







# Caracterización del sistema productivo de cítricos, con énfasis en la enfermedad huanglongbing, en Ponedera, Atlántico

## Characterization of the citrus production system, with emphasis on huanglongbing disease, in Ponedera, Atlántico

Juan C. Gómez-Correa<sup>1\*</sup> ; Jacobo Robledo-Buriticá<sup>1</sup> ; Madeleyne Parra-Fuentes<sup>1</sup>   
Carlos E. Brochero-Bustamante<sup>1</sup> ; Luisa F. Guzmán-Sánchez<sup>1</sup> ; Lumey Pérez-Artiles<sup>1</sup> 

Recibido para publicación: octubre 04 de 2021 - Aceptado para publicación: diciembre 16 de 2021

### RESUMEN

El cultivo de cítricos en Colombia, desde el 2016, está en riesgo por la enfermedad huanglongbing – HLB. El municipio de Ponedera (Atlántico) es uno de los más afectados por la enfermedad, sin embargo, existe escasa información sobre el impacto en el sistema productivo de los cítricos. Con el propósito de categorizar a los productores, identificar sus condiciones y dimensionar el impacto del HLB, a 134 agricultores se les aplicó una encuesta semiestructurada con 79 preguntas sobre aspectos socioeconómicos, ambientales y agronómicos con énfasis en el conocimiento de la enfermedad. Mediante análisis descriptivo y correspondencia múltiple se seleccionaron las variables con mayor aporte a la categorización de los productores, con la identificación de cinco grupos de acuerdo con la asistencia a capacitaciones, especies cítricas, tipo y origen del material de propagación y categoría de edad del limón común (*Citrus aurantifolia* Swingle), y categoría de edad y marco de siembra de la lima ácida Tahití (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez). Este estudio determinó que entre 2016 y 2020, más del 85% de los agricultores perdió, al menos, el 50% de los árboles debido a limitantes como: carencia de riego (67,6%), de fertilización (75,4%), de control del psílido asiático de los cítricos (76,9%) o de HLB (87,3%). Asimismo, evidenció el efecto devastador de la enfermedad HLB en el cultivo. La caracterización de los productores estableció la capacitación como una variable diferenciadora, resultado que servirá para el desarrollo de ofertas tecnológicas, extensión agrícola y formación de clústeres productivos.

**Palabras clave:** Capacitación; Encuestas sobre explotaciones; Enfermedades de las plantas; Enverdecimiento; Estructura agrícola y frutales.

<sup>1</sup>Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, Centro de Investigación Caribia, Magdalena Colombia.

\*Autor para correspondencia: Juan C. Gómez-Correa  
Email: [jcgomez@agrosavia.co](mailto:jcgomez@agrosavia.co)

### ABSTRACT

In Colombia, the citrus industry is at risk since 2016 due to HLB (Huanglongbing) disease. The Ponedera municipality (Atlántico) is one of the most affected by the disease; however, there is little information about the impact of HLB on the citrus production system. With the purpose of categorizing the farmers, identifying their conditions, and assessing HLB impact, a semi-structured survey with 79 questions on socioeconomic, environmental, and agronomic aspects, with emphasis on knowledge of the disease, was applied to 134 farmers. Through descriptive analysis and multiple correspondence, variables with the highest contribution level to producers categorizing were selected. Five groups were chosen according to training attendance, citrus species, origin of plant material, key lime age (*Citrus aurantifolia* Swingle), and Tahiti lime age and planting frame (*Citrus × latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez). The study found that between 2016 and 2020, more than 85% of farmers lost at least 50% trees due to limitations such as lack of: irrigation (67,6%), fertilization (75,4%), Asian citrus psyllid management (76,9%) or HLB (87,3%) management. Likewise, it evidenced the devastating effect of HLB disease on crops. The producer characterization established training as a differentiating variable, a result that will serve for developing technological offers, agricultural extension, and productive clusters formation.

**Key words:** Agricultural structure; Farm surveys; Fruit crops; Greening; Plant diseases and training.

### Cómo citar

Gómez-Correa, J.C., Robledo-Buriticá, J., Parra-Fuentes, M., Brochero-Bustamante, C.E., Guzmán-Sánchez, L.F. y Pérez-Artiles, L. 2021. Caracterización del sistema productivo de cítricos, con énfasis en la enfermedad huanglongbing, en Ponedera, Atlántico. *Temas Agrarios* 26(2): 170-181. <https://doi.org/10.21897/rt.v26i2.2889>



**Temas Agrarios** 2021. Este artículo se distribuye bajo los términos de la Licencia Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>), que permite copiar, redistribuir, remezclar, transformar y crear a partir del material, de forma no comercial, dando crédito y licencia de forma adecuada a los autores de la obra.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de cítricos en Colombia es el segundo frutal por área cosechada, a nivel nacional, con 89.636 ha (MADR, 2020) presentes en seis núcleos conformados por diferentes departamentos: el Sur (Nariño y Cauca) con 6.093 ha, principalmente, de lima ácida Tahití y un rendimiento de 8 t ha<sup>-1</sup>, el Occidente (Antioquia, Valle del Cauca, Caldas, Risaralda y Quindío) con 25.217 ha de naranjo, mandarino o limón criollo y un rendimiento de 29 t ha<sup>-1</sup>, los Llanos Orientales (Meta y Casanare) con 6.661 ha de naranjo, principalmente, con un rendimiento de 14 t ha<sup>-1</sup>, el Centro (Tolima, Huila y Cundinamarca) con 15.924 ha de lima ácida Tahití y naranjo y un rendimiento de 9 t ha<sup>-1</sup>, el Nor – Oriente (Santander, Norte de Santander y Boyacá) con 24.366 ha de mandarino y lima ácida Tahití y un rendimiento de 12 t ha<sup>-1</sup>. Finalmente, la Costa Atlántica con Magdalena, Cesar, Atlántico y Bolívar, participa con el 8% del área nacional sembrada al cultivar 6.574 ha de limón criollo, lima ácida Tahití, naranjo y toronjo con un rendimiento de 13 t ha<sup>-1</sup> (MADR, 2021; MADR, 2020).

El municipio de Ponedera, ubicado en la región centro oriental del Atlántico, tiene un gran potencial agrícola y una fácil conectividad con Barranquilla, principal centro consumidor departamental, sin embargo, en el departamento, la producción agrícola se realiza de forma artesanal y a pequeña escala, con poca o ninguna tecnificación (ADR, 2019).

La caracterización de un sistema productivo permite determinar su estructura y funcionamiento, e identificar grupos de productores, por lo que se convierte en una herramienta para la formulación de proyectos de investigación, adaptación y vinculación de tecnologías (Páez *et al.*, 2004; Miranda-Salas *et al.*, 2019). Aspectos como la descripción geográfica y de la población

de interés, la metodología desarrollada y la caracterización productiva, sociocultural, ecológica, ambiental y económica, además de la validación de la tipología, se deben incluir en la caracterización de los cultivos (Cabrera *et al.*, 2004). Los estudios de caracterización del sistema citrícola en Casanare (Pulido *et al.*, 2009) y Meta (Cleves-Leguízamo y Jarma-Orozco, 2014) tipificaron los grupos de productores, mientras que, en el Magdalena y Atlántico Páez *et al.* (2004), tipificaron los aspectos técnicos del cultivo y las variables socioeconómicas y culturales.

Huanglongbing (HLB) o enverdecimiento de los cítricos es la enfermedad más importante del sistema productivo y se asocia con las bacterias: *Candidatus Liberibacter asiaticus* (CLas), *Ca. Liberibacter africanus* (CLaf) y *Ca. Liberibacter americanus* (CLam) (Thapa *et al.*, 2020). La especie de mayor distribución mundial es CLas, con reportes en África, América, Asia y Oceanía (EPPO, 2021), la cual se transmite durante la alimentación de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) o por injertación de plantas enfermas (Hall *et al.*, 2013; Hilf y Luo, 2020). El insecto vector, *D. citri* adquiere la bacteria de la savia elaborada de plantas infectadas de manera persistente, propagativa y circulativa, y una vez infectado, puede transmitir la enfermedad a plantas sanas (Hall *et al.*, 2013). La tasa de progreso de HLB es influenciada, principalmente, por la cantidad de inóculo, la población del vector y la edad de la plantación. El periodo de incubación varía de 1 a 2,5 años en plantas adultas y de 6 a 12 meses en plantas jóvenes. La incidencia puede llegar a la máxima expresión de 3 a 13 años después de los primeros síntomas (Gottwald, 2010).

En países del sudeste asiático, África, Sur, Centro y Norte América, HLB es responsable del deterioro y pérdida de la sostenibilidad de la cadena citrícola (Bassanezi *et al.*, 2013).

En el Atlántico, se diagnosticó HLB en 2016 (ICA, 2016), e implicó una pérdida estimada de 732 y 1.097 empleos directos e indirectos, respectivamente y una disminución de 34,1% en el área sembrada, entre 2017 y 2019 (MADR, 2021). Ponedera es un territorio de tradición cítrica con presencia de HLB desde 2016, pero con poca información sobre el impacto social, económico o fitosanitario de la enfermedad.

En esta investigación se realizó la caracterización del sistema productivo de los cítricos en Ponedera, Atlántico, con el propósito de categorizar los productores, identificar las condiciones productivas y dimensionar la afectación por HLB.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el año 2020 se visitaron 134 fincas de productores cítricos del municipio de Ponedera, Atlántico (Colombia), a quienes se les aplicó una encuesta semiestructurada, dando cumplimiento a la Ley Estatutaria 1581 de 2012 sobre tratamiento de datos personales. La encuesta incluía 79 preguntas sobre diferentes áreas temáticas y evaluó variables socioeconómicas, ambientales y productivas, con énfasis en los aspectos técnicos del cultivo, reconocimiento de *D. citri* y de síntomas de HLB, entre otros. En los lotes cítricos se realizó la inspección de *D. citri* en brotes. La información de las encuestas se consolidó en un base de datos, la cual se depuró, procesó y analizó mediante el tratamiento descriptivo de los datos.

Para seleccionar las variables que más aportaron a la categorización de los productores, se realizó un análisis de correspondencia múltiple mediante el método de Burt, a través del paquete FactoMineR (Lê *et al.*, 2008) del programa R (R Core Team, 2021). Se seleccionaron las variables que más aportaron a las varianzas de cada componente principal (coeficiente de correlación superior a 0,6) (Giraud y Morantes, 2017). Se realizó un dendrograma con la agrupación jerárquica mediante el método de Ward (Espinell, 2015).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Aspectos socioeconómicos y culturales

Los citricultores de Ponedera pertenecían a los grupos etarios persona mayor (>60 años), adultez (27 a 59 años) y juventud (14 a 26 años) en 55,2; 42,5 y 0,7%, con una experiencia en el cultivo de 1 a 70 años. El 71,6% de las personas mayores iniciaron la actividad económica hace 5 años. Useche (2020) afirma que, en Colombia, el sector agropecuario se enfrenta a la falta de relevo generacional, especialmente, por la acelerada migración de los jóvenes para mejorar su condición socioeconómica.

El 73,9% de los citricultores tenían algún grado de formación, donde el 4,5% era en educación superior. Estos resultados coinciden con Leibovich y Estrada (2008), quienes afirman que la población rural nacional tiene un nivel educativo bajo. No obstante, el nivel de escolaridad fue superior al de los citricultores del Meta donde un 83,1% no culminaron la primaria (Cleves-Leguizamo y Jarma-Orozco, 2014).

Independiente del grado de escolaridad, se observó una alta participación de los citricultores en capacitaciones relacionadas con el sistema productivo (73,9%). Entre las áreas temáticas con mayor participación se encontraron: plagas (72,4%), nutrición (71,6%), podas (70,9%), establecimiento del cultivo (68,7%), manejo integrado de plagas (63,4%), enfermedades (61,2%) y cosecha (55,2%). En las áreas de riego, postcosecha y comercialización se capacitaron entre el 25,4 al 32,8% de los citricultores.

Se estima que la priorización en las temáticas formativas pudo estar influenciada por las disposiciones de la organización nacional de protección fitosanitaria (ONPF), como medida ante la emergencia fitosanitaria por HLB (ICA, 2019) u otras plagas en el cultivo.

Respecto a la educación y capacitación en el sector agrícola, Trujillo (2009) las relaciona con el desarrollo tecnológico, competitivo y productivo, por ello, para la citricultura de Ponedera se debe focalizar un paquete formativo, acorde con las necesidades técnicas de los productores y los requerimientos del mercado.

El área de los predios oscilaba entre 0,5 a 80 ha, donde el 81,3% es menor a 5,6 ha, el 10,4% tenían entre 5,6 y menos de 10 ha, y el 8,2% eran de 10 o más ha. El 82,1% de los productores dedicaban 5,6 ha al cultivo de cítricos y el 44,7% destinaban más del 60% del área total a sistemas pecuarios. El 1,5% de los productores eran arrendatarios, trabajadores o ejercían otras funciones asociadas al cultivo. Predominaba el acceso a los predios por vías terciarias o secundarias destapadas (55,2%) y secundarias o primarias pavimentadas (44,1%). Los predios tenían servicios como: telefonía móvil (94%), energía eléctrica (23,1%), acueducto (4,5%) y aseo (2,2%), sin embargo, ninguno poseía alcantarillado ni red domiciliaria de gas natural. Los predios disponían las aguas servidas en un cauce natural (52,2%) o pozo séptico (22,4%). La quema de residuos inorgánicos (83,6%) y empaques agrícolas (80,6%) era una práctica común, no obstante, el 69,4% compostaba los residuos orgánicos.

Respecto a la media nacional, Ponedera mostró un 25% más de citricultores dueños de predios (97%), con una agremiación tres veces mayor (84,3%) (DANE, 2016). Estos datos, perfilan la citricultura en Ponedera como una actividad administrativa, económica, comercial y socialmente promisoría. García-Ávila *et al.* (2021) sugieren que es necesario un programa regional que facilite la implementación de nuevas especies cítricas y que potencie estrategias como: detección temprana de plantas positivas, eliminación de material infectado, control de *D. citri* y protección del material de siembra sano establecido.

## Aspectos técnicos

El área destinada a coberturas vegetales y conservación en los predios citrícolas fue menor al 25%, en el 80,6% de los predios, y el 94,8% no poseía área mecanizada. Por otro lado, el 32,4% de los predios contaba con acceso al recurso hídrico, ya fuera por medio del distrito de riego (52,3%), un reservorio (29,5%) o pozo profundo (18,2%), y solo el 10,4% tenía canales de drenajes. El 97,7% de los predios usó sistema de riego como la inundación o aspersión, los cuales son menos eficientes en el uso del agua, respecto al riego por goteo que alcanza eficiencias teóricas del 90 al 95% (Antunez *et al.*, 2009).

El 61,2% de los productores estableció lima ácida Tahití (*Citrus x latifolia* Tanaka ex Q. Jiménez), el 22,4% limón común (*Citrus aurantifolia* Swingle), el 14,9% ambas especies y el 1,5% mandarinas, naranjas, pomelos, lima ácida Tahití y limón común. Además de cítricos, el 96,3% de los productores cultivaban: frutales (76,9%), raíces y tubérculos (64,9%), cereales (32,8%), pastos (19,4%), hortalizas (19,4%) y permanentes (3,7%). Los citricultores se caracterizaron por el establecimiento de plántulas de limón común a partir de semilla y de lima ácida Tahití a partir de material injertado (95,2%) procedente de otro departamento (93,3%), sin conocimiento del portainjerto empleado (100%). En lima ácida Tahití, la densidad de siembra osciló entre 278 a 333 (38,5%), 625 a 1111 (28,8%) y 400 a 500 plantas/ha (13,5%), con el predominio de huertos entre 3 y 5 años (84,6%).

Los marcos de siembra más empleados eran 6 x 6 (38,5%), 4 x 4 (28,8%) y 5 x 5 m (13,4%). En limón común, las densidades de siembra oscilaron entre 278 (32,7%), 625 (15,4%) y 111 (11,5%) plantas/ha, con predominio de huertos de 18 años (50%), de 5 a 12 años (25%) y de menos de tres años (11,5%). Los marcos de siembra más empleado eran 6 x 6 (36,1%), 4 x 4 (17%) y 3 x 3 m (12,8%).



En cuanto a las prácticas agronómicas, 24,6% de los productores fertilizaron y quienes lo hicieron, disponían de una (39,4%), dos (36,4%) o de tres a cinco (24,2%) fuentes de fertilización, entre ellas: triple 15, urea, fertilizantes foliares, DAP, KCl y cafetero. Respecto a las podas, el 23,9% hicieron podas de mantenimiento, el 4,5% de formación y el 3% fitosanitarias. El manejo de arvenses se realizaba de forma manual (46,3%), con herbicidas (4,5%) o con la combinación de ambas estrategias (6,7%). El análisis físico o químico de suelos se realizó en el 69,4% de las fincas, de ellos el 22,6% lo realizó hace 2 a 3 años, el 76,3% más de 3 a 5 años y el 1,1% hace más de cinco años. Los resultados evidencian que, aspectos como: gestión de los suelos, conservación de coberturas vegetales, siembra de material vegetal sano, utilización de distancias de siembra unificadas o adaptadas, empleo de sistemas de riegos y drenajes idóneos y manejo agronómico requieren mayor atención, ya que la tecnificación del cultivo repercute sobre la rentabilidad y estabilidad del agricultor a largo plazo (Páez *et al.*, 2004).

### Aspectos fitosanitarios

Sobre las plagas (artrópodos y enfermedades), el 79,9% de los citricultores manifestó la presencia de árboles afectados por termitas (Blattodea: Termitoidae), 61,2% por ácaro hindú [*Schizotetranychus hindustanicus* (Hirst, 1924) (Acari: Tetranychidae)] y 25,4% por minador [*Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae)]. En el 24,6% de los predios se encontró *D. citri*, cuyo manejo se realizó por control químico (20,1%) o por combinación de estrategias químicas y culturales (2,2%).

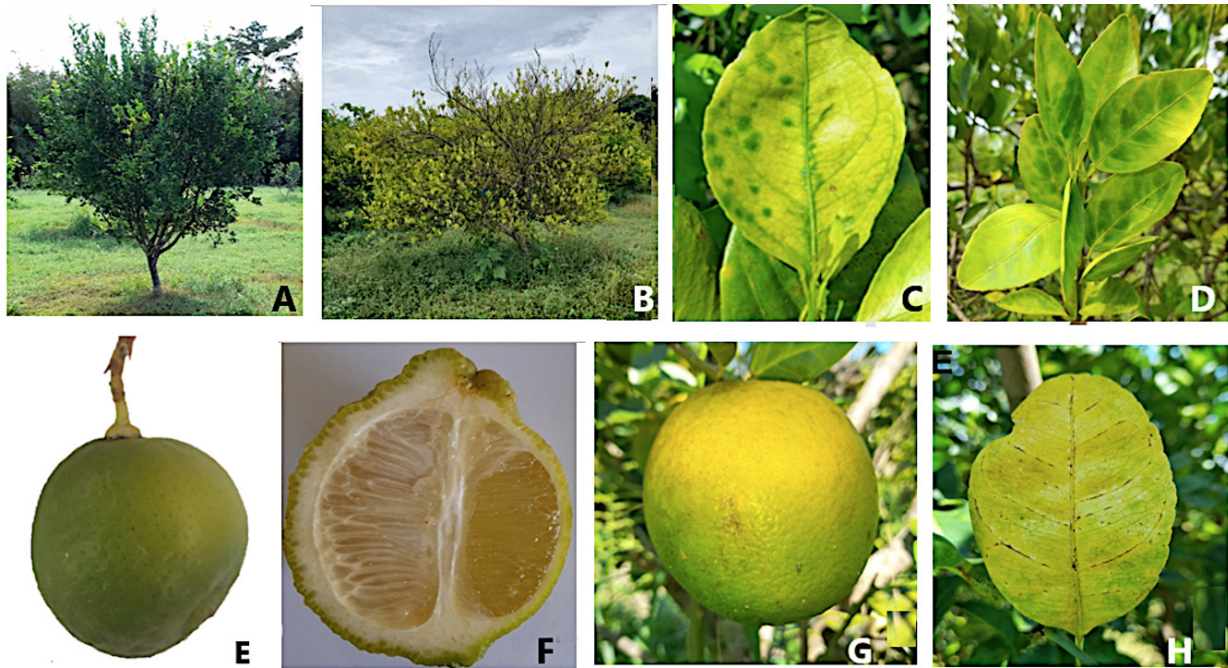
Entre quienes realizaron control químico, el 80% empleó un producto, 16,7% dos y 3,3% tres o más. Los ingredientes activos registrados más utilizados eran: Sulfoxaflor y Beta-cyfluthrin más Imidacloprid, compuestos indicados por Santos *et al.* (2020)

para el control de *D. citri*. El 25,4% de los encuestados afirmó tener árboles afectados por la fisiopatía identificada como Wood Pocket o mancha sectorial y 13,4% por la tristeza de los cítricos (*Citrus Tristeza Virus*). Ninguno afirmó tener árboles con gomosis (*Phytophthora* sp. o *Lasiodiplodia* sp.).

Respecto al reconocimiento de la sintomatología asociada a HLB, los productores afirmaron ver los primeros síntomas a partir de 2017, sin embargo, pocos implementaron acciones dirigidas al manejo de la enfermedad (12,7%) y de *D. citri* (87,3%). El 51,5% de los productores reconocen los síntomas: ramo clorótico, moteado asimétrico, muerte descendente, frutos deformados, venas corchosas (Figura 1) y caída de frutos, de ellos, 66,7% distinguían tres o más síntomas, 20,3% dos y 13% uno. Se considera bajo el porcentaje de productores que reconocen los síntomas de HLB, en función de que una de las estrategias de manejo oportuna es la detección temprana y eliminación oportuna de árboles infectados con HLB (García-Ávila *et al.*, 2021), la cual resulta ineficiente si se realiza de manera aislada e individual.

La pérdida de árboles por HLB, se estimó en  $85,8 \pm 21\%$ , con variación del impacto, según la edad y especie cultivada. En cultivos de lima acida Tahití con árboles de 3 a 5 años y de 5 a 12 años, se presentó la pérdida de plantas entre el 99,3 al 100 y 94,7%, respectivamente.

En huertos de limón común con árboles entre los 3 a 5 años y entre 5 a 12 años, se presentó muerte de plantas del 50 al 95,1% y del 33,3 al 96,9% respectivamente, y en los cultivos con árboles entre 12 a 18 años, se reportó la muerte del 94,7%. En predios con árboles mayores de 18 años, algunos productores no reportaron árboles muertos, mientras que otros alcanzaron pérdidas del 96,1 y 99,5%.



**Figura 1.** Síntomas de la enfermedad HLB: A. Ramo clorótico; B. Muerte descendente; C. Islas verdes; D. Ramo clorótico con moteado asimétrico; E-F. Fruto deformado; G. inversión de color en frutos; H. Venas corchosas. Fotografías: Autores. Fuente: Elaboración propia.

Bassanezi *et al.* (2011) afirman que la magnitud del impacto de la enfermedad depende en gran medida del manejo agronómico y de la edad del cultivo. Después de la pérdida de las plantas por HLB, el 8,2% de los productores hizo renovación del cultivo.

Con la erradicación y muerte de árboles por HLB o problemas fitosanitarios, Ponedera cambió la vocación productiva de limón común a lima ácida Tahití, especie que por HLB, registró 85,8% de pérdida media de árboles y, más del 90% de los productores, pérdidas superiores al 50%. En establecimiento (0 - 3 años) e inicio de producción (3 - 5 años), encontraron pérdidas superiores al 75%.

El análisis de los resultados de este estudio con los obtenidos por Páez *et al.* (2004) evidenciaron que en Ponedera el cultivo de lima ácida Tahití se seleccionó como una alternativa de renovación ante el envejecimiento y pérdida de plantas de limón común que estaba establecido en el 100% de los predios, así mismo, se observó un aumento entre el 231,7 y 925,8% en la densidad de siembra de

esta especie, que se cultivaba con 120 a 150 plantas/ha. También se observó que las termitas y el minador permanecen como las plagas comúnmente reportadas por los productores. Aspectos contrastantes, como la disminución en las prácticas de control de arvenses y, en las podas de formación y de mantenimiento permiten replantear los programas de capacitación para los productores.

### Categorización de los productores

De la encuesta, se derivaron 84 variables jerarquizadas (Tabla 1), lo que evidenció en el análisis de correspondencia múltiple que, los primeros cinco componentes principales o dimensiones explican el 68% de la varianza total observada, mientras que la primera y segunda dimensión explican el 52,8%.

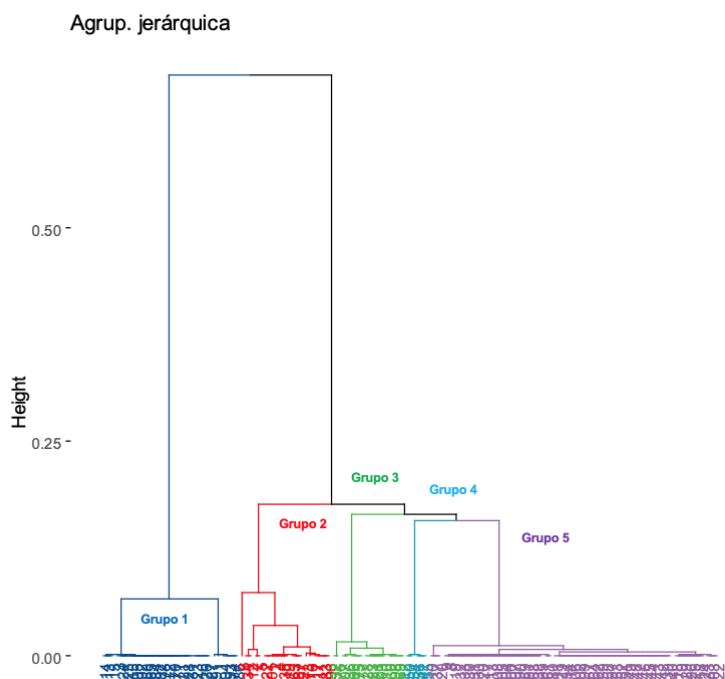
Las 11 variables que aportaron, significativamente, al porcentaje de variación acumulado, según el coeficiente de determinación eran: asistencia a capacitaciones (en establecimiento, nutrición, plagas, podas), especies cítricas establecidas, tipo de propagación, ori-

gen del material de propagación, categoría de edad y marco de siembra del cultivo de lima de ácida Tahití, y categoría de edad del cultivo de limón común (Tabla 2). El análisis de

agrupamiento jerárquico de las variables generó cinco grupos de productores de cítricos en Ponedera (Figura 2) según las siguientes variables características:

**Tabla 1.** Áreas temáticas, subáreas y principales variables derivadas a partir de la encuesta semiestructurada aplicada. Fuente: Elaboración propia.

Área temática	Sub-área	Variables
Aspectos técnicos	Del cultivo	Especies cítricas cultivadas; Distancia de siembra; Origen y tipo de propagación del material de siembra; Tiempo de establecimiento del cultivo; Número de árboles establecidos antes de HLB; Número de árboles establecidos al momento de la encuesta.
	Manejo agronómico	Dispone de agua para riego; Fuente del agua para riego; Análisis físico o químico de suelos; Tiempo desde el último análisis; Fertilización; Fuentes de fertilización; Control de arvenses; Tipo de control de arvenses realizado; Labores de podas; Tipo de podas realizadas.
	Plagas	Artrópodos plagas percibidas; Estrategias de manejo y control de <i>D. citri</i> ; Productos utilizados en el manejo y control de <i>D. citri</i> ; Enfermedades percibidas; Identifica la enfermedad HLB; Síntomas asociados a la enfermedad identificados; Estrategias de manejo y control de HLB.
Aspectos socioeconómicos y culturales	Sociales	Edad del productor; Nivel de escolaridad; Asistente a eventos de formación (capacitaciones) en el sistema productivo; Temas en los que ha sido capacitado; Tiempo de experiencia en el cultivo; Asociación o gremio al que pertenece.
	Económicos	Relación con el predio; Área del predio; Área agrícola; Área pecuaria; Especies cultivadas.
	Logísticos	Vías de acceso; Servicios públicos domiciliarios; Disposición de aguas servidas, residuos orgánicos e inorgánicos.



**Figura 2.** Grupos de productores de cítricos del municipio de Ponedera, Atlántico (Colombia), con base en 11 variables socioeconómicas y del cultivo seleccionadas. Fuente: Elaboración propia.

**Grupo 1:** conformado por 30 (22,4%) productores. El grupo se caracterizó por agrupar a los productores que sólo cultivan limón común, además el 86,7% tiene cultivos de más de 18 años y el 80,0% nunca asistió a capacitaciones.

**Grupo 2:** integrado por 20 (14,9%) productores, donde el 100% asistió a algún evento de formación y, entre el 90% y 100%, lo hicieron en las áreas temáticas identificadas entre las variables seleccionadas (Tabla 1). Los productores cultivaban más de una especie cítrica, entre ellas: lima ácida Tahití, limón común, mandarina, naranja o pomelo. Quienes producían lima ácida Tahití compraban la semilla injertada en otro departamento. Un 75% de los productores del grupo tenían cultivos establecidos en marcos de siembra estrechos (menores a 5 x 5 m), con plantas entre 3 o 5 años, mientras que el 65% tenían cultivos de limón común entre 5 y 12 años.

**Grupo 3:** conformado por 15 (11,2%) productores, donde el 73,3% de los productores del grupo nunca han sido capacitados. El 86,7% de los productores solo cultivan lima ácida Tahití injertada en otro departamento, además, el 66,7% tenían cultivos establecidos en marcos de siembra estrechos (menores a 5 x 5 m). El 13,3% de los productores del grupo cultivaban limón común y lima ácida Tahití.

**Grupo 4:** integrado por 5 (3,7%) productores, que se caracterizaron por estar capacitados en establecimiento del cultivo, nutrición, plagas y podas. Los productores del grupo producían exclusivamente lima ácida Tahití, sin embargo, el 40% no conocían el tipo de propagación, ni su procedencia. Además, el 60% de los cultivos se encontraban establecidos en marcos de siembra regulares, más de 5 x 5 y menos de 7 x 7 m, tampoco conocían la edad del cultivo.

**Tabla 2.** Coeficiente de determinación de las 11 variables seleccionadas en cada una de las dimensiones para la construcción de los grupos de productores de cítricos del municipio de Ponedera, Atlántico (Colombia).

Variables	Dim 1	Dim 2	Dim 3	Dim 4	Dim 5
Asistencia a capacitaciones	0,76	0,05	0,00	0,00	0,02
Capacitado en establecimiento	0,66	0,06	0,01	0,01	0,04
Capacitado en nutrición	0,71	0,06	0,01	0,01	0,02
Capacitado en plagas	0,66	0,06	0,01	0,01	0,04
Capacitado en podas	0,72	0,03	0,01	0,01	0,03
Especies cítricas establecidas	0,78	0,33	0,13	0,09	0,14
Tipo de propagación de lima ácida Tahití	0,76	0,09	0,14	0,04	0,24
Origen del material de propagación de lima ácida Tahití	0,76	0,01	0,12	0,03	0,23
Categoría de edad del cultivo de lima ácida Tahití	0,63	0,25	0,08	0,22	0,23
Marco de siembra del cultivo de lima ácida Tahití	0,70	0,01	0,33	0,16	0,17
Categoría de edad del cultivo de limón común	0,70	0,38	0,11	0,12	0,14



**Grupo 5:** conformado por 64 (47,8%) productores, donde el 100% asistió a algún evento de formación, con una participación entre el 95,3 y 100% en las áreas temáticas de nutrición, plagas o podas. Los productores se caracterizaron por producir exclusivamente lima ácida Tahití injertada, en otro departamento. El 82,8% de los cultivos tenían más de 3 o menos de 5 años y un 51,6% estaba establecido en marcos de siembra mayores a 5 x 5 m.

Independientemente del grupo, alrededor del 85% de los citricultores perdieron más del 50% de los árboles producto de las limitantes fitosanitarias, abióticas y de manejo del cultivo, como: el elevado porcentaje de cultivos sin riego (67,6%) ni fertilización (75,4%) ni prácticas de control de *D. citri* (76,9%) ni de HLB (87,3%), lo que pudo favorecer a la dispersión e impacto de la enfermedad en un corto periodo de tiempo. Plantaciones de limón común afectadas por HLB y con un deficiente manejo de riego y fertilización, se volvieron improductivas, en cambio, cuando dichas labores agronómicas fueron adecuadas, exhibieron una reducción del rendimiento entre el 40 y 60% (Robles-González *et al.*, 2017).

Las variables asociadas al componente técnico del cultivo, el tipo de sistema productivo y la capacitación contribuyeron en mayor medida a la diferenciación de los productores de Ponedera, además, permiten perfilar la formación continuada de los productores en aspectos técnicos, la conformación de grupos o clústeres, el desarrollo de ofertas tecnológicas y su vinculación, como estrategias de alto impacto que contribuirían a la transformación sostenible del sector cítrícola. La creación de tecnologías adaptadas a las condiciones de los productores es clave para el desarrollo de la agricultura en países como Colombia

(Cristancho y Uribe, 2007). Asimismo, la integración de la investigación con la extensión fundamentada en sistemas tecnológicos y acercamientos transdisciplinarios es un eslabón fundamental para el fortalecimiento, adaptación y recuperación de la citricultura frente a HLB (NASEM, 2018).

## CONCLUSIONES

La baja tecnificación de los sistemas productivos y las limitantes abióticas y fitosanitarias, sumadas al efecto devastador de la enfermedad HLB, llevó a un alto porcentaje de árboles muertos con la consecuente reducción en el área sembrada y cosechada, producción y rendimiento en el municipio de Ponedera, Atlántico (Colombia). Los aspectos técnicos del cultivo, la formación continuada de los agricultores y la variedad de cítricos sembrada son las variables que diferencian a los productores. Así, la continuación en la capacitación de los citricultores, conformación de clústeres productivos, creación y vinculación de ofertas tecnológicas adaptadas a las condiciones locales, de acuerdo con las variedades de cítricos cultivadas, pueden ser estrategias de alto impacto en la diferenciación de los citricultores de Ponedera, en favor de su desarrollo económico y social.

## AGRADECIMIENTOS

A los ingenieros agrónomos Ronald Manuel Camacho Beltrán y Wdeymer Cristóbal Vásquez Cantillo, por aplicar las encuestas; a los productores de cítricos de Ponedera (Atlántico) por abrir sus puertas, compartir su conocimiento y experiencia en el sistema productivo de cítricos; y a AGROSAVIA e ICA por la financiación del Convenio Derivado No. 8, proyecto "Acciones para mantener y mejorar estatus fitosanitario en sistemas productivos

de cítricos y musáceas en Colombia”, dentro del cual se ejecutó esta investigación desde el Centro de Investigación Caribia.

### Conflicto de intereses

Los autores declaran que es un trabajo original y no existió conflicto de intereses de ningún tipo en la elaboración y publicación del manuscrito.

### REFERENCIAS

#### Agencia de Desarrollo Rural – ADR. 2019.

Plan Integral de Desarrollo Agropecuario y Rural con enfoque territorial, Tomo II. Departamento de Atlántico.

[https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/ATLANTICO-TOMO-II-1\\_compressed-1.pdf](https://www.adr.gov.co/wp-content/uploads/2021/07/ATLANTICO-TOMO-II-1_compressed-1.pdf)

#### Antunez B., Mora L., Felmer E. y Mora L.

**2009.** Eficiencia de riego en sistemas localizados.

<https://hdl.handle.net/20.500.14001/7279>

#### Bassanezi, R., Belasque, J. and Montesino, L.

**2013.** Frequency of symptomatic trees removal in small citrus blocks on citrus huanglongbing epidemics. *Crop Protection* 52: 72-77.

<https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.012>

#### Bassanezi, R., Montesino, L., Godoy, G., Filho, A. and Amorin, L.

**2011.** Yield loss caused by huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil. *European Journal of Plant Pathology* 130:577-586.

<https://doi.org/10.1007/s10658-011-9779-1>

#### Cabrera, D., García, A., Acero, R., Castaldo, A., Perea, J. y Martos, J.

**2004.** Metodología para la caracterización y tipificación de sistemas ganaderos. Universidad de Córdoba. Documentos de Trabajo Producción Animal y Gestión. DT, 1.

#### Cristancho, E. y Uribe, C.

**2007.** Inversiones en ciencia, tecnología e innovación para el sector pecuario por parte del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 20(4): 512–515.

#### Cleves-Leguizamo, J. and Jarma-Orozco, A.

**2014.** Characterization and typification of citrus production systems in the department of Meta. *Agronomía Colombiana* 32(1): 113-121.

<http://dx.doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n1.42164>

#### DANE. 2016.

Colombia – Tercer Censo Nacional Agropecuario – 2014 – 3er CNA.

[https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/513/get\\_microdata](https://microdatos.dane.gov.co/index.php/catalog/513/get_microdata)

#### EPPO. 2021.

Distribution “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” (LIBEAS).

<https://gd.eppo.int/taxon/LIBEAS/distribution>

#### García-Ávila, C., Trujillo-Arriaga, F., Quezada-Salinas, A., Ruiz-Galván, I., Bravo-Pérez, D., Pineda-Ríos, J., Florencio-Anastasio, J. and Robles-García, P.

**2021.** Holistic area-wide approach for successfully managing citrus greening (Huanglongbing) in Mexico. En: Hendrichs, J., Pereira, R., and Vreysen, M. (Ed). *Area-Wide Integrated Pest Management*, CRC Press, p.33-49.

<https://doi.org/10.1201/9781003169239-4>

- Espinel, P. 2015.** Procedimiento para efectuar una clasificación ascendente jerárquica de un conjunto de puntos utilizando el método de Ward. *Infociencia* 9(1): 13-18.
- Gottwald, T. 2010.** Current epidemiological understanding of citrus huanglongbing. *Annual Review of Phytopathology* 48:119-139.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-073009-114418>
- Giraud, L. y Morantes, G. 2017.** Aplicación del análisis multivariante para la sostenibilidad ambiental urbana. *Bitácora Urbano-Territorial* 1(27): 89-100.  
<https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n1.52110>
- Hall, D., Richardson, M., Ammar, E. and Halbert, S. 2013.** Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri*, vector of citrus huanglongbing disease. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 146(2): 207-223.  
<https://doi.org/10.1111/eea.12025>
- Hilf, M. and Luo, W. 2020.** Inoculation period and citrus host effect establishment of new infections of “*Candidatus Liberibacter asiaticus*” transmitted via vegetative grafting. *Plant Disease* 104(7).  
<https://doi.org/10.1094/PDIS-09-19-2022-RE>
- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. 2016.** Resolución 10508 de 2016 “Por medio de la cual se declara en cuarentena fitosanitaria el departamento del Atlántico, por la presencia de la plaga denominada huanglongbing (HLB) de los cítricos”  
<https://www.ica.gov.co/getattachment/7b0cf8e8-c92a-480f-8c8a-af6417107bec/2016R10508.aspx>
- Instituto Colombiano Agropecuario – ICA. 2019.** Resolución 1668 de 2019 “Por medio de la cual se declaran la enfermedad huanglongbing (HLB) de los cítricos y su vector el insecto *Diaphorina citri* Kuwayama como plagas de control oficial y se establecen las medidas fitosanitarias para su manejo y control”.  
<https://www.ica.gov.co/getattachment/877b5bbb-0f20-4253-9f7d-7b20f03e2629/2019R01668.aspx>
- Lê, S., Josse, J. and Husson, F. 2008.** FactoMineR: An R package for multivariate analysis. *Journal of Statistical Software* 25(1): 1-18.  
<https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Leibovich, J. y Estrada, L. 2008.** Competitividad del sector agropecuario colombiano., En: Consejo Privado de Competitividad (Ed). Informe nacional de competitividad 2008 -2009: Ruta a la prosperidad colectiva. CPC, Bogotá, p139-168.  
<https://compite.com.co/wp-content/uploads/2017/05/INC2008.pdf>
- National Academies of Sciences Engineering and Medicine - NASEM. 2018.** A Review of the citrus greening research and development efforts supported by the citrus research and development foundation: fighting a ravaging Disease. The National Academies Press, Washington.  
<https://doi.org/10.17226/25026>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR. 2020.** Base Agrícola EVA 2007-2019 (P)  
<https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=59>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural – MADR. 2021.** Cadena del cítricos. Indicadores e instrumentos. Segundo trimestre 2021. Sistema de información de gestión y desempeño de organizaciones de cadenas – SIOC  
<https://sioc.minagricultura.gov.co/Citricos/Documentos/2021-06-30%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

- Miranda-Salas, T., Rodríguez-Yzquierdo, G., León-Pacheco, R. y Gómez-Correa, J. 2019.** Tipologías de productores de piña (*Ananas comosus* (L.) Merr.) en el departamento del Meta, Colombia. Revista UNELLEZ Ciencia y Tecnología 37: 26-37.
- Páez, A., Robledo, L., Buelvas, S., López, O., Torregroza, G., Cuello, J., Caicedo, A., Ávila, R. y Venegas, N. 2004.** Caracterización de los sistemas de producción de cítricos y papaya en la región Caribe colombiana. Corpoica, Valledupar, p10-77.
- Pulido, S., Arguelles, J., Alvarado, B. y Polanco, N. 2009.** Tipificación de productores de cítricos en el departamento del Casanare. En: Orduz, J., Pulido, S., Alvarado, B., Polanco, N., Almansa, E., Julesmar, A., Salamanca, C., Arguello, J., y Arguelles, J. (Ed). Evaluación de la citricultura del departamento del Casanare y recomendaciones para su mejoramiento productivo, Corpoica, Villavicencio, p31-45.
- R Core Team. 2021.** R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna.  
<https://www.R-project.org/>
- Robles-González, M., Orozco-Santos, M., Manzanilla-Ramírez, M., Velázquez-Monreal, J. y Carrillo-Medrano, S. 2017.** Efecto del HLB sobre el rendimiento de limón mexicano en Colima, México. Revista Mexicana De Ciencias Agrícolas 8(5): 1101-1111.  
[10.29312/remexca.v8i5.111](https://doi.org/10.29312/remexca.v8i5.111)
- Santos, O., Guerrero, M. y Palacino, J. 2020.** Bases para el Manejo Integrado de *Diaphorina citri* (*Hemiptera: Liviidae*): vector del HLB de los cítricos. ICA-ASOHOFRUCOL, Bogotá, p16-19.
- Thapa, S., De Francesco, A., Trinh, J., Gurung, F., Pang, Z., Vidalakis, G., Wang, N., Ancona, V., Ma, W. and Coaker, G. 2020.** Genome-wide analyses of *Liberibacter* species provides insights into evolution, phylogenetic relationships, and virulence factors. Molecular Plant Pathology 21(5): 716-731.  
<https://doi.org/10.1111/mpp.12925>
- Trujillo, S. 2009.** La Educación como factor generador de competitividad Agropecuaria en Colombia. Tesis en Zootecnia, Universidad de La Salle, Bogotá.
- Useche, J. 2020.** Factores asociados al relevo generacional en la producción agropecuaria familiar, en la zona rural del municipio en San José del Guaviare. Tesis de Maestría en Agrociencias, Universidad de La Salle, Bogotá.