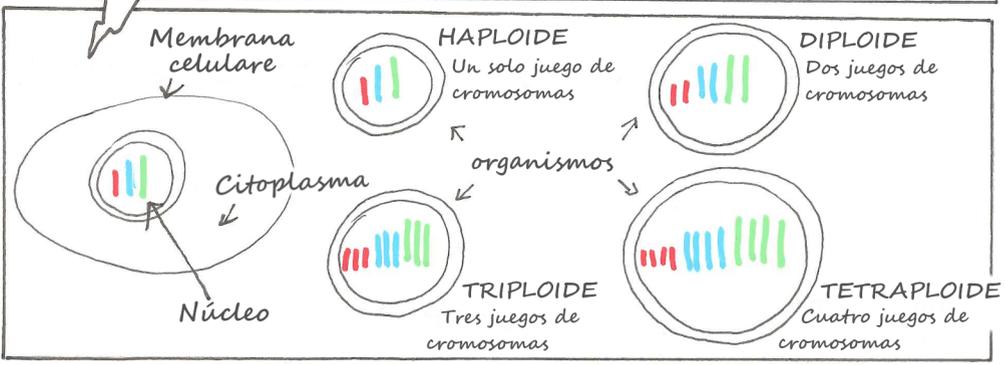


El ADN es una molécula lineal que lleva la información genética de todos los organismos vivos conocidos y se encuentra en el núcleo de la célula en forma de cromosomas.

Aquí, querido Paquito, vamos a introducir el concepto de poliploidía. La ploidía es el número de juegos cromosómicos que tiene una especie. La mayoría de especies tienen dos pares de cada cromosoma, es decir, son diploides. Las especies poliploides son aquellas que presentan un número de ploidía mayor de 2.



En las plantas, no es raro que el número de conjuntos de cromosomas sea superior a dos. En el caso de la lima de Tahití, hay tres conjuntos; entonces nos referimos a ellos como triploide. Algunas plantas incluso tienen cuatro conjuntos de cromosomas; en este caso las llamamos tetraploides.



En los cítricos, un juego lleva nueve cromosomas: el diagrama tiene tres cromosomas para mayor claridad.

Los investigadores están realizando diferentes aproximaciones experimentales para tratar de comprender el comportamiento de los poliploides frente a la enfermedad.



Los árboles triploides están mejor adaptados para tolerar la enfermedad...



...que los árboles diploides. ¿Lo estás comprendiendo, Paquito?

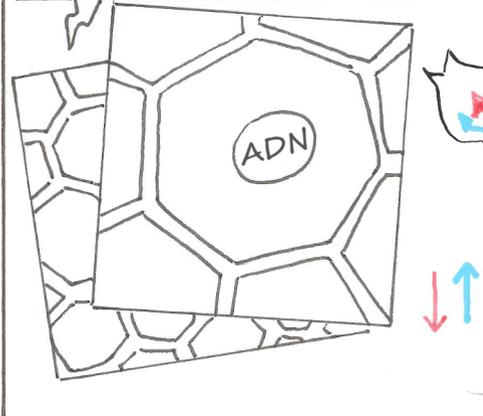


Sí, sí... ¡Estoy super-interesado! ...

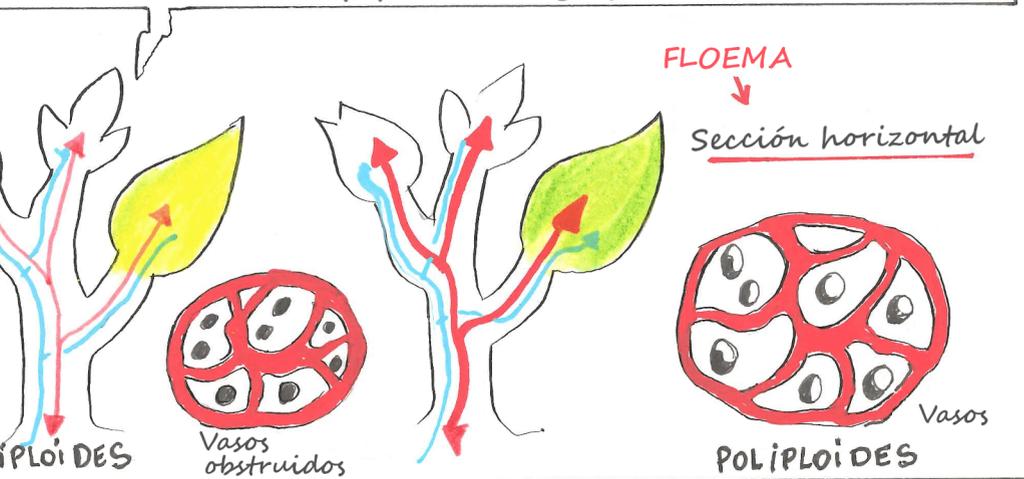
... y todo esto nos da un poco de esperanza, ¿no? Pero, ¿los árboles poliploides tienen otras ventajas?

Bueno, también son más tolerantes a los estreses abióticos\*.

La poliploidía trae como resultado un aumento del tamaño de las células en todas las plantas.



Así, en los cítricos poliploides, el diámetro de los vasos del sistema vascular aumenta y quizá esto haga que se taponen menos.



\*Abiótico: hace referencia a los elementos no vivos del ambiente de los organismos: la luz solar, el viento, el agua, los iones minerales, el tipo de suelo, etc...

¿Me pregunto si la investigación también está interesada en cómo optimizar la tolerancia natural de los árboles a la enfermedad?



Bueno, la investigación apunta a que los métodos de irrigación se deben adaptar...



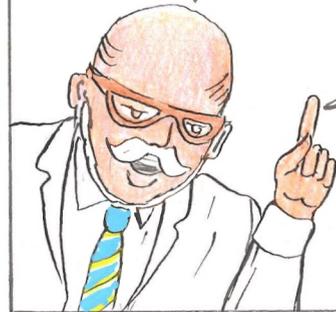
... para proporcionar una fertilización óptima para tratar que los árboles sigan produciendo fruta a pesar de estar enfermos...



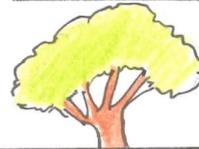
Así que hay que animar a los agricultores a mejorar sus prácticas culturales y también a utilizar el riego artificial para aplicar fertilizantes en los huertos.



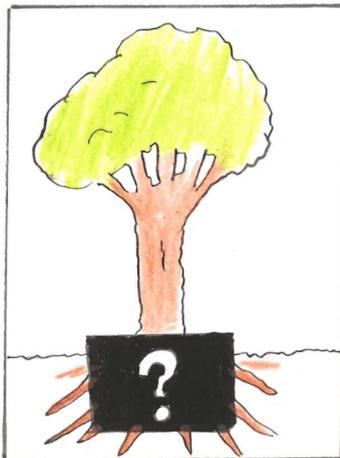
Paquito... ¡lo tienes todo planeado! Pero aún quedan muchas preguntas por responder sobre el HLB.



Los investigadores en muchas partes del mundo continúan trabajando muy duro para solventar el problema del HLB, trabajando sobre el vector, sobre la bacteria y sobre la planta de cítricos.



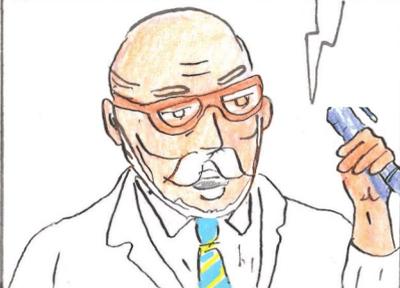
Los investigadores han lanzado la hipótesis de que el sistema radicular de la planta es una 'caja negra' que determina el impacto que la enfermedad tendrá después en el resto de la planta...



Varios proyectos ya en marcha, financiados por la UE, nos proporcionarán información vital para conocer los mecanismos que actúan sobre las raíces de las plantas...



... y luego hay proyectos de mejora varietal, a largo plazo, que tratan de cruzar germoplasma resistente con porta-injertos comerciales para bloquear la propagación de la bacteria en toda la planta.



¡Muchas gracias a los profesores por las explicaciones tan interesantes sobre la enfermedad del dragón amarillo!

**CLAC**

¡Adiós Paquito! Ha sido un placer hablar contigo!



Paquito, ¡sólo quedaba una botella en el supermercado!

Es broma, ¿no? ¿Ya hay escasez?

Sí... ¡Estoy bromeando!

Pues Mami... ¡Es un tema muy serio!



**FIN**

¡Tienes razón, Paquito!  
Esta investigación requiere una  
importante inversión.

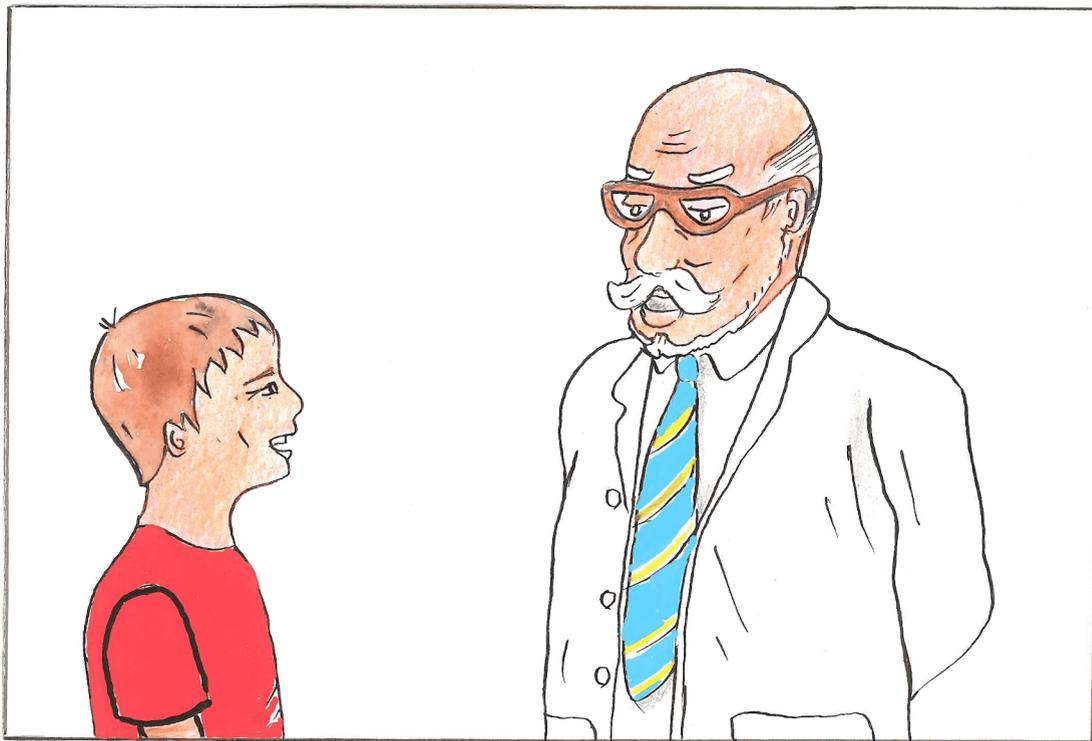
Afortunadamente, la investigación  
puede progresar gracias a la  
financiación de la Unión Europea en  
particular.

En cuanto a las Antillas francesas,  
puedo citar el proyecto FEDER  
CAVALBIO y el proyecto FEADER  
PARADE HLB, financiados en el  
marco de las redes de innovación y  
transferencia agrícola.

En el plano internacional existen los  
proyectos Horizon H2020 TROPIC  
SAFE y Pre HLB y el proyecto LIFE  
Vida para los Cítricos.

Por último, los donantes privados como  
los grupos Grand Marnier & Cointreau  
en Francia o los Domaines Agricoles en  
Marruecos también son importantes  
partidarios.

Pero Pr Plonk, toda  
esta investigación debe  
ser muy costosa...





Desde 2015, el equipo SEAPAG (*Structure Evolutive des Agrumes, Polyploidie et Amélioration Génétique*), de la unidad de investigación AGAP en el CIRAD ha estado desarrollando investigaciones para proponer soluciones para vivir con la enfermedad HLB. En la fotografía, técnicos, estudiantes de doctorado, ingenieros e investigadores del equipo de Guadalupe posan en una parcela de nuevos híbridos triploides de limas.





## La autora

**Cécile MORILLON** es profesora de Artes Plásticas y es Doctora en Historia del Arte por la Universidad de Clermont-Ferrand. Su trabajo de Tesis Doctoral versó sobre la arquitectura termal de Vichy (1853-1914) y las ciudades del agua. Ha practicado el dibujo y la pintura desde su infancia y dedica su tiempo libre a los cómics, lo que considera un lenguaje capaz de transmitir contenidos complejos y también muy variados. El tema del "dragón amarillo" fue una oportunidad para abordar un tema científico actual a través de este medio de forma lúdica.

Contacto: [cecile.morillon@sfr.fr](mailto:cecile.morillon@sfr.fr)



## Los contribuyentes

**Hervé RABILLE** tiene un doctorado en biología celular vegetal de la Universidad de la Sorbona, obtenido en de la Estación Biológica Marina de Roscoff. Fascinado por los libros y la cultura científica, dejó el laboratorio y se ha dedicado al periodismo y a la comunicación científica. Actualmente, se encarga de la comunicación del proyecto FEDER CAVALBIO en el CIRAD de Guadalupe. Ha participado muy activamente en la elaboración de este cómic, reuniendo y sintetizando información científica útil para el proyecto.



**Raphaël MORILLON** y **Patrick OLLITRAULT** son Directores de Investigación. Ambos están a cargo de Programas de Investigación de cítricos en el CIRAD y buscan activamente soluciones para hacer frente a la enfermedad del HLB. Junto con Hervé RABILLE, han sido miembros del Comité Científico.

**Patrick OLLITRAULT** y **Francisco R. TADEO** (Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias) se han encargado de la versión española del cómic.



©2020. Esta obra está protegida por una licencia CC-BY-NC-ND 4.0  
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



### ERDF Project

“Characterization and valorisation of tropical plant biodiversity of agronomic interest”  
Coordinator: Dr. Raphaël MORILLON