

## DEL SUELO AL CLUB EN LAS RAÍCES: HERNIA DE LA COL

Edel Pérez-López\*

Département de Phytologie, Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Centre de Recherche et d'Innovation des Végétaux, Université Laval, Québec City, QC, Canada

### YOUNG REVIEWERS (ORIGINAL):



JUNIPER

EDAD: 11

### YOUNG REVIEWERS (TRADUCCIÓN):



LIAM

EDAD: 7

Entre los millones de microorganismos que habitan los suelos, algunos puede ser una amenaza para las plantas. Algunos de esos patógenos son mejor conocidos que otros. Es el caso de las *Plamodiophora brassicae* (Pb), un protista y microorganismo muy atípico capaz de infectar plantas crucíferas como repollo, col rizada, canola, y la planta modelo *Arabidopsis thaliana* causando la enfermedad conocida como hernia de la col.

En este trabajo introducimos la Pb y la hernia de la col a mentes jóvenes porque aún falta mucho por descubrir acerca de este patógeno y la enfermedad que causa. Tal vez tú, leyendo esto en este momento, serás parte de nuestro laboratorio en el futuro cercano e investigarás un fascinante patógeno transmitido en el suelo.

## PATÓGENOS TRANSMITIDOS EN EL SUELO

Microorganismos que sobreviven se mueven en el suelo y pueden enfermar plantas.

### Figura 1

Dos plantas huéspedes susceptibles a la hernia de la col: berro tale y canola. Esta figura fue creada con BioRender

## PROTISTA

Pequeños organismos unicelulares que no son animales, plantas ni hongos.

## VEGETALES CRUCÍFEROS

Vegetales de la familia Brassicácea, incluyen muchos vegetales de hoja verde como coliflor, repollo, col rizada, berro de jardín, col china, brócoli, y coles de Bruselas.

## UNA HISTORIA DE PROTISTAS Y PLANTAS

Los suelos están vivos. Insectos, gusanos, y microorganismos viven en el suelo y muchos de ellos viven en una cercana interacción con las plantas. Estas interacciones no son siempre benéficas para las plantas. Los suelos albergan criaturas que representan un riesgo para plantas que son importantes en términos ecológicos y económicos. Algunos hongos y gusanos son bien reconocidos como **patógenos transmitidos en el suelo** a las plantas, pero esos no son los únicos. Algunos **protistas** también son devastadores patógenos transmitidos en el suelo, aunque estos son menos estudiados y conocidos. Los protistas son organismos unicelulares que no son animales, plantas ni hongos.

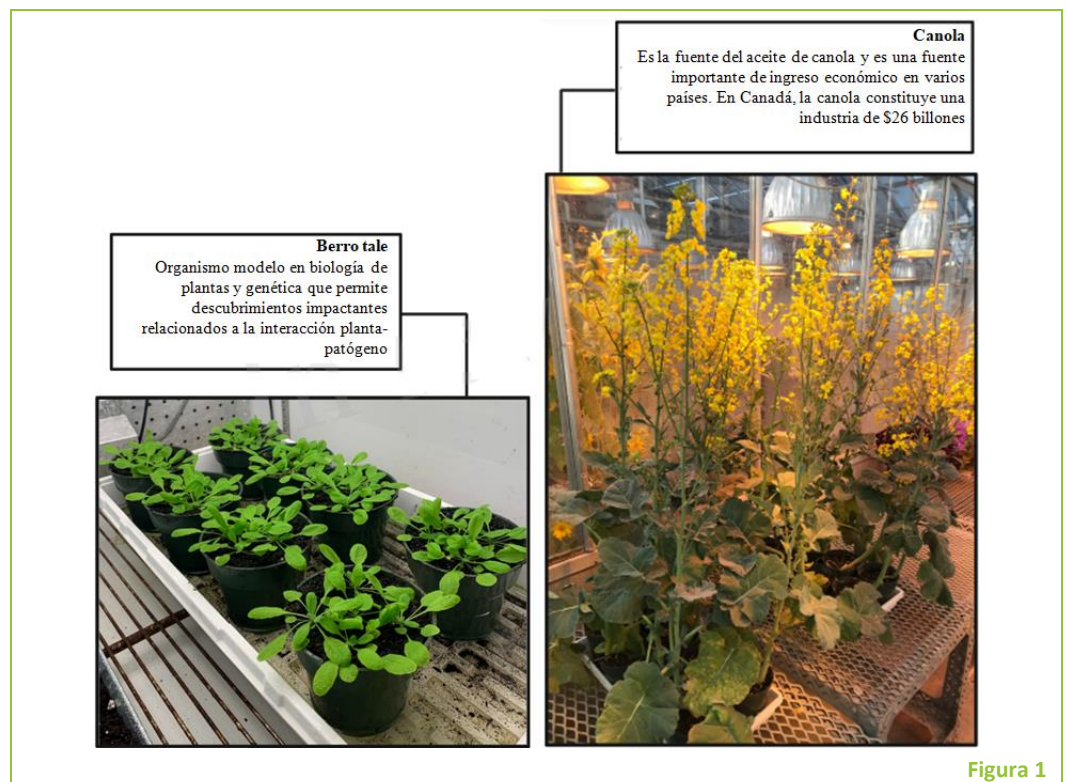


Figura 1

El patógeno de la hernia de la col, o *Plasmodiophora brassicae* como la llaman los científicos, es un protista que afecta las raíces de **vegetales crucíferos** como el brócoli, repollo, coliflor, la planta oleaginosa conocida como canola, y el berro tale que se usa comúnmente en la investigación de plantas [1]. El berro tale y la canola son importantes huéspedes para la hernia de la col, pero por diferentes razones (Figura 1). El berro tale es una planta muy útil para los científicos que estudian varios aspectos de las plantas, tales como sus genomas, ecología, y la relaciones con microorganismos benéficos o patógenos [2]. Las plantas de berro tale infectadas por hernia de la col son modelos perfectos para estudiar cómo los patógenos afectan la planta. Otra planta que es extremadamente importante desde el punto de vista económico es la canola (Figura 1). La canola es la fuente del aceite de canola, un producto utilizado en muchas cocinas alrededor del mundo. Solamente en Canadá, canola representa alrededor de \$26 billones de dólares (CAD) para la economía canadiense, así que un patógeno que pone en riesgo la producción de canola puede ser devastador para la economía [1].

## Figura 2

Ciclo de vida de la hernia de la col y establecimiento de la enfermedad de la hernia de la col. **(A)** La hernia de la col puede existir por años en el suelo como una espora en reposo. Cuando la espora entra en contacto con una planta susceptible, se convierte en una zoospora e infecta las raíces y forma hernias. Las raíces infectadas eventualmente liberan más esporas al suelo, las cuales pueden infectar otras plantas. **(B)** Plantas saludables vs. Plantas infectadas por hernia de la col. La figura 2A está basada en [3] y creada con BioRender.

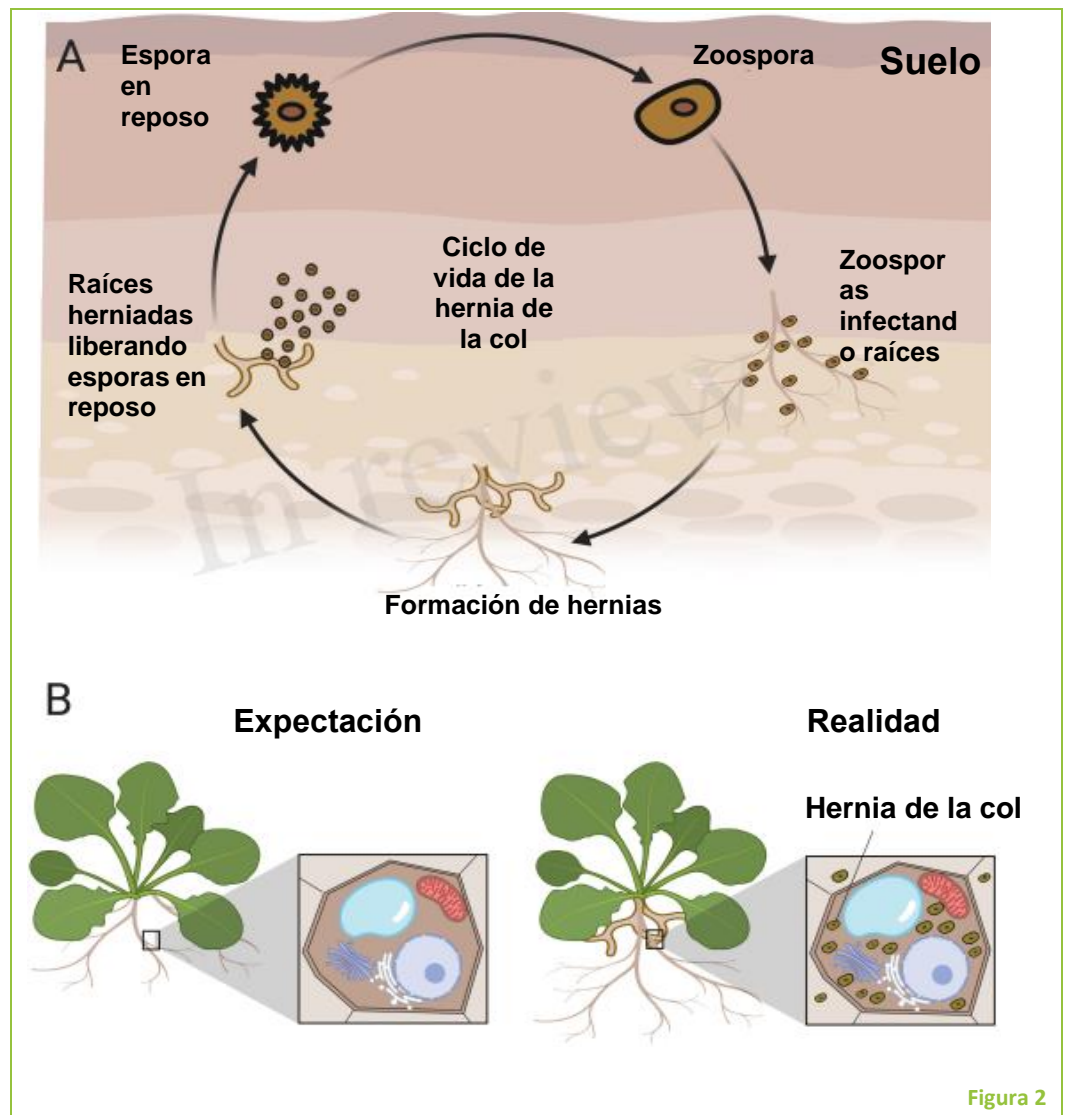


Figura 2

## EL CICLO DE VIDA DE LA HERNIA DE LA COL

El patógeno puede vivir en el suelo hasta por 20 años en forma de **espora** inactiva. Las esporas son estructuras creadas por algunos patógenos de plantas que son liberadas en el ambiente y tiene una pared celular gruesa que los ayuda a sobrevivir por muchos años en el suelo cuando no son capaces de infectar una planta. Si una planta susceptible crece en el suelo que contiene esporas de hernia de la col, entonces las esporas que estaban descansando “despiertan” para convertirse en zoosporas, se adhieren a las raíces de la planta e inician una infección. El proceso de infección se divide en dos fases: infección primaria e infección secundaria (Figura 2A). Durante la infección primaria, el patógeno de la hernia de la col encuentra las raíces y las penetra, iniciando la infección. Aunque la infección primaria es importante, es durante la infección secundaria que la hernia de la col induce la formación de **hernias**, también llamadas clubes, en las raíces de plantas susceptibles. Las hernias son inflamaciones anormales en el tejido de la planta inducidos por patógenos de plantas o insectos. Las hernias impiden que la planta absorba agua y nutrientes del suelo y eventualmente esto causa que las plantas mueran. El ciclo de vida de la hernia de la col concluye con la formación de nuevas esporas en reposo, que son liberadas de nuevo al suelo, listas para infectar una nueva planta.

### ESPORA

Estructura creada por la hernia de la col, tiene una pared celular gruesa que le permite sobrevivir muchos años en el suelo cuando no es capaz de infectar una planta.

### HERNIA

Inflamación anormal o expansión del tejido de la planta por microbios patógenos de las plantas o insectos.

## ¿HERNIA DE LA COL O CLUB EN LAS RAÍCES?

Los clubes (hernias) son la razón por la cual esta enfermedad es conocida como hernia de la col. Cuando escuché por primera vez hernia de la col (club de la col, literalmente traducido del inglés), pensé que significaba que había un “club en las raíces”. Sin embargo, aunque suena muy divertido, la expectativa es muy diferente de la realidad (Figura 2B). Si alguien se divierte a causa de una raíz infectada, ¡definitivamente no es la planta! La realidad es que los clubes (hernias) inducidos por la hernia de la col son devastadores. En el laboratorio, encontramos que 21 días después de añadir hernia de la col al suelo, las plantas susceptibles empiezan a morir. El xilema y floema, que son los canales usados por las plantas para transportar agua y nutrientes, son totalmente bloqueados. Es también interesante notar que las hernias causadas por la hernia de la col son muy similares en diferentes plantas huéspedes (Figura 3).

## ¿CÓMO PODEMOS CONTROLAR LA HERNIA DE LA COL Y COMBATIR LA ENFERMEDAD QUE CAUSA?

Aunque la hernia de la col y la enfermedad que causa fueron descubiertas en los años 1600, hay muchas cosas que los científicos no saben [1]. Para controlar la enfermedad de la hernia de la col, los agricultores han estado usando compuestos químicos, como fungicidas, con muy poco éxito. La mejor estrategia es cultivar plantas resistentes a la enfermedad de la hernia de la col. Sin embargo, después de unos cuantos años, la hernia de la col desarrolla nuevas estrategias para infectar esas plantas resistentes, haciéndolas susceptibles a la enfermedad de la hernia de la col.

### Figura 3

Raíces infectadas por la hernia de la col: Canola (A), brócoli (B), arugula (C), y col rizada (D y E), y raíces sanas de canola (F).

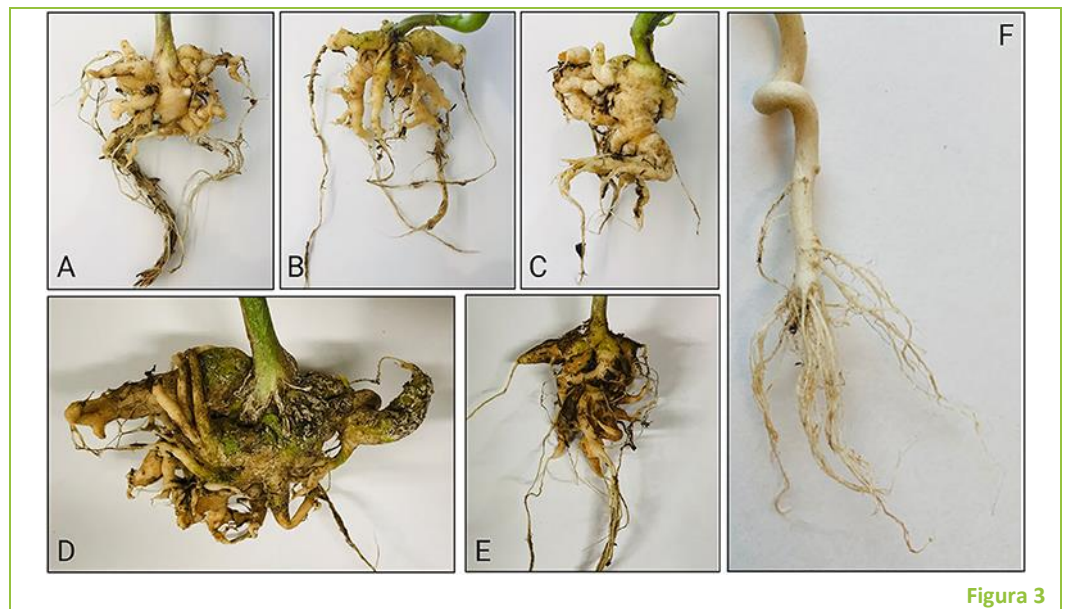


Figura 3

Estamos tratando de combatir a un enemigo que no entendemos muy bien, así que el primer paso en la guerra en contra de la hernia de la col es descubrir todos los trucos que este patógeno esconde bajo la manga. En la Universidad de Laval (Ciudad de Quebec, Canadá), científicos están dando pasos importantes hacia el entendimiento de la hernia de la col y la enfermedad que causa. Ellos quieren saber cómo la hernia de la col escapa el sistema inmune de

las plantas y cómo puede hacer que las células crezcan en forma de hernias. El objetivo primordial es desarrollar plantas que sean resistentes a la enfermedad de la hernia de la col, plantas que puedan sobrevivir en un campo de cultivo con o sin esporas de hernia de la col. Tal vez en unos cuantos años tú, la joven mente curiosa que está leyendo esto, serás parte del equipo que afronte a este intrigante patógeno.

## REFERENCIAS

- [1] Botero, A., García, C., Gossen, B.D., Strelkov, S.E., Toddd, C.D., Bonham-Smith, P.C. and Pérez López, E. 2019. Clubroot disease in Latin America: distribution and management strategies. *Plant Pathol.* 68: 827-833. +
- [2] Krämer, U. 2015. Planting molecular functions in an ecological context with *Arabidopsis thaliana*. *eLife*. e06100.DOI:10.7554/eLife.06100
- [3] Auer, S. and Ludwig-Müller, J. 2015. Biological control of clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) by the endophytic fungus *Acremonium alternatum*. *J Endocytobiosis Cell Res.* 26: 46-49.

**EDITED BY:** Helen Phillips, Saint Mary's University, Canada

**CITATION:** Pérez-López E (2021) From the Soil to the Club in the Roots: Clubroot. *Front. Young Minds* 9:562915. doi: 10.3389/frym.2021.562915

**CONFLICTO DE INTERESES:** Los autores declaran que este manuscrito ha sido escrito en ausencia de ninguna relación comercial, personal o financiera que pudiera constituir un conflicto de intereses potencial.

**COPYRIGHT** © 2021 PÉREZ-LÓPEZ. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

## YOUNG REVIEWERS

**ORIGINAL:**

**JUNIPER, EDAD: 11**

I like reading and coding. I also like animals. My favorite subjects in school are mathematics and art.

**TRADUCCIÓN:**

**LIAM, EDAD : 7**

Soy un niño curioso y me encanta aprender. Vivo rodeado de plantas y me gusta entender qué pasa con ellas.



## AUTORES



### EDEL PÉREZ-LÓPEZ

Soy un Profesor Asistente en el departamento de Ciencias de Plantas en la Universidad Laval, en la Ciudad de Quebec, Canadá. Soy originario de un pequeño pueblo agrícola en la Cuba y la agricultura ha sido siempre parte de mi vida. Por eso decidí estudiar bioquímica e investigar los patógenos que afectan a las plantas y la agricultura. En 2018, cuando escuché por primera vez acerca de la hernia de la col y la enfermedad que causa, me enamoré de ese intrigante patógeno, y ahora es la parte central de mi investigación. Espero que algún día uno de ustedes, alguna mente curiosa leyendo esto, pueda ser parte de Edelab (<https://edelabcriv.com/>) para descubrir los misterios detrás de las interacciones planta-patógeno. \*edel.perez-lopez.1@ulaval.ca

## TRADUCTOR

### PERLA GRISELLE MELLADO VAZQUEZ

Soy Dra. en ciencias en la Universidad Politécnica de Sinaloa en Mazatlán, México.

Defiendo que el conocimiento debe estar al alcance de todos, por eso estas iniciativas son increíbles. Me encantó participar en la traducción de este texto.