

**Universidad De Costa Rica**

**Sede de Guanacaste**

**Carrera Desconcentrada de Agronomía**

**Situación de Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) del cantón de Hojanca, Guanacaste**

**Sustentante:**

**Marco Alonso Méndez Cordero**

**Carné: B44218**

**Práctica dirigida para optar al el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo con el grado de Licenciado en Agronomía**

**Equipo Asesor:**

**Directora académica: M.G.A Ana Patricia Vásquez Soto, UCR**

**Tutor de campo: M.G.A Guillermo Rodríguez Calderón, SFE**

**Lector: Jorge Claudio Vargas Rojas, UCR**

**Lector: José Gerardo Villareal Mayorga, SFE**

**2022**

Situación de Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) del cantón de Hojanca, Guanacaste

Marco Alonso Méndez Cordero

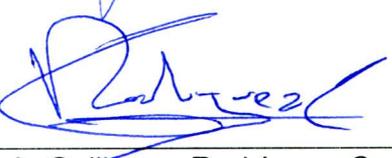
PRÁCTICA DIRIGIDA PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO CON EL GRADO DE LICENCIADO EN AGRONOMÍA

  
M.G.A. Ana Patricia Vásquez Soto

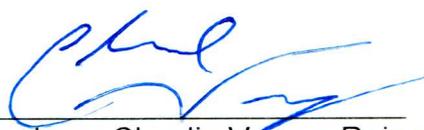
DIRECTORA DE PRÁCTICA DIRIGIDA

  
M. Sc. Jacqueline Cerdas Solano

COORDINADORA DE LA CARRERA

  
M.G.A. Guillermo Rodríguez Calderón

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

  
M. Sc. Jorge Claudio Vargas Rojas

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

  
Lic. José Gerardo Villarreal Mayorga

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

  
Marco Alonso Méndez Cordero

SUSTENTANTE

## **Agradecimientos**

A la Universidad de Costa Rica, que me dio todo.

A los productores de naranja del cantón de Hojancha, quienes sacaron de su valioso tiempo para llevar a cabo esta investigación.

Al Servicio Fitosanitario del Estado, institución que permitió el desarrollo de este proyecto y sus funcionarios de la UOR Chorotega, Guillermo, Fabián, Gerardo y Marlon.

## **Dedicatoria**

A la memoria de mi madre Olga Cordero, quien sigue acompañando cada uno de mis días. Por el carácter, la humildad y la perseverancia que me inculcó, desde niño.

A mi padre Juan Bautista, una guía y apoyo incondicional, en cada paso que doy. A mi hermano Diego, cuyo apoyo siempre tuve. Esto es por y para ellos.

A mi novia Irina, sin su apoyo incondicional no hubiera alcanzado esta meta. La primera de muchas juntos.

A mis profesores, que en cada uno de los cursos contribuyeron para formarme como profesional. En especial a la profesora Ana Patricia Vásquez Soto, por su dedicación, atinadas observaciones y exigencia.

A mis compañeros que, en cada clase, en cada café, en cada gira, en cada mesa de estudio; hicieron este reto más ameno. En especial a Carlos Morales y Diego Abarca, quienes ahora los considero mis hermanos.

A la Universidad de Costa Rica, cuyo ingreso cambió mi vida y con la que estaré agradecido por siempre.

## Índice General

Capítulo I.....	10
1.1    Introducción .....	10
1.2    Objetivos .....	13
1.2.1    Objetivo general.....	13
1.2.2    Objetivos específicos .....	13
1.3    Revisión de literatura .....	13
1.3.1    Huanlongbing ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) (HLB).....	13
1.3.2    Transmisión del HLB.....	14
1.3.3    Distribución de la enfermedad en Costa Rica .....	16
1.3.4    Impacto socioeconómico de HLB en el mundo .....	17
1.3.5    Impacto de HLB en Costa Rica.....	18
1.3.6    Estrategias de manejo integrado de HLB.....	19
1.3.6.1    Diagnóstico y erradicación .....	19
1.3.6.2    Control del vector .....	21
1.3.6.3    Resiembra de árboles certificados .....	24
1.3.7    Costos de manejo integrado de HLB .....	25
1.4    Metodología .....	25
1.4.1    Sitio y población de estudio .....	25
1.4.2    Recolección de datos.....	26
1.4.4    Elaboración de manual de manejo integrado de HLB .....	27
1.4.5    Análisis de costos de manejo integrado de HLB.....	28
Capítulo II. Resultados y discusión .....	28
2.1    Caracterización de la población.....	28
2.1.1    Productores por distrito.....	29

2.1.2 Tamaño de las plantaciones .....	30
2.1.3 Patrones y variedades de copa utilizados.....	32
2.1.4 Edad de las plantaciones .....	33
2.1.5 Control manual de malezas .....	36
2.1.6 Control químico de malezas.....	39
2.1.7 Fertilización química al suelo .....	44
2.1.8 Fertilización foliar de plantaciones .....	47
2.1.9 Podas de copa .....	54
2.1.10 Monitoreo de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) en fincas .....	55
2.1.11 Trampeo de <i>Diaphorina citri</i> en fincas.....	58
2.1.12 Control biológico de <i>Diaphorina citri</i> en fincas .....	61
2.1.13 Control químico de <i>Diaphorina citri</i> en fincas.....	61
2.1.14 Erradicación de árboles .....	65
2.1.15 Resiembra de árboles .....	67
2.2 Manejo de plantación propuesto enfocado en control de la enfermedad .....	68
2.2.1 Manejo de la enfermedad y el vector .....	68
2.2.2 Manejo químico de malezas .....	71
2.2.3 Manejo de la fertilización.....	72
2.2.4 Mano de obra.....	73
2.2.5 Costo de propuesta de manejo fitosanitario de HLB y vector .....	76
Capítulo III. Conclusiones y Recomendaciones .....	79
3.1 Conclusiones .....	79
3.2 Recomendaciones .....	81
Referencias Bibliográficas.....	82

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Psílidos <i>Tryoza eritrae</i> y <i>Diaphorina citri</i> vectores de <i>Candidatus Liberibacter</i> en cultivos de cítricos .....	15
<b>Figura 2.</b> Ninfas de <i>Diaphorina citri</i> en brotes de naranja .....	16
<b>Figura 3.</b> Síntomas de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) en cítricos .....	21
<b>Figura 4.</b> Ubicación del cantón de Hojanca, Guanacaste.....	26
<b>Figura 5.</b> Áreas promedio de fincas de naranja dulce en los diferentes distritos del cantón de Hojanca, 2020-2021 .....	30
<b>Figura 6.</b> Proporción de plantaciones de naranja dulce encuestadas, según su estado de desarrollo en el cantón de Hojanca, 2020-2021 .....	34
<b>Figura 7.</b> Distribución de uso de equipo para control de malezas de forma manual en plantaciones de naranja en Hojanca, 2020-2021 .....	37
<b>Figura 8.</b> Proporción de ingredientes activos utilizados en control químico de malezas en plantaciones de naranja, Hojanca, 2020-2021 .....	41
<b>Figura 9.</b> Fertilizante granular químico utilizado en plantaciones de naranja, Hojanca, 2021 .....	47
<b>Figura 10.</b> Proporción de fertilizantes foliares utilizados en plantaciones de naranja, Hojanca, 2020-2021 .....	50
<b>Figura 11.</b> Proporción de la actividad de trampeo de <i>Diaphorina citri</i> en fincas de naranja del cantón de Hojanca, 2021 .....	59

## Índice de cuadros

<b>Cuadro 1.</b> Distribución de productores de naranja dulce en los distritos del cantón de Hojanca, 2020-2021 .....	29
<b>Cuadro 2.</b> Frecuencia absoluta y relativa de tamaño de fincas (ha) de naranja dulce en el cantón de Hojanca, 2020-2021 .....	31
<b>Cuadro 3.</b> Frecuencia absoluta y relativa del patrón portainjerto utilizados en fincas de naranja del cantón de Hojanca, 2020-2021.....	32
<b>Cuadro 4.</b> Distribución de frecuencias para la edad de las plantaciones de naranja dulce en el cantón de Hojanca, 2020-2021 .....	34
<b>Cuadro 5.</b> Ciclos de control de maleza en fincas de productores de naranja dulce en Hojanca, 2020-2021 .....	36
<b>Cuadro 6.</b> Horas de mano de obra por hectárea invertidas en control manual de maleza de plantación de naranja dulce en el año. Hojanca, 2020-2021 .....	37
<b>Cuadro 7.</b> Frecuencia de control de malezas anual por productores de naranja del cantón de Hojanca .....	40
<b>Cuadro 8.</b> Distribución de frecuencia para las horas de mano de obra invertidas en control químico de malezas, por hectárea en un ciclo de cultivo en plantaciones de naranja, Hojanca, 2020-2021 .....	40
<b>Cuadro 9.</b> Ciclos de fertilización química al suelo aplicados por año en plantaciones de naranja en el cantón de Hojanca, 2021 .....	45
<b>Cuadro 10.</b> Frecuencia absoluta y relativa (%) de horas de mano de obra invertidas en fertilización al suelo, por hectárea en un ciclo de cultivo en plantaciones de naranja. Hojanca 2020-2021 .....	45
<b>Cuadro 11.</b> Número de aplicaciones de fertilización foliar anuales en fincas de naranja, Hojanca, 2021 .....	47
<b>Cuadro 12.</b> Mano de obra utilizada en fertilización foliar, en horas por hectárea en un ciclo de cultivo en plantaciones de naranja, Hojanca, 2020-2021 .....	48
<b>Cuadro 13.</b> Ciclos de poda a la copa realizados por año en plantaciones de naranja .....	54
<b>Cuadro 14.</b> Ciclos de monitoreo de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) en fincas de naranja del distrito de Hojanca, cantón de Hojanca, 2021 .....	56

<b>Cuadro 15.</b> Ciclos de monitoreo de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) en fincas de naranja del distrito de Huacas, cantón de Hojancha, 2021 .....	56
<b>Cuadro 16.</b> Ciclos de monitoreo de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) en fincas de naranja del distrito de Monte Romo, cantón de Hojancha, 2021 .....	56
<b>Cuadro 17.</b> Horas de mano de obra invertidos en monitoreo de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) por hectárea en un ciclo de cultivo en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021 .....	56
<b>Cuadro 18.</b> Horas de mano de obra en un ciclo de cultivo invertidos en trampeo de <i>Diaphorina citri</i> en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021 .....	59
<b>Cuadro 19.</b> Número de aplicaciones de insecticida para combate de <i>Diaphorina citri</i> en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021 .....	62
<b>Cuadro 20.</b> Grupos químicos empleados para el combate de <i>Diaphorina citri</i> en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021 .....	63
<b>Cuadro 21.</b> Horas de mano de obra invertidas para la aplicación de insecticida sobre <i>Diaphorina citri</i> en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021 .....	63
<b>Cuadro 22.</b> Ciclos de erradicación de árboles sospechosos de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) en fincas de naranja del cantón de Hojancha.....	66
<b>Cuadro 23.</b> Resiembra de árboles de naranja luego de erradicaciones por HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021 .....	67
<b>Cuadro 24.</b> Manejo y costo anual por hectárea de insecticidas para combate del vector <i>Diaphorina citri</i> en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021 .....	69
<b>Cuadro 25.</b> Comparativo de costos de acciones de trampeo y manejo biológico y químico del vector <i>Diaphorina citri</i> en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021 .....	71
<b>Cuadro 26.</b> Costo de herbicida glifosato, en dosis de 2 litros por hectárea.....	72
<b>Cuadro 27.</b> Cuadro comparativo de costos de fertilización al suelo y foliar entre el manejo actual de fincas y propuesto.....	73
<b>Cuadro 28.</b> Costos de mano de obra en labores relacionadas al manejo de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) y vector <i>Diaphorina citri</i> en fincas de naranja del cantón de Hojancha .....	75

<b>Cuadro 29.</b> Comparación de costos totales entre manejo de plantación de naranja actual y propuesto, en US\$/ha/año, para el combate de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) y <i>Diaphorina citri</i> .....	76
<b>Cuadro 30.</b> Rendimiento económico por hectárea de naranja sin manejo de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) y con manejo integrado de HLB sin infección de la enfermedad .....	77
<b>Cuadro 31.</b> Rendimiento económico por hectárea de naranja sin manejo de HLB y con manejo integrado de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) luego de 2 años de infección de la enfermedad. ....	78
<b>Cuadro 32.</b> Rendimiento económico por hectárea de naranja sin manejo de HLB ( <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> ) y con manejo integrado de HLB luego de 5 años de infección de la enfermedad .....	78

## Resumen Ejecutivo

El cultivo y comercialización de naranja (*Citrus sinensis* Osbeck) se ha convertido en una actividad de alta rentabilidad económica para productores agrícolas del cantón de Hojanca y la Península de Nicoya. Con la llegada del Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) reconocida a nivel mundial como la enfermedad más devastadora que ataca a los cítricos al cantón de Hojanca, el futuro de la actividad se ve amenazada. Por tanto, el objetivo de la investigación fue caracterizar la situación actual de la enfermedad en fincas de naranja del cantón.

Se realizó un censo a los propietarios de las fincas de naranja del cantón. Mediante la aplicación de una encuesta se caracterizó el manejo agronómico (combate de malezas, fertilización al suelo y foliar y manejo de podas de copa) y fitosanitario actual de las fincas (monitoreo de árboles sintomáticos, trapeo de vector *Diaphorina citri*, control biológico y químico del vector y erradicación de árboles enfermos), para detectar los aspectos que deben mejorar los productores con miras a enfrentar la diseminación y establecimiento de la enfermedad. A su vez, se pone a disposición del productor un manual de manejo integrado de la enfermedad con el costo aproximado por hectárea/año de cada labor.

Se comprueba que los productores se encuentran deficientes en el reconocimiento de los síntomas en campo de Huanglongbing y su vector *Diaphorina citri*, además de la ejecución de labores de monitoreo, tanto de la enfermedad como del vector, poda de plantaciones, control biológico y químico del vector. Por otro lado, el manejo de malezas y fertilización de plantaciones, son labores bien desarrolladas por los productores, esto facilita la detección temprana de la enfermedad en fincas. La propuesta de manejo integrado de la enfermedad hecha en esta investigación representa un aumento en la inversión de US\$502,6 por hectárea cultivada de naranja por año, esta pretende intensificar labores de monitoreo y combate de la enfermedad que puede reducir la productividad drásticamente en el mediano o largo plazo.

## Capítulo I

### 1.1 Introducción

En la última década, el cultivo de la naranja dulce (*Citrus sinensis*) se ha establecido como actividad productiva, tanto de pequeños como de grandes productores, debido a que se ha caracterizado por ser un cultivo de alta rentabilidad, con amplias posibilidades de mercado, hasta el punto de sustituir plantaciones de café, las cuales son cada vez menos rentables y con dificultades para el productor a la hora recibir su pago (J. Méndez, comunicación personal, 20 de abril de 2020).

Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), en el año 1995, Costa Rica registraba aproximadamente 23 000 hectáreas de naranja, que aumentaron de forma continua hasta llegar a 27 000 hectáreas para el año 2003 (un incremento de 250 hectáreas en promedio al año). A partir de ese momento, se inicia la comercialización, para aproximadamente 5 000 productores a nivel nacional, de más de 455 000 toneladas métricas por año, de las cuales el 90% se destina para el procesamiento industrial de jugo concentrado congelado, tanto para mercado internacional como nacional y el restante 10% se comercializa como fruta fresca en el interior del país (Jiménez, 2012).

Los registros del Servicio Fitosanitario del Estado (SFE), establecen que uno de los sectores del país, con más crecimiento en el cultivo de los cítricos es la península de Nicoya medidas (U. Jiménez, comunicación personal, 19 de mayo de 2020). En el año 2020 se registraron alrededor de 930 hectáreas de cítricos contempladas en los cantones de Hojanca, Nandayure, Nicoya, Santa Cruz y el distrito de Lepanto del cantón central de Puntarenas, en manos de 390 productores (micro y medianos proyectos). Específicamente en el cantón de Hojanca, se contaba con 385 hectáreas sembradas (40% del área para dicho año de la península de Nicoya), 200 de éstas en producción y repartidas entre 104 productores, con ingresos estimados por cosecha anual de US\$4 500/ha (US\$900 000/año en Hojanca), con densidades de siembra de 300 árboles/hectárea,

rendimientos aproximados de 300 frutos/árbol y precios de US\$0,05 por fruta (F. Herrera, comunicación personal, 21 de abril de 2020).

Sin embargo, el panorama de la producción de cítricos en el país cambió con la llegada en el 2011 de la enfermedad Huanglongbing, conocida también como “HLB”, “Dragón amarillo” o “Greening” (entre otros nombres), antes restringida al continente asiático (SFE, 2018).

Esta enfermedad afecta a una gran mayoría de las especies de cítricos, pertenecientes a la familia de las rutáceas y se le atribuye como la más destructiva de todas las enfermedades a nivel mundial, pues ha llegado a ocasionar pérdidas en naranja que oscilan entre el 40% y 100% de frutas cosechadas (Márquez, 2016).

Su agente causal es la bacteria *Candidatus Liberibacter*, dividida en tres especies: *C. Liberibacter asiaticus*, *americanus* y *africanus* (Santivañez et al., 2013). Una vez que la enfermedad está presente en el árbol, lentamente produce “la muerte económica de la planta” ocasionada por la baja en la calidad del fruto, pérdida de tamaño, presentación poco agradable, calidad del jugo y volúmenes bajos de fruta. La planta presenta defoliaciones severas en la medida que la infección avanza y la muerte biológica se da en un término aproximado de cuatro años, debido a que no existen actualmente variedades de copa ni patrones resistentes al patógeno, tampoco tratamientos culturales ni químicos que curen las plantaciones (Santivañez et al., 2013).

La enfermedad fue descubierta en Costa Rica en el año 2011 en la zona de Los Chiles, Alajuela (SFE, 2016) y actualmente se reporta en todas las zonas del país con excepción de la Región Brunca, sin embargo, no se descarta la presencia de la enfermedad en la actualidad. Para el año 2016 se registran en Hojancha las primeras apariciones de la enfermedad en plantaciones de naranja de un pequeño productor. Los reportes de la enfermedad se han incrementado lentamente, desde entonces se extiende por las comunidades del cantón y las plantaciones de decenas de productores con poca o ninguna experiencia en el manejo integrado de la enfermedad, lo cual pone en peligro una posible desaparición de sus sistemas

productivos en el mediano plazo, debido a la agresividad de la enfermedad (SFE, 2018).

El manejo integrado del HLB utiliza una combinación de métodos biológicos, culturales y químicos compatibles entre ellos para obtener un control satisfactorio, que tenga consecuencias económicas favorables con el mínimo impacto ambiental posible (Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA), 2013). Es importante que el productor de la zona tenga una noción de cómo realizar dicho manejo con pleno conocimiento de los requerimientos y costos económicos que conllevan la aplicación de estas medidas, en la búsqueda constante de ser más eficientes con el control de la enfermedad y, por lo tanto, con la productividad.

Adicionalmente, para el Servicio Fitosanitario del Estado (SFE) del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), es de mucha importancia conocer toda aquella información que resuma de manera actualizada el avance del HLB en la península de Nicoya y de su control, debido a tres razones principales:

1. La creciente importancia en la producción de cítricos en la zona y al aumento en la demanda de mercado (BBC News Mundo, 2020).
2. La necesidad de identificar y registrar las acciones implementadas por los productores sin importar el tamaño de sus fincas, debido al impacto económico en sus plantaciones y en las plantaciones circunvecinas.
3. La retroalimentación sobre otras medidas fitosanitarias que se pueden emplear y que ayuden a contener la enfermedad.

El presente trabajo, busca hacer un diagnóstico de la situación del HLB en las fincas de los productores de naranja del cantón de Hojancha, determinar los métodos actuales de manejo de la enfermedad que ejecutan los productores para detectar oportunidades de mejora, proponer un manejo integrado de HLB que sea factible técnica y económicamente, con el fin de que sirva de base para estudios más profundos de la problemática, y brindar otras soluciones que puedan ser implementadas en otras partes de la península de Nicoya con condiciones agroclimáticas similares.

## 1.2 Objetivos

### 1.2.1 Objetivo general

Caracterizar la situación de Huanglongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en el cultivo de naranja (*Citrus sinensis*) del cantón de Hojancha, Guanacaste.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar el manejo fitosanitario actual del HLB que pone en práctica los productores de naranja del cantón de Hojancha, mediante la aplicación de encuestas, para su caracterización y detección de oportunidades de mejora.
- Elaborar un manual de manejo integrado de HLB, tomando en cuenta la incidencia en fincas y el manejo fitosanitario actual, para mayor precisión en el control de la enfermedad por los productores de naranja.
- Determinar los costos económicos de la propuesta de manejo integrado de HLB, para que funcione como herramienta en la toma de decisiones por parte de los productores de naranja.

## 1.3 Revisión de literatura

### 1.3.1 Huanlongbing (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) (HLB)

*Candidatus Liberibacter* es el agente causal de la enfermedad conocida como HLB y es una bacteria gramnegativa que se aloja en el floema de la planta y cuenta con una pared celular verdadera. Se subdivide en tres especies: *Candidatus Liberibacter asiaticus* es tolerante al calor y distribuida en países de Asia y América donde la enfermedad está presente, *C. Liberibacter africanus*, sensible al calor, con la subespecie “capensis”, restringida al continente africano. Por último, *Candidatus Liberibacter americanus*, no es tolerante al calor y sólo se ha encontrado en el estado de Sao Paulo, Brasil (Santivañez et al., 2013).

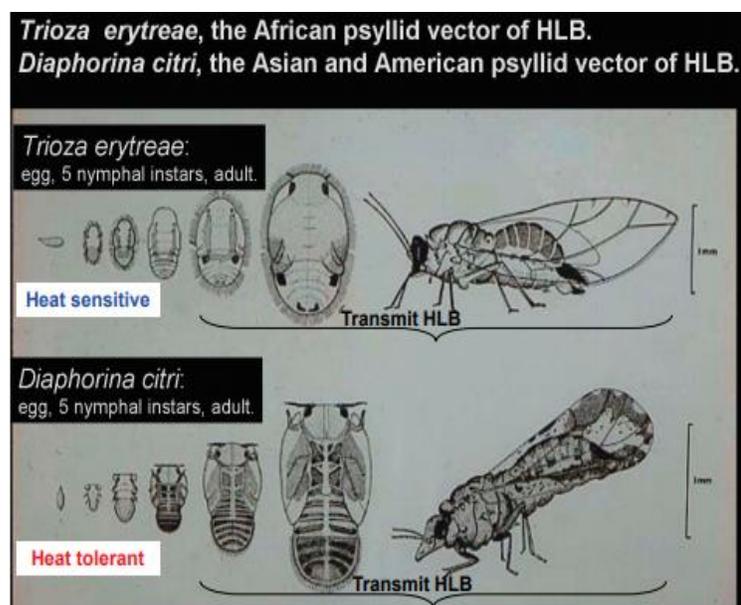
El HLB y su diseminación en espacio y tiempo es resultado de la interacción entre la planta hospedera, el patógeno asociado (*Candidatus Liberibacter*

americanus, asiaticus y africanus), el vector que lo transmite, (*Diaphorina citri* o *Trioza erytreae*), y factores climáticos (Santivañez et al., 2013).

El patógeno tiene la particularidad de infectar casi todas las especies de cítricos, cultivares e híbridos. Las naranjas dulces, las mandarinas y los híbridos de mandarina son altamente susceptibles al HLB. Los limones, la toronja, los pomelos y la naranja agria también se ven afectados y se vuelven no productivos cuando se infectan. La lima mexicana, la naranja trifoliada y algunos híbridos de naranja trifoliada son más tolerantes, muestran síntomas en la hoja, pero los problemas en la calidad del fruto evolucionan con el tiempo (Chung y Brlansky, 2005).

### **1.3.2 Transmisión del HLB**

Según el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) (2019), la dispersión de la bacteria causante del HLB es a través de dos vectores: *Diaphorina citri* Kuwayama para las especies de patógeno asiático y americano, y *Trioza erytreae* para la especie africana (figura 1). Esta última no está reportada como presente en Costa Rica. Ambos psílidos, según Santivañez et al. (2013) son capaces de adquirir el patógeno luego de alimentarse de plantas infestadas luego de unas horas, haciéndolos infectivos el resto de su vida, aunque su progeie no es infectiva.



**Figura 1.** Psílidos *Trioza erythrae* y *Diaphorina citri* vectores de *Candidatus Liberibacter* en cultivos de cítricos

**Fuente:** Durán y Bové (2015).

Cuando el psílido *Diaphorina citri* se alimenta de plantas enfermas, adquiere la bacteria asociada al HLB y con ello la capacidad de transmitir el patógeno a los árboles sanos. Los psílidos que desarrollan su ciclo de vida en plantas enfermas son más eficientes en la transmisión que aquellos que adquieren la bacteria en edad adulta. Por lo tanto, la erradicación de plantas enfermas es de gran importancia en el manejo de HLB, tanto en el interior de la propiedad como en áreas circunvecinas (De Miranda, 2019).

*Diaphorina citri* es tolerante al calor y al clima seco, se desarrolla a temperaturas de 25-28 °C. Su período de vida es corto, aunque de fecundidad alta. Las hembras tienen un período de oviposición de 12 días y son capaces de depositar hasta 800 huevos en el transcurso de su vida. Los huevos eclosionan a los tres días en verano y hasta los 23 días en invierno. Comprende cinco instares ninfales que se desarrollan en un período de 15-22 días aproximadamente para llegar a la adultez. En los últimos dos estados ninfales, el 4 y 5, se presenta mayor transmisión del patógeno a los hospederos. Durante la alimentación de las ninfas en

los brotes recién emergidos es común observar secreciones cerosas (ver figura 2), signo que facilita la detección de la plaga (Alemán et al., 2007).



**Figura 2.** *Ninfas de Diaphorina citri alimentándose de brotes de naranja*

**Fuente:** Ayres et al., (2019).

El ciclo completo es de 15 a 47 días, y puede presentar hasta 10 generaciones al año. En la adultez son fácilmente dispersados por el viento por su habilidad de ejecutar saltos de hasta 5 metros desde el suelo y siendo arrastrados por las corrientes de aire a distancias de entre 0,5 y 5 km de longitud (Alemán et al., 2007).

### **1.3.3 Distribución de la enfermedad en Costa Rica**

En la Región Huetar Caribe la enfermedad está presente en toda la zona, desde Sixaola hasta Sarapiquí. En el Pacífico Central se han encontrado muestras positivas en Orotina, Montes de Oro y Esparza. La Región Central Oriental reportó la presencia en Turrialba. En la Región Central Sur la plaga se encuentra presente en los cantones de Alajuelita, Tibás y Escazú, los cuales forman parte del área metropolitana. No se ha detectado en el cantón de Acosta, en donde se produce un porcentaje importante de la naranja del país. La enfermedad está presente en San Ramón, Palmares, Naranjo, Atenas y Santo Domingo de Heredia de la zona Central Occidental.

La Región Chorotega presenta la enfermedad en la totalidad de su territorio, desde la Península de Nicoya hasta La Cruz; en este último lugar hay presencia en

todas las áreas de producción de cítricos, así como en traspatios, lo que obliga a realizar numerosas erradicaciones de árboles afectados por parte del SFE en coordinación con los propietarios. En la Región Huetar Norte sucede algo similar, la enfermedad está presente en toda el área: Upala, Guatuso, San Carlos, Los Chiles y Sarapiquí. Se encuentra ampliamente distribuida tanto en plantaciones comerciales como en árboles de patios y jardines (SFE, 2018).

#### **1.3.4 Impacto socioeconómico de HLB en el mundo**

Según Das et al. (2007), citado por Santivañez et al. (2013), como parte de la implementación de nuevos métodos de manejo en plantaciones comerciales de cítricos para el control de HLB, en el proceso de aprendizaje se perdieron hasta el año 2007, alrededor de 60 millones de árboles en todo el mundo, equivalentes a un aproximado de 200 000 hectáreas cultivadas de baja densidad. En el caso de Sudáfrica, las plantaciones han sufrido pérdidas totales en cosecha en el mismo año.

En Florida, Estados Unidos (segundo lugar de importancia en la producción de cítricos en el mundo, precedido por Brasil), para el ciclo productivo de 2008, según Hodges y Spreen (2012), se reportó ingresos de US\$8,91 billones, contribuciones indirectas por US\$4,62 billones. Generó aproximadamente 75 800 empleos y rendimientos de 203 millones de cajas de frutas. Ese mismo autor señala, en una proyección con escenarios de presencia de la enfermedad para las temporadas de producción 2006-2007 hasta 2010-2011, una caída en los rendimientos de fruta por caja de 23%, y una merma en la producción de jugo del 27 %, equivalente a una reducción de ingresos del 16,7% para los productores de naranja de Florida, ocasionados por la afectación de HLB.

En Brasil, para el año 2011, según Beozzo et al. (2010), se estiman que se han eliminado 10 millones de árboles. Con una población de árboles en ese momento cercana de 200 millones de árboles, se estima un 2% de infección por HLB, aun cuando los costos para controlar el vector se han elevado un 20%. Los costos de manejo por hectárea en cada ciclo en ese país son de US\$400 dólares,

haciendo complicado para el pequeño y mediano productor continuar con el mantenimiento de su finca.

En México, según un estudio de la Dirección General de Sanidad Vegetal (DGSV), el SENASICA y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) estimaron que en el período comprendido entre 2009 a 2015, las pérdidas de producción totales en un escenario de alto impacto de la enfermedad rondarían el 41%, equivalentes a 3 millones de toneladas de fruta. Considera además que la reducción de empleos es bastante considerable en la agroindustria, procesamiento y distribución del producto, con una contracción de hasta un 39% en ese período de tiempo (Salcedo et al., 2011).

### **1.3.5 Impacto de HLB en Costa Rica**

Particularmente en el país, la empresa Tico Frut, mayor productora de cítricos de Costa Rica, reporta que a partir del año 2008 y hasta la fecha, la empresa se ha visto obligada a cambiar de una actividad muy poco intensiva en el manejo y control de la enfermedad y vector, a triplicar los costos de manejo en la búsqueda de mantener la productividad y ser competitiva en el mercado. Según comunicó Delgado, tras la detección de HLB en Brasil en el año 2004, y en Florida, Estados Unidos, en el 2005, sumado a un ataque severo de poblaciones altas de *D. citri* en los brotes de los árboles de naranja en el año 2008, la empresa entró en proceso de preparación ante la posible llegada de la enfermedad al país, que poco después sería registrada en Nicaragua. Este proceso incluyó el inicio de aplicaciones para control de psílicos (4 aplicaciones en el ciclo de cultivo), manejo de podas que permitan la efectividad de las aplicaciones, capacitación de personal en la detección de síntomas de HLB en plantaciones de la empresa y productores externos a ella, fertilizaciones al suelo y foliares, entre otras medidas (J. Delgado, comunicación personal, 19 de mayo de 2020).

Con esas acciones, la empresa logró disminuir las poblaciones del vector de forma significativa, evitando daños directos al cultivo. Con la llegada de la enfermedad al país, las poblaciones del vector ya habían sido reducidas, pero las

medidas para controlar el vector se hicieron aún más intensivas para que la dispersión de la enfermedad se diera en un período más extenso.

Por otro lado, la empresa Del Oro S.A., productora de cítricos y jugos derivados (la más importante de Guanacaste), estima que los costos en el manejo agronómico con la llegada del HLB a la zona a partir del año 2015, se han elevado entre un 35 a 40%, principalmente enfocado en control del vector, detección de síntomas de la enfermedad dentro de sus fincas y erradicación de árboles (W. Cruz, comunicación personal, 22 de abril de 2020).

Similar a ello, según estimaciones, el aumento en los costos por el manejo empleado con el objetivo de controlar el avance del HLB en productores de cítricos de zona de la península de Nicoya, después de los primeros reportes en el año 2016, es de un 30% (F. Herrera, comunicación personal, 21 de abril de 2020).

### ***1.3.6 Estrategias de manejo integrado de HLB***

La estrategia de control básica del HLB en muchos países de la región se estructura en tres pilares fundamentales: el primero es la erradicación de plantas detectadas con la enfermedad, el segundo el control del vector a niveles muy bajos de población y finalmente, el tercero, resiembra de árboles provenientes de viveros certificados en la plantación para sustituir los erradicados (De Miranda et al., s.f).

Con esto no se busca erradicar la presencia del HLB de forma definitiva en una región determinada, pues hasta el momento eso no ha sido posible, sino disminuir los perjuicios económicos de la mejor manera. El detalle de cada una estas estrategias se presentan a continuación.

#### ***1.3.6.1 Diagnóstico y erradicación***

La erradicación de plantas enfermas por HLB inicia con el diagnóstico hecho por personal debidamente capacitado (tanto técnicos, encargados de esa labor y productores particulares) en el reconocimiento de los síntomas. Se inspeccionan la totalidad de los árboles a pie cuando las plantaciones no superan los 2,5 m de altura, con rendimientos al día de 2 000 a 3 000 árboles por inspector en árboles de 1 año

y de 800 a 1 000 en plantaciones de 4 años o más (Ayres et al., 2019). Cada uno de los árboles es inspeccionado por los cuatro puntos cardinales, ya que generalmente el inicio de los síntomas de la enfermedad se da en una rama del árbol solamente. El procedimiento de inspección se repite en las plantaciones de dos a cuatro veces al año con el objetivo de realizar detecciones tempranas de la enfermedad, sin embargo, tales frecuencias de detección son labores costosas que solo son llevadas a cabo por empresas citrícolas con gran capacidad económica en este momento (SENASICA, 2019).

Los síntomas en los árboles (Figura 3) que se buscan para la detección son principalmente el moteado amarillento en las hojas (clorosis difusa), la mancha angular asimétrica de las hojas, engrosamiento y amarillamiento de las nervaduras, frutos pequeños, deformados, con maduración inversa y muerte descendente de la copa del árbol. Si se tiene dudas de la veracidad del diagnóstico, se hace una prueba de PCR para confirmar la presencia de la enfermedad en las hojas asintomáticas (SENASICA, 2019). La erradicación del árbol se hace con motosierra a la base del tronco, luego se traza una marca en "X" profunda en el tronco para la aplicación de herbicida que evite el rebrote. Este proceso es de vital importancia, pues en los rebrotes el psílido oviposita regularmente, pues es un tejido que le atrae (OIRSA, 2013).



**Figura 3.** Síntomas de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en cítricos  
**Nota:** A) Mancha angular asimétrica. B) Muerte descendente del árbol. C) Frutos con maduración inversa.

**Fuente:** SFE (2018).

### **1.3.6.2 Control del vector**

En este segundo punto de la estrategia de manejo y control de la enfermedad se establecen varios aspectos:

#### **1.3.6.2.1 Trampeo de psílicos.**

El control de *Diaphorina citri*, vector de la enfermedad en los países de la región, se basa, según De Miranda et al. (s.f). en el uso de trampeos periódicos de máximo 10 días para determinar sus poblaciones, debido a su alta dispersión por una zona y sus tasas de reproducción. Para ello se utilizan trampas amarillas pegajosas colocadas en la copa del árbol donde el psílido es arrastrado por el viento. Se debe tomar en cuenta que, aunque el control interno del vector sea bueno, si se tienen vecinos con cítricos en plantaciones comerciales o de traspatio que no controlen el vector de forma eficiente, la migración de psílicos será mayor, por lo que es recomendado la instalación de trampas amarillas en los bordes del lote colindante con ese tipo de vecino.

Se estima que el 70% de los psílicos son encontrados en el borde de los lotes. Además, aunque el psílido está presente todo el año en las plantaciones del cítrico, existen picos poblacionales relacionados con los meses de máxima brotación (De Miranda, 2019). En el caso de Costa Rica, en sitios con una marcada estación lluviosa de seis meses que van de mayo a noviembre (como es el caso de

la península de Nicoya) estos son los momentos de mayor brotación. El mismo autor recomienda que la inspección del insecto se debe hacer en forma de espiral, comenzando en los bordes del campo y terminando en el centro. Si el psílido se encuentra en el borde, el inspector ya puede pasar al siguiente campo.

#### **1.3.6.2.2 Control biológico.**

Entre las ventajas de la utilización de control biológico en naranja recae en que es un cultivo sensible a las aspersiones indiscriminadas de insecticidas químicos de alto costo, con consecuencias negativas en el equilibrio del agroecosistema por muerte de organismos benéficos, riesgos de resistencia de la plaga, resurgimiento de plagas secundarias en altas poblaciones. Por otro lado, el control biológico de plagas genera competitividad en mercados externos (Arredondo-Bernal, 2013). Entre los organismos de control biológico que han sido evaluados para analizar algún nivel de control sobre *D. citri* en la región se encuentran:

- a) Uso de coccinélidos asociados a *D. citri* y especies como *Chrysoperla rufilabris* y *Zelus renardii*, sin embargo, estos biocontroladores no están disponibles en Costa Rica.
- b) La acción de entomopatógenos como *Hirsutella* sp. en adultos del psílido (pruebas de patogenicidad en laboratorio, no disponible en Costa Rica.
- c) La especie con mejores resultados en la zona es el parasitoide *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae), específico a *D. citri*. *Tamarixia radiata* no controla totalmente la población de psílicos por sí misma, por lo tanto, es un complemento del control y se debe aplicar control químico para suprimir la población de los insectos vectores. Su efectividad de control de poblaciones del psílido varía entre el 30 al 97% (Baños et al., 2015). Un individuo de *Tamarixia radiata* puede eliminar hasta 500 psílicos. Como la única forma de desarrollo de la avispa es usando el psílido, la liberación debe llevarse a cabo cuando se detecta la presencia de ninfas del psílido. *T. radiata* no produce un desequilibrio ambiental, ya que no causa daños en otras especies de insectos o plantas. Las emisiones se realizan en

lugares donde no hay control químico, como los huertos abandonados, patios traseros, granjas, sitios o áreas con mirto (*Murraya paniculata* L.) en el área rural o urbana (De Miranda, 2019). La empresa Tico Frut ha invertido esfuerzos para realizar liberaciones del parasitoide en comunidades vecinas en acuerdo con los propietarios, donde no es posible controlar con productos químicos y así bajar las poblaciones del psílido (J. Delgado, comunicación personal, 19 de mayo de 2020). Por otro lado, se tiene a la venta al público en general envases de *T. radiata* de 200 individuos con un costo de US\$16 dólares con impuesto de ventas incluido (E. Blanco, comunicación personal, 30 de agosto de 2020).

#### **1.3.6.2.3 Control químico.**

Se ha identificado como la herramienta más influyente para evitar el avance de la enfermedad. Su efectividad y eficiencia va a depender de factores como la molécula empleada y dosificación, el volumen de aplicación utilizado según el volumen de copa de la plantación, la presencia de lluvias o vientos fuertes, los equipos de aplicación usados, entre otros (Da Silva y Ramos, 2017).

De Miranda (2019) recomienda que se lleve a cabo una aplicación de insecticida sistémico de uno a cinco días antes de que la plántula salga del vivero, con un volumen de aplicación de 50 ml/plántula. Como complemento de esta medida para evitar la infección temprana por *C. Liberibacter*. El mismo autor propone el uso de insecticidas aplicados al drench (de 3 a 4 veces al año) y al follaje en los momentos de máxima brotación de los árboles.

El número de ciclos de aplicación por año usados dependen en gran medida del ciclo de la plaga y la disponibilidad de recursos del productor. Según OIRSA (2013), se recomienda utilizar un umbral de aplicación cada vez que se detecte un psílido adulto por cada 10 plantas. Para pequeños agricultores el mismo autor recomienda que los técnicos que le asesoren le calendaricen una aplicación al mes, con el objetivo de romper el ciclo de vida de la plaga, que tarda 22 días como máximo en llegar a la adultez. Recomienda que al menos se apliquen 8 ciclos al año, donde se aproveche para el control de otras plagas y demás enmiendas que

el cultivo necesite. El psílido es controlado por insecticidas como dimetoato, clorpirifos, neonicotinoides como tiametoxam e imidacloprid; sin embargo, recomienda la rotación para evitar el desarrollo de resistencia y no descuidar el equilibrio de poblaciones de insectos benéficos del agrosistema (OIRSA, 2013).

Por otro lado, similares medidas deben llevarse a cabo para grandes citricultores, con la aplicación además de conocimientos de dinámica poblacional del psílido, épocas de migración del vector portador de la bacteria, con el objetivo de ser precisos y lograr bajar en la medida de lo posible el número de ciclos de aplicación evitando que se dispare la infección por HLB (OIRSA, 2013).

### **1.3.6.3 Resiembra de árboles certificados**

El material vegetal que debe sustituir a los árboles erradicados por HLB deben de estar certificados (OIRSA, 2013). En el caso de Costa Rica, deben provenir de viveros debidamente registrados ante el Programa Nacional de Material Vegetal Propagativo del Servicio Fitosanitario del Estado, según lo establece el Decreto Ejecutivo N° 33927-MAG, Reglamento de Viveros, Almacigos, Semilleros y Banco de Yemas, pues en concordancia con De Miranda et al. (s.f) la bacteria es transmitida cuando se realiza el injerto con material vegetal contaminado. El material de propagación para la producción de plantas de cítricos debe ser adquirido de procedencia conocida, producida en viveros protegidos, con tela anti áfidos.

Según (OIRSA, 2013) es muy alto el riesgo de infección por HLB en plantas jóvenes que son ubicadas en sitios con historial conocido de erradicaciones. El período de crecimiento vegetativo y brotación de esas plantas son frecuentes y son esas las condiciones ideales para el establecimiento de *Diaphorina citri*. Si las resiembras se hacen cerca de plantaciones adultas con incidencia de HLB en el tiempo, debe realizarse un manejo químico con mayor frecuencia.

### **1.3.7 Costos de manejo integrado de HLB**

No se tienen referencias concretas en la región Chorotega de los costos del manejo de la enfermedad y del vector para los productores de naranja bajo un sistema de manejo integrado.

Existen esfuerzos por parte de ciertos productores para la aplicación de algunos de los conceptos que forman parte de estrategias de manejo integrado del vector y de la enfermedad, sin embargo, no existen productores en el cantón de Hojancha, que apliquen todas las estrategias en su conjunto (J. Méndez, comunicación personal, 25 de agosto de 2020).

## **1.4 Metodología**

### **1.4.1 Sitio y población de estudio**

La práctica dirigida se realizó en las Oficinas de Operaciones Regionales Chorotega del Servicio Fitosanitario del Estado del Ministerio de Agricultura y Ganadería, y su sitio de estudio fueron las fincas de productores de naranja del cantón de Hojancha, Guanacaste. Este cantón guanacasteco se encuentra delimitado geográficamente entre los 09° 58' 38" latitud norte y 85° 24' 39" longitud oeste (Figura 4), a una altitud media de 350 metros sobre el nivel del mar y llega a alcanzar altitudes en sus zonas montañosas de 860 msnm. Tiene una superficie de 261,42 km<sup>2</sup> y temperaturas medias de aproximadamente 27 °C. (Municipalidad de Hojancha, 2019). La población investigada fueron los productores de naranja dulce (*Citrus sinensis*) del cantón de Hojancha un área total cultivada de 226 hectáreas aproximadamente al 2019.



**Figura 4.** *Ubicación del cantón de Hojancha, Guanacaste*

**Fuente:** Cantón de Hojancha (2020).

#### **1.4.2 Recolección de datos**

Se realizaron 78 encuestas a productores de naranja dulce (*Citrus sinensis*) de Hojancha de un total de 88 productores presentes en el cantón, según datos de un censo realizado en el año 2018 por la Agencia de Extensión Agropecuaria de Hojancha del Ministerio de Agricultura y Ganadería, abarcando así un 88,6% de la población meta. El área cultivada que fue objeto de estudio, perteneciente a los 78 productores es de un total de 331,7 hectáreas. La información fue recolectada desde el mes de octubre de 2020 hasta abril de 2021. Se localizó al productor en sus casas de habitación, fincas o vía telefónica cuando se disponía del contacto. Ninguna encuesta fue denegada por parte de los productores, sin embargo, en el tiempo en que se recolectaron los datos no fue posible localizar a diez de ellos.

La encuesta aplicada a los productores se compuso de tres partes: generalidades de la plantación, manejo agronómico y manejo fitosanitario de HLB y su vector, la cual se adjunta en anexo 1 y 2.

#### **1.4.3.1 Caracterización de manejo de HLB en finca**

Se realizó el estudio de manejo agronómico empleado por productores, donde se obtuvo información general de los niveles tecnológicos y prácticas relativas al manejo fitosanitario. Se determinó las prácticas de manejo que influyen tanto positiva como negativamente en la dispersión del HLB en las fincas, según la metodología de caracterización de manejo agronómico y fitosanitario empleada por Márquez (2016) (con algunas modificaciones).

Los aspectos considerados para la caracterización de fincas fueron: edad de plantación, fertilización de plantación, frecuencia de podas, manejo de malezas, detección de árboles sintomáticos con HLB, presencia del vector, control biológico del vector, control químico del vector y erradicación de árboles con síntomas de la enfermedad.

#### **1.4.3.2 Análisis de datos**

El análisis se realizó con estadística descriptiva. Se utilizaron agrupamiento de datos, cuadros estadísticos, gráficos de frecuencias absolutas y relativas en función de la variable en cuestión y presentación textual de la información recolectada en las encuestas llevadas a cabo en el censo.

#### **1.4.4 Elaboración de manual de manejo integrado de HLB**

Con base en la información recabada del manejo agronómico en las plantaciones de los productores para reducir el impacto de la enfermedad, en la metodología MIP del Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA) experiencias de especialistas privados y del SFE así como literatura internacional en el campo de los cítricos, se estructuró un manual de manejo integrado que considera los siguientes puntos para ser adaptados en los sistemas productivos del cantón:

- Descripción de patógeno, vector, relación de éstos con el hospedero y condiciones climáticas.

- Impactos de HLB en sistemas productivos citrícolas.
- Diagnóstico de la enfermedad.
- Importancia de la fertilización adecuada para el diagnóstico de la enfermedad y recomendaciones según condiciones de suelo de la zona y edad de plantaciones.
- Establecimiento de trapeos en plantaciones. Procedimiento para toma de decisiones ante apariciones de psílicos en trampas.
- Control de malezas.
- Control biológico de *Diaphorina citri*. Uso adecuado de *Tamarixia radiata* según condiciones de finca.
- Control químico: insecticidas disponibles (dosis, volumen de aplicación), rotación de insecticidas, ciclos de aplicación.
- Recomendaciones finales.

El manual fue elaborado con el uso de la herramienta Canva (Perkins, 2012), un software de diseño gráfico.

#### **1.4.5 Análisis de costos de manejo integrado de HLB**

La estimación de costos de la propuesta de manejo integrado de HLB tomó en cuenta el costo de los insumos necesarios para llevar a cabo acciones de trapeos, fertilización, control de malezas, control biológico y químico del vector, la mano de obra requerida para manejo de plantaciones, cambios de trampas amarillas pegajosas e inspecciones de árboles sintomáticos y equipos para llevar a cabo las labores, todo ello para una hectárea de terreno con una densidad de siembra de 300 árboles.

## **Capítulo II. Resultados y discusión**

### **2.1 Caracterización de la población**

En este apartado se presenta el análisis de las respuestas a las encuestas confeccionadas con cada uno de los 78 productores, lo que equivale a igual número de fincas. El estudio presentó una omisión censal de un 11,4%. Los resultados

reflejan datos generales de sus plantaciones, algunos aspectos de su manejo agronómico y el combate actual que se lleva a cabo luego de las detecciones por parte del Servicio Fitosanitario del Estado de la enfermedad de Huanglongbing en cada uno de los distritos del cantón. Estos resultados son agrupados en cuadros y gráficos para resumir la información.

### **2.1.1 Productores por distrito**

Como se presenta en el cuadro 1, de la totalidad de los productores encuestados,.

**Cuadro 1.** *Distribución de productores de naranja dulce en los distritos del cantón de Hojanca, 2020-2021*

<b>Distrito</b>	<b>Cantidad de productores</b>	<b>Porcentaje (%)</b>	<b>Área de distrito (km<sup>2</sup>)</b>
Hojancha	19	24	80
Huacas	5	19	31
Monte Romo	44	56	75

**Fuente:** Elaboración propia.

El distrito de Monte Romo, que abarca las comunidades de San Isidro, El Zocorro, La Trinidad y Las Mercedes, se establece como el sitio con mayor cantidad de productores de naranja de la zona. Este distrito tiene una altitud media de 685 m.s.n.m. y alcanza un máximo de 860 m.s.n.m. Según González y Tullo (2019) las condiciones óptimas de altitud para el cultivo de naranja oscilan entre los 600 y 1200 m.s.n.m., por lo que la altitud es uno de los factores que ha influido en la concentración de productores de naranja en dicho distrito. Los distritos de Hojanca y Huacas, aunque presentan elevaciones medias importantes sobre el nivel del mar, 370 y 570 respectivamente, se encuentran debajo de valores deseables.

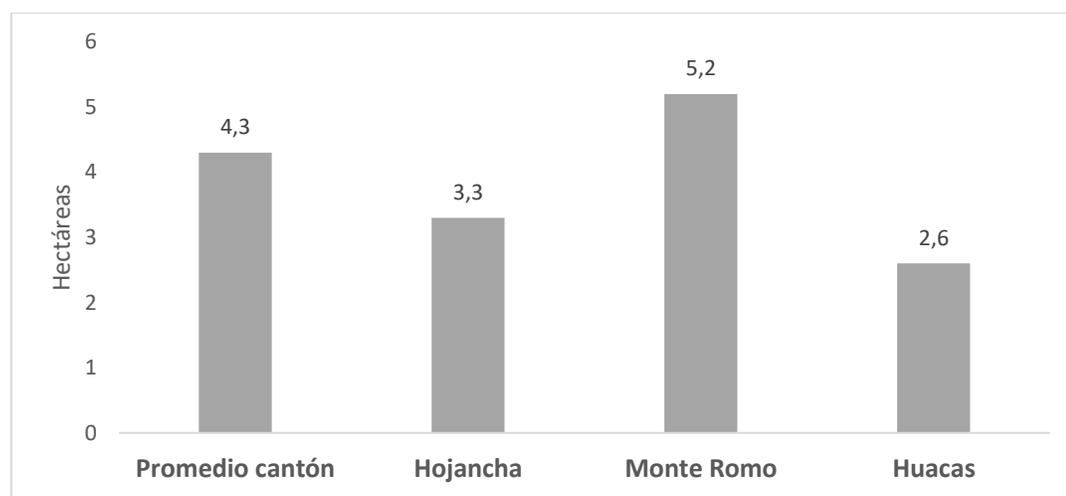
El distrito de Monte Romo, solía ser el de mayor producción de café del cantón. Por esta razón, a inicios de los 90's las primeras plantaciones de naranja estuvieron en asocio con estas plantaciones, pero el cultivo de naranja se consolidó

como tal y se fue tecnificando gracias a buenos precios y posibilidades de venta para los productores (J. Méndez, comunicación personal, 19 de julio de 2021).

A inicio de la década de los 90's, producto de una caficultura con precios internacionales muy bajos, se impulsó por parte de la cooperativa de caficultores una diversificación económica y búsqueda de nuevos ingresos (J. Méndez, comunicación personal, 19 de julio de 2021).

### **2.1.2 Tamaño de las plantaciones**

En cuanto al tamaño de las plantaciones que fueron encuestadas, se tiene que el promedio por productor a nivel cantonal es de 4,3 hectáreas. A nivel distrital, en Huacas las unidades productivas fueron en promedio más pequeñas, de 2,6 hectáreas, en Hojancha de 3,3 hectáreas y en Monte Romo, las plantaciones son en promedio más extensas, de 5,2 hectáreas (Figura 5).



**Figura 5.** Áreas promedio de fincas de naranja dulce en los diferentes distritos del cantón de Hojancha, 2020-2021

**Fuente:** Elaboración propia.

El 85% de las fincas de naranja son de un tamaño pequeñas, que van desde menos de 1 hectárea hasta un máximo de 6 hectáreas. Además, junto a este grupo de fincas, un 9% van desde las 6 hasta las 12 hectáreas. El tamaño reducido de las fincas se explica por varios motivos: primero, no hay empresas productoras de

naranja en la zona de mayor capital que inviertan en la producción a mayor escala, ni agroindustrias como si las hay en la zona norte del país. Segundo, muchos de los productores han heredado los terrenos de sus familiares, por lo que es común observar que algunas de las fincas encuestadas pertenecen a productores con parentescos entre sí y que, adicionalmente se encuentran cercanas unas de otras. En tercer lugar y como se mencionó anteriormente, por liderazgo de la Cooperativa de la zona, junto con instituciones del sector agropecuario, se impulsó a la naranja como un cultivo más intensivo en área y de mayores rendimientos económicos que algunas actividades como el café y ganadería que imperaban en la zona, aprovechando que algunos productores ya contaban con experiencia en la explotación de cultivos perennes (J. Méndez, comunicación personal, 19 de julio de 2021).

Existen actualmente pocas fincas con áreas mayores a las 10 hectáreas, solamente tres de ellas por arriba de las 18 hectáreas, encontrándose la finca más extensa en Monte Romo con 35 hectáreas netas de producción. Por otro lado, como se observa en el Cuadro 2, el 85% de las unidades de producción encuestadas cuentan con tamaños de 6,0 hectáreas o menos de naranja cultivada. Un total de siete unidades de producción tienen un área que va desde los 6,0 a las 12,0 hectáreas, lo que equivale a un 9% de las fincas encuestadas. Se observa que la actividad naranjera en la zona se encuentra repartida en una cantidad importante de fincas según su área cultivada.

**Cuadro 2.** *Frecuencia absoluta y relativa de tamaño de fincas (ha) de naranja dulce en el cantón de Hojancha, 2020-2021*

Área de finca (ha)		Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
Mínimo	Máximo		
[ 0,5	6,0 ]	66	85
( 6,0	12,0 ]	7	9
( 12,0	18,0 ]	2	3
( 18,0	23,5 ]	2	3
( 23,5	35,0 ]	1	1

**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.1.3 Patrones y variedades de copa utilizados.**

En cuanto al material vegetal de naranja que se emplea en las plantaciones en estudio del cantón (Cuadro 3), el patrón portainjerto predominante es Volkameriana, utilizado en 66 de las 78 fincas, equivalente a un 84%. El patrón Carrizo fue descrito como material utilizado solamente en 2 plantaciones. Se obtiene respuesta de 10 productores encuestados que no identifican el patrón portainjerto utilizado en sus plantaciones, pues tienen poco conocimiento técnico del tema y la diferencia entre los mismos. Por otro lado, no se encontró que se utilicen otros patrones como Swingle, Cleopatra o Fly dragón que son utilizados a nivel comercial en otras zonas del país.

**Cuadro 3.** *Frecuencia absoluta y relativa del patrón portainjerto utilizados en fincas de naranja del cantón de Hojanca, 2020-2021*

<b>Patrones de árbol</b>	<b>Cantidad de fincas</b>	<b>Porcentaje de fincas (%)</b>
Carrizo	2	3
Indefinido	10	13
Volkameriana	66	84

**Fuente:** Elaboración propia.

Respecto a la variedad de copa utilizada, 76 de las 78 fincas encuestadas reportan el uso de la variedad Valencia y solo dos de ellas utilizan la variedad Piña. Al tratarse Valencia de una variedad de maduración tardía, una importante cantidad de fruta es cosechada en el cantón en los meses de marzo a mayo.

La elección adecuada del patrón portainjerto es fundamental para llevar a cabo las operaciones de manejo y la obtención de buenos rendimientos a lo largo de los ciclos del cultivo de naranja. Además de dar soporte al árbol, el sistema radical del portainjerto es responsable de la absorción de agua y nutrientes, proporcionando el almacenamiento de los carbohidratos producidos en las hojas y la síntesis de ciertos reguladores del crecimiento, adaptando la variedad de fruta escogida a las condiciones particulares del suelo y proporcionando tolerancia a algunas enfermedades. De igual forma, el portainjerto provee vigor y tamaño al

árbol, la profundidad de enraizamiento, la tolerancia al congelamiento de la fruta en el campo durante períodos con baja temperatura, la adaptación a ciertas condiciones del suelo, como alta salinidad o pH, o exceso de agua, resistencia o tolerancia a nematodos y enfermedades como *Phytophthora*, tizón de los cítricos, además de rendimiento de fruta, tamaño, textura, calidad interna y, en cierta medida, fecha de madurez (Albrigo et al., 2019).

El patrón *Citrus volkameriana*, mayormente utilizado en las plantaciones encuestadas, debido, principalmente, a su adaptación al tipo de suelo de la zona, es un híbrido de limón que como portainjerto produce árboles grandes y vigorosos que producen grandes cantidades de fruta de buena calidad. Los cultivares de este patrón son tolerantes a enfermedades causadas por hongos como *Plenodomus tracheiphilus* y *Phytophthora*. Algunos estudios de Florida, Estados Unidos, sugieren que los rendimientos y las ganancias netas a largo plazo son mayores para árboles de Volkameriana que para otros portainjertos menos vigorosos como *Swingle citrumelo*, patrón utilizado a nivel comercial en la zona norte de Costa Rica (Castle et al., 2015).

Según Dewdney et al. (2020), la afectación por *C. Liberibacter* que causa el HLB, incluye a cualquier especie de cítricos, independientemente del portainjerto utilizado actualmente. Sin embargo, la severidad de sus síntomas varía según el cultivar empleado. En el caso de naranjas dulces, como la variedad Valencia, empleada en 76 de las 78 fincas encuestadas, los síntomas son severos. La variedad Piña, empleada solamente en dos fincas encuestadas, es también una variedad de naranja dulce, sin embargo, al ser esta una variedad con gran número de semillas en sus frutos, la somete a mayores tasas de estrés, haciendo que la incidencia de la enfermedad se ve incluso más acentuada (Castle, 2013).

#### **2.1.4 Edad de las plantaciones**

La distribución de frecuencias de la variable edad de plantaciones se presenta en el Cuadro 4. Se observa que un 76% de las plantaciones tienen edades promedio entre los 2 y 10 años. También se evidencia que tan solo un 8% de las plantaciones tienen edades superiores a los 17 años. La mayor proporción de las

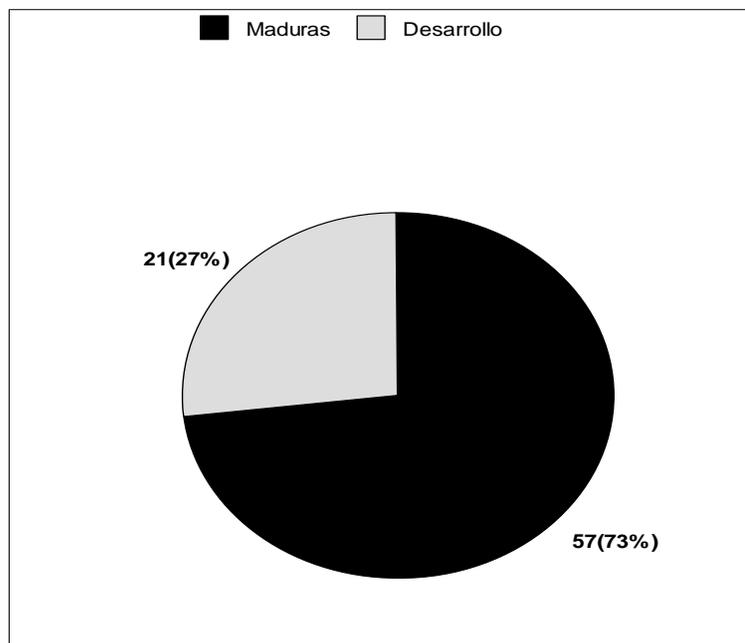
fincas, un 46%, son plantaciones desde los 2 hasta los 6 años aproximadamente, lo que significa que son plantaciones en desarrollo vegetativo (desde 1 a 4 años) o plantaciones en su segunda o tercera cosecha, seguido de plantaciones que van desde los 6 hasta los 10 años aproximadamente, en un 29% de los casos. El 23 % restante de las plantaciones de naranja tienen una edad por encima de los 10 años, o sea, plantaciones de madurez más avanzada.

**Cuadro 4.** *Distribución de frecuencias para la edad de las plantaciones de naranja dulce en el cantón de Hojancha, 2020-2021*

Mínimo	Máximo	Cantidad de fincas	Porcentaje (%)	Cantidad de fincas acumuladas	Proporción acumulada (%)
[ 2,0	6,0 )	36	46	36	46
( 6,0	10,0 )	23	29	59	76
( 10,0	13,5 )	12	15	71	91
( 13,5	17,0 )	5	6	76	97
( 17,0	21,0 )	1	1	77	99
( 21,0	25,0 ]	1	1	78	100

**Fuente:** Elaboración propia.

La Figura 6 clasifica a la edad de las plantaciones en función de su fenología. En esta clasificación, un 27% se encuentra en estado desarrollo vegetativo (menos de 5 años), mientras que un 73 % se encuentran entre los 5 o más años, en estado de fructificación (5 o más años).



**Figura 6.** Proporción de plantaciones de naranja dulce encuestadas, según su estado de desarrollo en el cantón de Hojancha, 2020-2021

**Fuente:** Elaboración propia.

Las plantaciones de naranja, en edades de 0 a 5 cinco años, son más susceptibles a infectarse de HLB, debido a que se presentan períodos de brotación más constantes que plantaciones con una madurez más avanzada. Dicha condición favorece la llegada y establecimiento de poblaciones de *Diaphorina citri*, lo que le permite transmitir la enfermedad. Aunado a esto, la infección de árboles por HLB en edades tempranas pueden hacer que no se lleguen a etapas productivas, es por esta razón que se recomienda la adopción de medidas como mayor densidad de siembras, fertilización y riego para anticipar el inicio de producción y reducir el período de exposición de los árboles a brotes del psílido en su fase más susceptible (Ayres et al., 2019).

De igual manera, Ayres et al. (2019) recomiendan que, para plantaciones de 0 a 3 años, es buena medida aplicar insecticida sistémico a la base del tronco, además de insecticida de contacto a la copa, principalmente al comienzo del período de emisión de brotes. Esta medida tiene un mayor efecto residual sobre poblaciones del insecto trasmisor de la enfermedad, lo cual puede llevar a que se eviten mayor

número de aplicaciones que resultan más contaminantes para el ambiente. Esta medida se recomienda llevar a cabo de tres a cuatro veces al año con un volumen de aplicación de 100 a 500 ml/árbol (según tamaño de planta), sin embargo, se necesita de estudios que prueben su eficacia en el medio local.

### **2.1.5 Control manual de malezas**

#### **2.1.5.1 Ciclos.**

En lo referente a prácticas de manejo de la plantación, específicamente a control de malezas de forma manual, se observa que, de los 78 productores encuestados, 33 productores, que representan el 42%, ejecutan tres ciclos de control al año, mientras que un 28% de los encuestados lo hace en 2 ocasiones y un 24% en cuatro ocasiones (Cuadro 5). Solo tres productores encuestados realizan solo un ciclo de control de maleza en la plantación al año y no se encontró productores que no ejecuten control de maleza del todo.

**Cuadro 5.** *Ciclos de control de maleza en fincas de productores de naranja dulce en Hojancha, 2020-2021*

<b>Número de ciclos en el año</b>	<b>Cantidad de productores</b>	<b>Porcentaje de productores (%)</b>
1	2	3
2	22	28
3	33	42
4	19	24
5	2	3

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **2.1.5.2 Mano de obra.**

En cuanto a mano de obra invertida por año en dicha labor, por hectárea cultivada, se encuentran diferencias importantes de inversión en este rubro. Se tiene que 41 de los 78 productores encuestados (53%) se incluyen en un grupo que invierte entre 8 y 56,5 horas/hectárea/año. Un segundo grupo en importancia invierte entre 56,5 y 105 horas/hectárea/año de mano de obra, acumulan entre los primeros dos grupos un 83% de los productores. Es importante señalar la existencia

de 13 productores que invierten una cantidad de horas más elevada, que van desde las 105 a las 300 horas por hectárea en un año calendario (Cuadro 6).

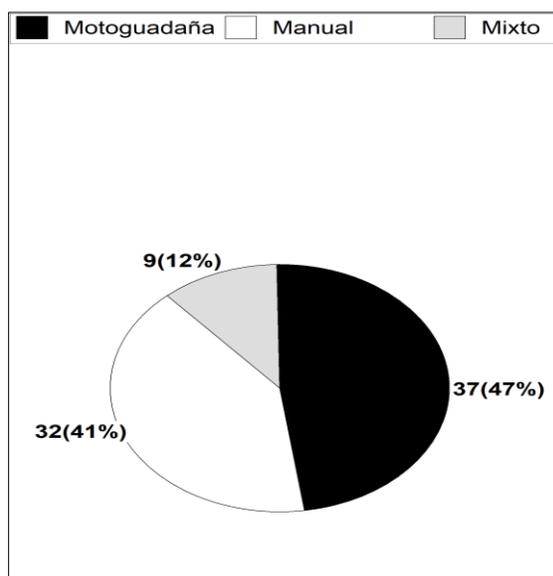
**Cuadro 6.** Horas de mano de obra por hectárea invertidas en control manual de maleza de plantación de naranja dulce en el año. Hojancha, 2020-2021

Mínimo de horas	Máximo de horas	Número de fincas	Porcentaje (%)	Número de fincas acumulado	Porcentaje acumulado (%)
[8,0	56,5)	41	53	41	53
[56,5	105,0)	24	31	65	83
[105,0	154,0)	7	9	72	92
[154,0	202,5)	4	5	76	97
[202,5	251,0)	1	1	77	99
[251,0	300,0]	1	1	78	100

**Fuente:** Elaboración propia

### 2.1.5.3 Equipo.

El control manual de malezas se realiza en las plantaciones de naranja del cantón con machete en un 41% de las fincas encuestadas, con motoguadaña en un 47% y un uso mixto de estas herramientas en un 12% (Figura 7). No se encuentran plantaciones que implementen control de malezas con maquinaria agrícola pesada, especialmente porque las plantaciones se encuentran en terrenos con pendientes pronunciadas.



**Figura 7.** Distribución porcentual de uso de equipo para control de malezas de forma manual en plantaciones de naranja en Hojancha, 2020-2021

**Fuente:** Elaboración propia.

Las malezas son plantas muy tolerantes y resistentes a diferentes alteraciones del medio ecológico, compiten agresivamente con los cultivos por su fácil germinación, capacidad de dormancia y habilidad de sobrevivir (Vargas et al., 2012). La presión de las malezas puede causar daños importantes en el desarrollo y rendimientos del cultivo de naranja. Estas pueden afectar el crecimiento de los árboles y los rendimientos posteriores al alterar el patrón de aspersion de los sistemas de riego, interceptar los productos químicos aplicados al suelo y a la copa (fertilizantes y productos fitosanitarios) e interferir con las operaciones de cosecha. Las malezas dentro del lote pueden llegar a interferir de forma importante con las labores de control de HLB y su vector, principalmente las que son capaces de extenderse sobre el árbol, como el caso de algunos bejucos de las familias convolvulaceae (*Ipomoea* sp.) y vitaceae (*Cissus verticillata*) (Kanissery et al., 2020).

Es necesaria una identificación precisa de las especies de malezas antes de seleccionar e implementar un programa de control (Albrigo et al. 2019). Las especies de maleza más problemáticas en fincas de naranja del cantón de Hojancha y en otros sectores de la península de Nicoya son *Eleusine indica*, *Rottboellia cochinchinensis* y *Brachiaria* sp. La dispersión de la última por las plantaciones de naranja se explica desde el uso de suelos que solían ser pasturas para sistemas ganaderos de la zona (J. Méndez y F. Herrera, comunicación personal, 19 de julio de 2021).

En cuanto a malezas de hoja ancha, algunas especies de agresividad considerable en el cantón son *Lantana camara*, *Bidens pilosa*, *Baltimora recta*. Estas malezas son más comúnmente asociadas al cultivo de café, al darse una reducción en la producción de café en el cantón y emigrar al cultivo de naranja, muchos de los suelos utilizados aún conservan un banco de malezas con poblaciones de dichas arvenses. En otras plantaciones más maduras se observa la

aparición de algunas especies de bejucos, principalmente del género *Ipomoea* sp. que pueden llegar a ser más limitantes en algunas prácticas del cultivo cuando no se le da un control adecuado, principalmente en aplicaciones fitosanitarias y nutrición foliar.

El control de malezas en plantaciones de naranja representa uno de los rubros de mayor costo en los trópicos, principalmente por las altas temperaturas y los regímenes de lluvias, que hacen que los índices de crecimiento de las malezas sean más elevados (Albrigo et al., 2019). Esto concuerda con los resultados obtenidos en las fincas encuestadas, donde dicha labor se establece como la que consume más mano de obra por hectárea en un año calendario.

Por otro lado, al tratarse en buena medida de plantaciones de tamaño pequeño, de capital de inversión bajo, además de relieves muy irregulares en importante cantidad de fincas, los trabajos de control de malezas se hacen de forma rudimentaria, ya sea con el uso de herramientas como machete o motoguadaña, aun cuando la chapea mecánica se utiliza comúnmente como un método eficaz para eliminar las malezas en plantaciones de naranja alrededor del mundo, particularmente donde la erosión del suelo es un problema y se establecen prácticas de conservación de este recurso.

No se encontró en la literatura consultada alguna recomendación de número de ciclos de control manual de malezas en el año, posiblemente debido a las condiciones ambientales y al banco de malezas del lugar que hacen que cada productor tenga que emplear su criterio para llevar a cabo la labor cuando sea pertinente y económicamente viable. Sin embargo, se considera que tres ciclos de control en el año mantienen la plantación libre de problemas fitosanitarios, pero manteniendo una cobertura de suelo acorde con un sistema de conservación de este recurso (J. Méndez y F. Herrera, comunicación personal, 19 de julio de 2021).

#### **2.1.6 Control químico de malezas**

### 2.1.6.1 Ciclos.

Por otro lado, de los productores encuestados, en un 45% de los casos aplica como mínimo un ciclo de herbicida en las plantaciones como complemento al control manual de maleza; en un 10% se hacen dos aplicaciones, mientras que en el 5% de las fincas se hace un máximo de tres aplicaciones en el ciclo de cultivo (Cuadro 7). Llama la atención el hecho de que en un 40% de las fincas no se aplica herbicida en el ciclo de cultivo.

**Cuadro 7.** Frecuencia de control de malezas anual por productores de naranja del cantón de Hojancha

Ciclos de control químico de malezas	Cantidad de productores	Porcentaje (%)
0	31	40
1	35	45
2	8	10
3	4	5

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.1.6.2 Mano de obra.

En lo referente a la mano de obra invertida en esta labor, la mayor proporción de productores, 35%, invierten un aproximado de 9,5 a 13,5 horas por hectárea en el año. Un 30% gastan un aproximado de 1,5 a 5,5 horas por hectárea, mientras que un 15% de los productores gastan entre 5,5 y 9,5 horas. Un restante 20% de productores invierten más en este rubro, que va desde las 13.5 a 30 horas aproximadamente (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Distribución de frecuencia para las horas de mano de obra invertidas en control químico de malezas, por hectárea en un ciclo de cultivo en plantaciones de naranja, Hojancha, 2020-2021

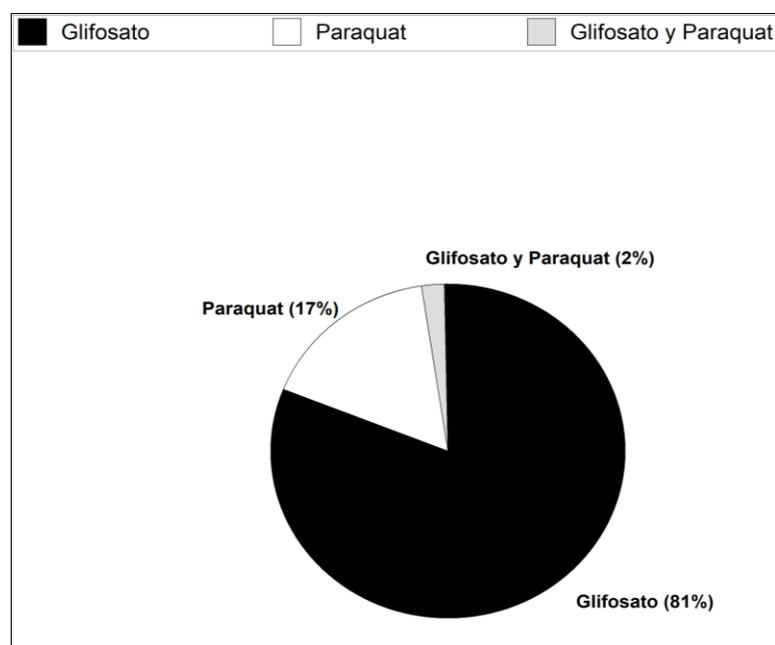
Mano de obra		Número de fincas	Porcentaje de fincas	Número de fincas acumulado	Porcentaje de fincas acumulado
Mínimo	Máximo				
[1,5	5,5)	14	30	14	30
(5,5	9,5)	7	15	21	46
(9,5	13,5)	16	35	37	80
(13,5	18.0)	4	9	41	89

Mano de obra		Número de fincas	Porcentaje de fincas	Número de fincas acumulado	Porcentaje de fincas acumulado
Mínimo	Máximo				
(18,0	22,0)	2	4	43	93
(22.0	26.0)	1	2	44	96
(26.0	30,0)	2	4	46	100

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.1.6.3 Productos utilizados.

En el combate químico de malezas, se encontró que de los 47 productores que realizan aplicaciones, en un 81% de los casos se opta por Glifosato como ingrediente activo, en tanto que un 17% utiliza el Paraquat como ingrediente activo (Figura 8). Además, la totalidad de los productores que realizan control químico de malezas lo hacen con bomba de espalda, ninguno utiliza herramientas como bomba de motor o mechero.



**Figura 8.** Proporción de ingredientes activos utilizados en control químico de malezas en plantaciones de naranja, Hojancha, 2020-2021

**Fuente:** Elaboración propia.

El control químico de malezas ofrece algunas ventajas en comparación con el control manual, sobre todo en el menor uso de mano de obra y a persistencia de su efecto en las poblaciones de malezas (Vargas et al., 2012). En el cultivo de los cítricos es común el uso de herbicidas no selectivos, ya sea de contacto o de efecto sistémico con el objetivo de abarcar un amplio control en las malezas asociadas al cultivo de los cítricos.

Algunos factores como la temperatura, la humedad relativa, el viento, el tipo de suelo y el desarrollo de las especies de malezas influyen en la eficiencia del herbicida. Sin embargo, la utilización continua e indiscriminada de herbicidas puede causar un efecto de selección de poblaciones de malezas más agresivas luego de varios ciclos del cultivo. Por otro lado, el uso de herbicidas en condiciones de alta pendiente, al eliminar de forma total la cobertura vegetal sobre el suelo, se originan problemas de erosión, escorrentía, pérdidas de nutrientes, materia orgánica y microorganismos del suelo y por tanto un detrimento en la productividad de la plantación en la medida en que el problema no se corrija. Es posible que, en el transcurso del tiempo, para reestablecer los rendimientos de cosecha, el productor tendrá que invertir más en fertilidad del suelo, aumentando los costos de producción (Albrigo et al., 2019).

Los productores de naranja han comprendido la importancia de prácticas de conservación de suelos en cultivos perennes como cítricos y café con pendientes que alcanzan entre un 10 y 40%, ejecutando lo más posible el control manual de malezas y utilizando el recurso de herbicida al mínimo. Dicho punto se ve reflejado en que un 40% de los productores de naranja encuestados no utilizan del todo el recurso de herbicida para controlar el crecimiento de malezas en los cultivos de naranja y los que si utilizan lo hacen, en un 45% de las fincas, una sola vez en el año. En las fincas del cantón no se utilizan terrazas en fincas de alta pendiente, probablemente porque conllevan inversiones altas en el establecimiento del cultivo (W. Román, comunicación personal, 20 de julio de 2021).

El control químico de malezas que practican los productores estudiados es un complemento del control manual de malezas, esto se desprende de la cantidad

de ciclos ejecutados al año en ambas prácticas, donde un acumulado de 94% de productores realizan entre dos y cuatro ciclos de control manual de maleza, utilizando cerca del 90% de las fincas alrededor de 105 horas por hectárea por año (Cuadro 5). Ese dato contrasta con que, de los productores que realizan control químico de maleza, un 90% de ellos invierte en ese rubro un máximo de 18 horas por hectárea por año.

Las diferencias entre las horas invertidas en mano de obra entre las fincas encuestadas, tanto para las labores de control manual, como para el control químico de malezas, se deben principalmente a las diferencias de área entre fincas, cantidad de ciclos empleados por año, herramientas utilizadas, disponibilidad de recursos económicos y ambientales para llevar a cabo las labores y las características de las plantaciones. En este último aspecto los productores reportaron diferencias entre el manejo que conllevan plantaciones más jóvenes, en donde al haber más entrada de luz, el crecimiento de malezas es más agresivo.

En las fincas encuestadas se reportó el uso de dos moléculas de herbicidas solamente, el glifosato y el paraquat. El glifosato actúa de forma sistémica en aplicaciones post emergentes. Se traslada por toda la planta eliminando la parte aérea, raíces, tubérculos, actuando en varios sistemas enzimáticos e interfiriendo con la formación de aminoácidos. Por su parte, el paraquat no es selectivo, es de contacto y post emergente, de una amplia gama de malezas de hoja ancha y gramíneas, con cierta capacidad de translocación por el xilema y con mayor efectividad sobre las malezas anuales que sobre las perennes y las que tienen órganos subterráneos (Vargas et al., 2012).

Ese mismo autor señala en su investigación que ambas moléculas mostraron un buen porcentaje de control, sin embargo señala que glifosato tiene un mayor poder residual sobre el rebrote por hasta 90 días y en dosis de 2 L.ha<sup>-1</sup> que resulta ser el tratamiento más barato. Además, señala que la mezcla de diurón y paraquat, presenta porcentajes elevados de control similares, con efecto residual de hasta 75 días.

Por otra parte, estudios señalan la utilización de coberturas vegetales en condiciones de alta pendiente como el caso de Hojancha para evitar las pérdidas de fertilidad de suelo por erosión. Orduz-Rodríguez et al. (2011) observaron porcentajes de cobertura de suelo en asocio con cítricos para las especies *Desmodium ovalifolium*, *Paspalum notatum*, *Brachiaria dictyoneura* y *Arachis pintoii*. Los resultados obtenidos señalan ventajas en el uso de coberturas en la fase de establecimiento del cultivo de cítricos, disminución de la resistencia a la penetración y protección del suelo a la erosión por escorrentía. Rincón y Orduz (2004) señalan que *A. pintoii*, puede alcanzar una cobertura de suelo de 83% y por su rápido establecimiento, la invasión de malezas en el cultivo de cítricos es menor, lo que conlleva un menor costo en el control de malezas.

De forma similar como sucede con el control manual de malezas, con respecto al control químico no se encuentran al momento de la investigación recomendaciones de la frecuencia de aplicaciones químicas en el año. Sin embargo, se recomienda evitar el uso de herbicidas en plantaciones de cítricos del cantón debido a condiciones de alta pendiente en la mayoría de fincas, por el contrario, que se fomente el control manual de maleza en época lluviosa (mayo a noviembre) y el uso de una cobertura vegetal permanente sobre el suelo (W. Román, comunicación personal, 20 de julio, 2021).

### **2.1.7 Fertilización química al suelo**

#### **2.1.7.1 Ciclos de fertilización.**

Respecto a la frecuencia del manejo de la fertilización química del suelo, se obtuvo que 36 de las 78 fincas encuestadas lo hacen en tres ciclos por año calendario (Cuadro 9), lo que equivale al 46% del total, seguido a ello, 22 lo hacen en dos ciclos, lo que representa un 28% de las fincas. Un 15% y 6% de las fincas realizan más ciclos de fertilización, en cuatro y cinco ocasiones en el año, respectivamente. Solamente un productor encuestado respondió no invertir en este rubro.

**Cuadro 9.** Ciclos de fertilización química al suelo aplicados por año en plantaciones de naranja en el cantón de Hojancha, 2021

Ciclos de fertilización	Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
0	1	1
1	2	3
2	22	28
3	36	46
4	12	15
5	5	6

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.1.7.2 Mano de obra utilizada.

En dicha labor de fertilización al suelo, 21% de las fincas encuestadas invierten un máximo de 10 horas/hectárea/año, un porcentaje importante de fincas (41%) invierten entre 10 y 20 horas/ha/año, mientras que otro 21% de fincas invierten entre 20 y 30 horas/ha/año. Otra parte de las fincas, tienen una inversión mayor en esta labor, con un máximo de 60 horas/ha/año invertidas (Cuadro 10).

**Cuadro 10.** Frecuencia absoluta y relativa (%) de horas de mano de obra invertidas en fertilización al suelo, por hectárea en un ciclo de cultivo en plantaciones de naranja. Hojancha 2020-2021

Horas mano de obra		Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
Mínimo	Máximo		
[ 0,0	10,0 )	16	21
[ 10,0	20,0 )	32	41
[ 20,0	30,0 )	16	21
[ 30,0	40,0 )	5	6
[ 40,0	50,0 )	6	8
[ 50,0	60,0 ]	3	4

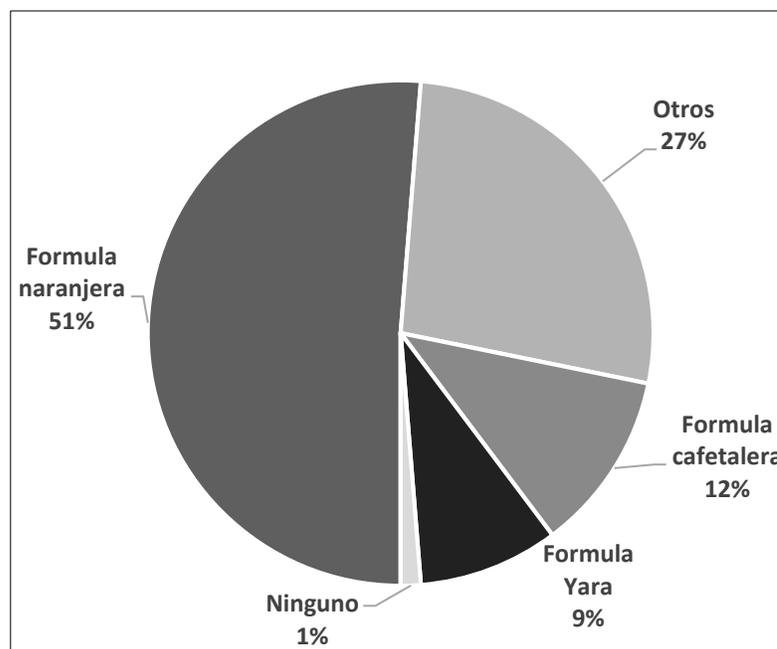
**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.1.7.3 Productos utilizados.

Asimismo, se obtuvo que en las fincas encuestadas, como principal producto para la fertilización al suelo, en un 51% de los casos, elijen la utilización de la fórmula física 17-5-20-2,3(Mg)-3(Ca)-0,02(B), conocida en la zona como “fórmula

naranja”, sin embargo, se observa que en muchas ocasiones los productores recurren a ésta por recomendación de técnicos agrícolas o de otros productores de naranja, sin conocer exactamente las necesidades del cultivo y las características de ésta fórmula, sus aportes nutricionales a las plantaciones, dosificaciones por árbol, entre otros aspectos.

De igual manera, los productores recurren a una serie de fertilizantes varios, de utilización común en otros cultivos como fertilizante principal, tales como nitrato de amonio, fosfato diamónico (DAP), cloruro de potasio (KCL), fórmula 18-46-0, por lo que para la presentación de la información se incluyen en la categoría “otros”, que alcanza un 27% de las fincas encuestadas (Figura 9). De igual manera, se obtiene que, en 9 de las fincas encuestadas, (12% de los productores) utilizan la llamada “fórmula cafetalera” (18-3-20-3(Mg)-3,6(S)), esto debido a que sus plantaciones de naranja se encuentran en asocio con plantaciones de café y se termina empleando la misma fórmula para ambos cultivos. Además, la fórmula química 17-6-18-5(Mg)-1,6(S)-0,2(B)-0,1(Zn), descrita por los productores como “Yara”, es cada vez más utilizada por recomendación entre los mismos, alcanzando un 9% de los casos como principal fertilizante utilizado. Solo una finca encuestada manifestó no invertir en esta labor del todo.



**Figura 9.** Porcentaje de tipos de fertilizante granular químico utilizado en plantaciones de naranja, Hojanca, 2021

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.1.8 Fertilización foliar de plantaciones

#### 2.1.8.1 Ciclos.

De los productores encuestados, se observa que hay quienes no realizan ninguna aplicación de fertilizante foliar al año (11 fincas, equivalente a un 14%), hasta una finca que tiene calendarizada una aplicación en promedio por mes en el año. Sin embargo, cerca de una tercera parte de las fincas (30% de los casos) realiza dos aplicaciones en el año calendario. Otra parte importante de productores (21%) realizan tres ciclos de aplicación, mientras que un 10 % realizan 4 ciclos (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Número de aplicaciones de fertilización foliar anuales en fincas de naranja, Hojanca, 2021

Número de aplicaciones	Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
0	11	14
1	4	5
2	23	30

Número de aplicaciones	Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
3	16	21
4	8	10
5	3	4
6	6	8
7	1	1
8	4	5
10	1	1
12	1	1

**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.1.8.2 Mano de obra.**

Asimismo, para agrupar a los productores encuestados según la mano de obra utilizada en dicha labor de fertilización foliar, estos se agrupan en siete clases, como se observa en el Cuadro 12 de distribución de frecuencias, donde se obtuvo que 46 de los 78 productores invierten entre 0 (fincas que no aplican) hasta cerca de 23,0 horas/hectárea/año, lo que significan un 59% de los casos. Además, 18 productores invierten entre 23,0 y 46,0 horas/hectárea/año. Entre ambos grupos, se observa un porcentaje acumulado de fincas de un 82%. Los valores más altos reportados para esta labor alcanzan un máximo de hasta 160 horas/hectárea/año.

**Cuadro 12.** *Mano de obra utilizada en fertilización foliar, en horas por hectárea en un ciclo de cultivo en plantaciones de naranja, Hojancha, 2020-2021*

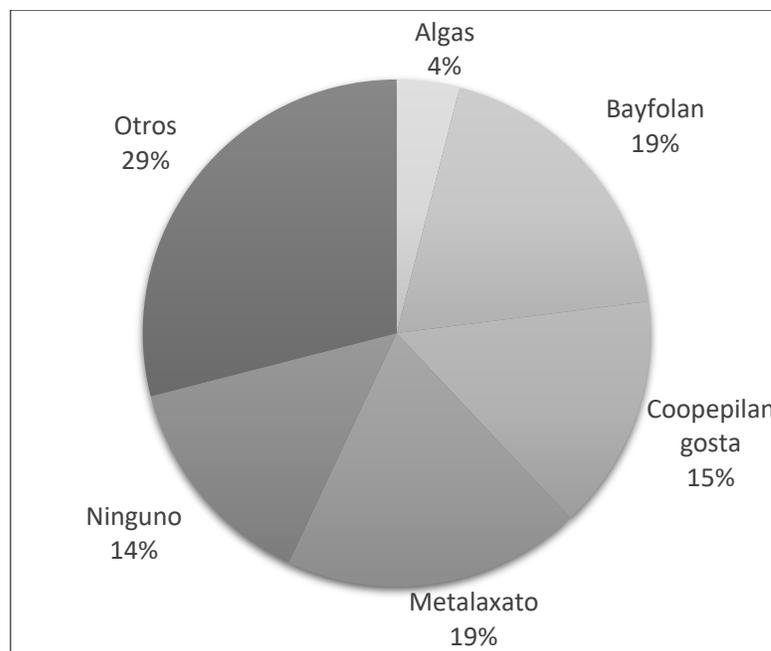
Horas mano de obra		Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)	Cantidad de fincas acumulado	Porcentaje de fincas acumulado (%)
Mínimo	Máximo				
[ 0,0	23.0 ]	46	59	46	59
[ 23.0	46.0 ]	18	23	64	82
[ 46.0	68,5 ]	5	6	69	88
[ 68,5	91,5 ]	5	6	74	95
[ 91,5	114,0 ]	1	1	75	96
[ 114,0	137,0 ]	1	1	76	97
[ 137,0	160,0 ]	2	3	78	100

**Fuente:** Elaboración propia.

### ***2.1.8.3 Productos utilizados.***

Se observó que los productores encuestados utilizan una variedad amplia de fertilizantes foliares en sus aplicaciones entre las diferentes fincas. En la Figura 10 se observan los principales productos empleados, donde Bayfolan, Metalaxato y algas son aplicados en el 19, 19 y 4%, respectivamente. En la categoría “otros”, que abarca el 29% de las fincas, se incluyen productos de diferentes fuentes, presentaciones y marcas, que aportan a los árboles elementos como nitrógeno, potasio, zinc, boro, magnesio, manganeso, entre otros.

Por su parte, en la categoría “CoopePilangosta” se hace referencia a una gama de productos de fertilización foliar que ha sido socializada a los productores del cantón y que los pueden adquirir en un almacén de agroquímicos de la localidad. Dentro de dicho programa, se recomiendan productos como sulfatos de magnesio, nitrato de calcio, fuentes de potasio y boro líquidos. Dicha categoría abarca el 15% de las fincas encuestadas. Se hace esta categorización debido a que, en el momento de la aplicación de la encuesta, los productores no pudieron precisar exactamente cuáles de los productos disponibles en la recomendación de la cooperativa son los que utilizan.



**Figura 10.** *Porcentaje de fertilizantes foliares utilizados en plantaciones de naranja, Hojancha, 2020-2021*

**Fuente:** Elaboración propia.

La península de Nicoya, área que incluye al cantón de Hojancha, se compone principalmente de suelos del orden alfisoles, característicos por su color rojizo. Estos suelos son típicos de zonas con cambios estacionales entre húmedo a semiárido, con déficit de humedad de más de cinco meses al año. Poseen buen contenido de cationes intercambiables, pero alta susceptibilidad a los procesos de degradación (INTA, 2015).

Desde el punto de vista nutricional, las condiciones de agregamiento de estos suelos representan condiciones ideales para la lixiviación de nutrientes, especialmente los elementos básicos (Ca, Mg y K) lo que conduce a acentuados problemas de acidez. Por su condición de suelos ácidos, aparte de los problemas de toxicidad de aluminio y en menor grado de manganeso, también presentan problemas de disponibilidad de fósforo por fijación de éste al hierro y al aluminio. Presentan un horizonte superficial de color claro con bajo contenido de materia orgánica, permitiendo que los nitratos se pierden muy fácilmente por lavado, haciendo que la disponibilidad de nitrógeno sea generalmente baja para los cultivos.

La fertilización abundante y fraccionada de nitrógeno, fósforo y potasio, sostiene la producción en dichos suelos, además se debe contemplar la adición de elementos menores en el momento oportuno (Henríquez et al., s.f.).

El nitrógeno es un componente de aminoácidos y proteínas y es particularmente importante para el crecimiento y desarrollo adecuado de los cítricos. Los aportes de nitrógeno son necesarios para lograr un crecimiento de fruta y rendimientos altos. El nitrato es mayormente absorbido por los cítricos en condiciones de pH de suelo bajos, mientras que el amonio es absorbido de mejor manera en condiciones de pH altos. Las deficiencias de nitrógeno en hojas se manifiestan desde una coloración verde claro a amarillo (Albrigo et al., 2019). Las deficiencias agudas de nitrógeno que se manifiestan en el follaje de los cítricos hacen difícil la apreciación de síntomas de HLB en el campo, por lo que la identificación de la enfermedad se puede ver dificultada en el momento oportuno.

El fósforo es esencial para el correcto funcionamiento de los componentes estructurales y energéticos de las células; sin embargo, los cítricos requieren niveles bajos de este elemento. Está presente en la solución del suelo principalmente como  $\text{PO}_4^{-3}$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{-2}$  o  $\text{H}_3\text{PO}_4$  en el rango de pH de 6 a 7. Los síntomas de deficiencias de fósforo, tanto en árboles de desarrollo como en árboles maduros, están asociados a importantes reducciones en floración y tamaño de fruta. El potasio es necesario para regular los equilibrios iónicos en la célula y para el desarrollo de frutos de tamaño adecuado, además de tener un papel importante en el grosor de la cáscara. Los síntomas de deficiencias, tanto de fósforo como de potasio, no guardan similitud con los síntomas característicos de HLB en hojas (Albrigo et al., 2019).

Por otro lado, los micronutrientes son necesarios para el correcto funcionamiento de las enzimas, como su nombre lo implica, son requeridos en pequeñas cantidades en el cultivo. Estos elementos son principalmente manganeso, zinc, hierro, cobre y en plantaciones comerciales de cítricos, son aplicados más comúnmente al follaje debido principalmente a que los micronutrientes aplicados al suelo forman complejos, reduciendo su disponibilidad

para los sistemas radicales. Las aplicaciones de estos se llevan a cabo anualmente, siempre que la planta tenga hojas lo suficientemente extendidas para asimilar los elementos proporcionados, aunque es tema de discusión que las aplicaciones se lleven a cabo cuando no se encuentran visibles las deficiencias en las hojas (Morgan et al., 2020).

El HLB provoca que las raíces fibrosas se vean afectadas en unos pocos meses después de darse a cabo la infección y antes de que se desarrollen los síntomas foliares. Estas raíces son responsables de la mayor parte de la absorción de nutrientes y su mal funcionamiento probablemente explica los síntomas de deficiencia que se desarrolla en el dosel. La clorosis foliar que deviene como resultado de la infección por HLB, es similar a la sintomatología por deficiencias de Mn y Zn, principalmente en crecimientos iniciales de las hojas. La clorosis foliar es seguida por un moteado manchado de hojas más viejas (Morgan et al., 2020).

Se ha registrado a nivel nacional, en fincas de pequeños productores con poca experiencia en el reconocimiento visual de la enfermedad, que los árboles infectados con HLB son comúnmente confundidos con árboles con deficiencias nutricionales severas, previamente conocidas por productores a lo largo de los años de cultivo. Esta situación provoca que el productor, aunque conozca de la gravedad de la enfermedad y sus consecuencias en el cultivo, principalmente económicas, no detecte con celeridad la dispersión de esta y ejecute acciones de manejo tardías, tanto del vector, como de los árboles dañados. Por ese motivo, para el cultivo de naranja y otros cítricos, se considera de vital importancia un manejo adecuado de la fertilización, con los objetivos, no solo de mantener los rendimientos esperados a lo largo de los ciclos de cultivo, sino para elevar las posibilidades de lograr un monitoreo temprano y más preciso de la enfermedad (W. Román, comunicación personal, 20 de julio de 2021).

En el caso de los productores de naranja del cantón de Hojancha, tanto la cantidad de ciclos de fertilización aportados al suelo y las fórmulas empleadas, como la fertilización foliar y los productos escogidos comúnmente por los productores, han permitido hasta el momento que personal técnicamente capacitado para el

reconocimiento y seguimiento de la enfermedad de HLB (tanto de SFE como asesores de la empresa Del Oro S.A) puedan distinguir sin mayor dificultad entre deficiencias nutricionales que podrían presentarse con mayor severidad y frecuencia en las plantaciones. No obstante, se requieren de estudios más profundos en la zona sobre fertilización granular al suelo y foliar de plantaciones de naranja más tecnificadas y eficientes que reintegren al sistema las extracciones provocadas por cosecha e incluso elevar rendimientos en el largo plazo. Por otro lado, para efectos estrictamente de llevar a cabo un diagnóstico de la enfermedad, la fertilización a nivel cantonal se puede considerar adecuada, tanto en elementos aportados como la frecuencia de los mismos a lo largo del año (F. Herrera, comunicación personal, 10 de agosto de 2021).

Sin embargo, como punto a mejorar a nivel cantonal, se observó que parte importante de los productores carecen de conocimiento sobre los fertilizantes granulares y foliares escogidos y aplicados en sus fincas, rigiéndose principalmente de recomendaciones de otros productores con más recorrido en el cultivo de naranja. Ello habla sobre la necesidad de incrementar programas de capacitación al productor que mejoren sus conocimientos técnicos en la materia.

El método de fertilización al suelo en el cantón se continúa llevando a cabo de forma manual en fincas de naranja, no hay fincas que utilicen equipos especializados para llevar el fertilizante hasta la franja de aplicación, lo que explica el uso de cantidades elevadas de mano de obra en esta actividad. En el marco anterior, la variabilidad entre las horas empleadas por los diferentes productores se explica tomando en cuenta la diferencia de las áreas de las fincas, los ciclos de fertilización aplicados, los métodos escogidos para hacer la aplicación más eficiente y menos expuesta a la volatilización y/o escorrentía, así como la aplicación del fertilizante en zanjas o huecos para luego ser enterrados cerca de la falda del árbol.

Con respecto a la mano de obra empleada en fertilización foliar, la cantidad de horas varía de acuerdo con los ciclos aportados por el productor, la cantidad de área y por ende de árboles en la finca. Un factor adicional para tener en cuenta es que, en algunas fincas, los aplicadores tienen que desplazarse hasta las fuentes de

agua naturales, causando un mayor consumo de horas de mano de obra por aplicación. En la totalidad de las fincas la aplicación se realiza con bomba de motor y en una parte importante de ellas las aplicaciones de fertilizante foliar se llevan a cabo junto con aplicaciones de insecticidas y fungicidas.

### **2.1.9 Podas de copa**

En 30 de las 78 fincas encuestadas (38%) aseguraron no hacer esta labor en el año, mientras que en 45 fincas lo hacen al menos en una ocasión, lo que representa un 58% de las fincas (Cuadro 13), mientras que solamente en 3 fincas los hacen en dos ocasiones al año.

**Cuadro 13.** *Ciclos de poda a la copa realizados por año en plantaciones de naranja*

<b>Podas</b>	<b>Cantidad de fincas</b>	<b>Porcentaje de fincas (%)</b>
0	30	38
1	45	58
2	3	4

**Fuente:** Elaboración propia.

Las labores de poda en el cultivo de naranja juegan un papel preponderante para evitar arquitecturas de árbol con exceso de follaje y alturas excesivas, mismos que acarrearán problemas de intercepción de luz para el buen funcionamiento de la fotosíntesis, distribución de pesticidas aplicados a la copa y labores de maquinaria donde estos son empleados. En términos generales, el apropiado control del tamaño y forma de la copa es esencial para mantener la productividad y salud del árbol (Vashisth et al., 2021).

Algunos sectores de los productores nacionales de cítricos consideran la poda de ramas sintomáticas como una medida curativa ante la enfermedad de HLB. Sin embargo, al tratarse de una enfermedad que se aloja a lo largo del sistema, desde las raíces hasta la copa, esta medida no tiene ninguna efectividad (Dewdney et al., 2020).

La respuesta del árbol a labores de poda depende de factores como la variedad con la que se cuenta en la finca, el patrón, la edad del cultivo, el momento

de la poda y demás prácticas de manejo. En términos generales, la variedad Valencia requiere de podas al costado del árbol leves, con poca remoción de follaje, sin embargo, se necesita de más investigación local de métodos de poda apropiados para las condiciones climáticas y de cultivo (Vashisth et al., 2021).

En cuanto a los productores encuestados, como se vio en la sección de portainjertos, un 84% de ellos utiliza Volkameriana, mientras que Carrizo también es utilizado. Ambos patrones de árbol son de porte alto en etapa madura del cultivo. Además, como se observó en edad de plantaciones, el 73% de las fincas se encuentran en edad madura. Dichos factores aunados al hecho de que cerca del 40% no realiza podas de copa que permitan que las aplicaciones que se hagan para el control de psíidos sean efectivas, ponen en un estado de vulnerabilidad a las plantaciones del cantón.

Es importante además destacar, que parte importante de quienes contestaron realizar podas en el ciclo de cultivo, lo realizan en el árbol de forma parcial y a su vez en la población de árboles, lo que no asegura necesariamente una arquitectura adecuada para las labores de aplicación. Otro sector importante de quienes contestaron realizar podas, lo hacen en plantaciones de desarrollo para dar forma al árbol, con el objetivo de facilitar un adecuado crecimiento en miras de alcanzar precocidad y mayor productividad.

#### ***2.1.10 Monitoreo de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en fincas***

En los tres distritos del cantón de Hojancha se obtiene que los productores, en una mayor proporción de las fincas, realizan entre 0 y 3 ciclos de monitoreo de síntomas de HLB en los árboles de su finca. Seguido en importancia, se realizan entre 3 y 6 ciclos al año. Sin embargo, como se pudo escuchar al momento de realizar las encuestas a los productores, los ciclos de monitoreo de la enfermedad que se detallan en los cuadros 14, 15 y 16, son realizados por los productores, en una parte importante de los casos, aprovechando que recorren las plantaciones para otras actividades, tales como control de maleza, podas, cosecha, entre otras, lo que explica que se presentan fincas con hasta 12 ciclos de monitoreo al año.

**Cuadro 14.** Ciclos de monitoreo de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en fincas de naranja del distrito de Hojancha, cantón de Hojancha, 2021

Mínimo de ciclos	Máximo de ciclos	Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
[ 0,0	3,0 )	8	42
[ 3,0	6,0 )	4	21
[ 6,0	9,0 )	2	11
[ 9,0	12,0 ]	5	26

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 15.** Ciclos de monitoreo de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en fincas de naranja del distrito de Huacas, cantón de Hojancha, 2021

Mínimo de ciclos	Máximo de ciclos	Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
[ 0,0	3,0 )	13	86
[ 3,0	6,0 )	1	7
[ 6,0	9,0 )	0	0
[ 9,0	12,0 ]	1	7

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 16.** Ciclos de monitoreo de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en fincas de naranja del distrito de Monte Romo, cantón de Hojancha, 2021

Mínimo de ciclos	Máximo de ciclos	Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
[ 0,0	2,0)	33	75
[ 2,0	5,0)	4	9
[ 5,0	7,0 )	3	7
[ 7,0	10,0 )	0	0
[ 10,0	12,0 ]	4	9

**Fuente:** Elaboración propia.

En dicha labor, el grupo más importante de productores, un 74% de ellos, no sobrepasan las 22 horas de mano de obra invertidas en el ciclo, tal y como se aprecia en el cuadro 17.

**Cuadro 17.** Horas de mano de obra invertidos en monitoreo de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) por hectárea en un ciclo de cultivo en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021

Horas de mano de obra	Cantidad de fincas
-----------------------	--------------------

Mínimo	Máximo		Porcentaje de fincas (%)
[ 0,0	22,0 )	58	74
[ 22,0	45,0 )	8	11
[ 45,0	67,0 )	7	9
[ 67,0	90,0 )	1	1
[ 90,0	112,0 )	1	1
[ 112,0	134,0 )	0	0
[ 134,0	157,0 ]	3	4

**Fuente:** Elaboración propia.

El monitoreo de árboles sintomáticos de HLB en fincas de naranja es una práctica fundamental para desarrollar en zonas donde es confirmada la presencia de la enfermedad, como medida de evitar la diseminación rápida entre la población de árboles. Cuando los árboles afectados con la enfermedad no son removidos de la plantación, estos sirven como fuente de inóculo a los árboles sanos circunvecinos (Burrow et al., 2019).

Los métodos empleados para el monitoreo de la enfermedad van desde el caminado por la plantación, inspeccionando el 100% de las plantas, hasta la utilización de vehículos todo terreno. Las empresas Tico Frut y Del Oro, principales productoras de cítricos en Costa Rica, planifican sus monitoreos tanto con el uso de plataformas en lo alto de tractores donde se transportan dos colaboradores que puedan ver el tercio superior de la copa de los árboles a ambos lados de la calle, especial para árboles de porte superior a los 2,5 m de altura. De forma simultánea se recorren a pie las plantaciones para localizar síntomas en el primer y segundo tercio del árbol (Ayres et al., 2019).

En el caso de Hojancha, no hay ninguna finca que realice monitoreos de la enfermedad con vehículos todo terreno, esto se puede deber a falta de conocimiento en labores de inspección de la enfermedad, terrenos con pendientes muy pronunciadas que impiden la seguridad de la labor y el costo elevado de la actividad. Aunque la actividad de monitoreo recorrida a pie suele ser el método más efectivo cuando la altura del árbol lo permite, el hecho de que el 73% de las fincas sean de edad madura y con un 84% de ellas sean de portainjerto Volkameriana (patrón de porte alto), la no utilización de equipos que permitan detectar sintomatologías en el

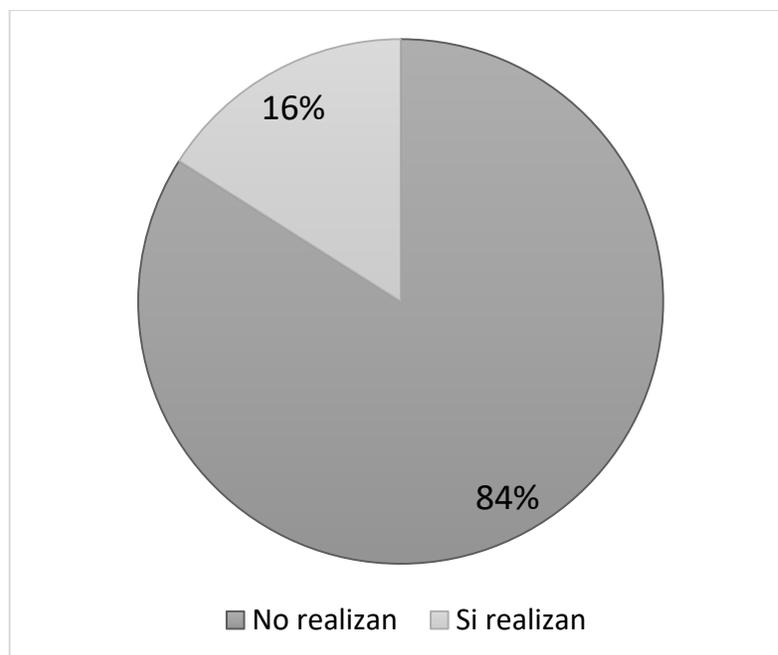
tercio superior del árbol es un factor que ponen en riesgo la dispersión de enfermedad de forma acelerada en el corto o mediano plazo.

Con respecto a la frecuencia del monitoreo de la enfermedad, Ayres et al. (2019) especifica que son 4 los ciclos adecuados a desarrollar en el año, lo que significa recorrer el 100% de la plantación cada tres meses. Esto concuerda con lo hecho por las empresas Del Oro y Tico Frut en sus plantaciones de la zona norte de Costa Rica. No obstante, en el caso de las fincas encuestadas del cantón de Hojancha, el número de monitoreos de la enfermedad en una mayor proporción de fincas se encuentra por debajo de lo recomendado por Ayres et al. (2019). Se denota, además, que de las fincas encuestadas del cantón, 19 de ellas realizan más de 4 monitoreos en el año, sin embargo, el hecho de que los productores aprovechen otras actividades de mantenimiento de las plantaciones para hacer monitoreo de la enfermedad genera la duda si realmente los ciclos realizados son efectivos y se acompañan de un conocimiento pleno de los síntomas de la enfermedad.

Señalado lo anterior, es imperante la necesidad de crear espacios de capacitación constante a los grupos de productores sobre este tema. Si bien es cierto en el pasado se han llevado a cabo jornadas de este tipo, constantemente hay productores que se suman a la actividad o casos de productores que no pudieron asistir por diferentes razones.

#### **2.1.11 Trampeo de *Diaphorina citri* en fincas**

En cuanto a establecimientos de trampas amarillas pegajosas en fincas de naranja del cantón, se obtuvo que solamente un 16% de las fincas utilizan esta tecnología como medida de evitar el avance de la enfermedad, mientras que el 84% de fincas no llevan a cabo dicha actividad (Figura 11).



**Figura 11.** *Proporción de la actividad de trampeo de Diaphorina citri en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021*

**Fuente:** Elaboración propia.

En dicha labor, un 94% de las fincas utiliza un máximo de 17 horas al año de mano obra (Cuadro 18). Se obtiene que 3 de las fincas del cantón realizan el trampeo y consumen hasta de 120 horas en un ciclo.

**Cuadro 18.** *Horas de mano de obra en un ciclo de cultivo invertidos en trampeo de Diaphorina citri en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021*

Mínimo de horas	Máximo de horas	Número de fincas	Porcentaje de fincas (%)
[ 0,0	17,0 )	73	94
[ 17,0	34,0 )	0	0
[ 34,0	51,5 )	1	1
[ 51,5	68,5 )	0	0
[ 68,5	85,5 )	0	0
[ 85,5	103,0 )	1	1
[ 103,0	120,0 ]	3	4

Fuente: Elaboración propia.

Según Bouvet y Hochmaier (s.f.) el monitoreo permite conocer el estado poblacional del vector en una finca y es el criterio para tener en cuenta al momento

de tomar la decisión de realizar controles químicos que van a repercutir en los costos económicos y ambientales del manejo que se realiza. Según Ayres et al. (2019), esta actividad también puede indicar al productor de donde pueden estar llegando las poblaciones del psílido.

Bouvet y Hochmaier (s.f.) consideran las trampas amarillas pegajosas como la alternativa más utilizada a nivel mundial para llevar un seguimiento de las poblaciones del psílido asiático. Los adultos de esta plaga se sienten atraídos por el color amarillo y quedan atrapados en la superficie pegajosa. La ventaja de esta técnica es que puede usarse para monitorear grandes áreas y es eficiente para la detección temprana del vector. Además, se le considera una práctica hasta 90 veces más eficiente que la inspección visual de brotes para ninfas y adultos de *D. citri*.

En cuanto a la densidad de trampas, Bouvet y Hochmaier (s.f.) recomiendan la instalación de 1 trampa por hectárea de terreno cultivado de cítricos. Si la enfermedad no se encuentra presente en la finca se deben colocar las mismas en los bordes del lote, mientras que, si se han detectado árboles con la enfermedad, no es indispensable su colocación en los bordes. Los mismos autores recomiendan que dichas trampas sean revisadas y cambiadas cada dos semanas como mínimo en momentos de brotación vegetativa de los cítricos y cada cuatro semanas en momentos sin brotación.

Los productores de naranja del cantón de Hojanca evidencian no conocer del vector *Diaphorina citri* al momento de la toma de las encuestas. Además, la poca utilización de trampeos que midan las dinámicas poblacionales del vector a lo largo del ciclo de cultivo genera especulación del momento de elegir controles ya sea biológicos o químicos dentro de las plantaciones. Dicha situación puede generar exceso de aplicaciones químicas en perjuicio de la sostenibilidad económica y ambiental del proyecto o, por el contrario, causar la omisión de condiciones propicias para que poblaciones altas del vector transmitan la enfermedad en perjuicio de la productividad de la finca en el largo plazo.

### **2.1.12 Control biológico de *Diaphorina citri* en fincas**

En ninguna de las 78 fincas encuestadas se ha implementado al momento de la encuesta la liberación de *Tamarixia radiata* (Hymenoptera:Eulophidae), principal parasitoide del psílido asiático a nivel comercial en el mundo.

El uso de *Tamarixia radiata* es considerada una valiosa alternativa para el combate de las poblaciones del psílido en sitios urbanos o siembras de traspatio donde no es posible o no hay accesibilidad por parte del propietario de realizar aplicaciones químicas, potencialmente dañinas a la salud humana si no se toman las debidas precauciones (Étienne et al., 2001).

Sin embargo, algunos factores a considerar para la escogencia de esta estrategia de control es que la disponibilidad de los individuos de este parasitoide actualmente es reducida, solo la empresa Tico Frut la pone a disposición del público contra pedido. Además, el transporte de los individuos al sitio de aplicación debe asegurar una cadena de frío durante el recorrido. Es de suma importancia reconocer que las posibilidades de llevar a cabo controles exitosos con el uso de este biocontrolador, dependen de que la aplicación se lleve a cabo en presencia de ninfas del psílido, en sus tres primeros instares. La permanencia de las poblaciones de *T. radiata* en el sitio de aplicación depende en gran medida de la disponibilidad de alimento psíldos a parasitar, por ser este un parasitoide obligado (J. Delgado, comunicación personal, 19 de mayo de 2020).

### **2.1.13 Control químico de *Diaphorina citri* en fincas**

#### **2.1.13.1 Ciclos.**

Como se denota en el Cuadro 19, la cantidad de ciclos de aplicaciones químicas con miras a combatir las poblaciones del vector de la enfermedad varía entre los propietarios encuestados. El grupo más importante de productores (53%) ejecutan 3 aplicaciones como máximo, un 29% realizan entre 3 y 7 aplicaciones y un tercer sector en importancia de las fincas (18%) aplican entre 7 y 12 veces.

**Cuadro 19.** Número de aplicaciones de insecticida para combate de *Diaphorina citri* en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021

Mínimo de aplicaciones	Máximo de aplicaciones	Número de fincas	Porcentaje de fincas
[ 0,0	2,0 )	19	23
[ 2,0	3,0 )	24	30
[ 3,0	5,0 )	13	17
[ 5,0	7,0 )	9	12
[ 7,0	9,0 )	9	12
[ 9,0	10,0 )	2	3
[ 10,0	12,0 ]	2	3

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.1.13.2 Productos empleados.

Con respecto a los productos utilizados para el combate de *D. citri*, se observa en el Cuadro 20, que la elección entre las fincas varía considerablemente. De forma similar a lo sucedido con los productos de fertilización foliar, los productores utilizan en un 23% de las fincas el producto disponible o recomendado en su momento en los almacenes de Coopepilangosta, principal distribuidor en el cantón de insecticidas para el manejo de esta plaga, sin conocer realmente información detallada del producto.

Por otro lado, 10 productores aseguran utilizar productos para el control del vector, sin embargo, no conocen el nombre o grupo químico al cual pertenecen, estos se encuentran en la categoría de “indefinido”. Otro hallazgo que se obtiene es que 11 (14%) de las fincas no realizan ninguna inversión en este aspecto. Fuera de las categorías mencionadas, la escogencia de productos va desde la utilización de un solo producto a lo largo del ciclo de cultivo, por ejemplo, aceite agrícola para remoción física de plagas (categoría Fi) hasta la utilización de 2, 3 o hasta 4 productos, de familias químicas como piretroides (Pi), neonicotinoides (Ne), organofosforados (Of) y avermectina (Av).

**Cuadro 20.** Grupos químicos empleados para el combate de *Diaphorina citri* en fincas de naranja del cantón de Hojanca, 2021

Insecticidas utilizados	Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
Indefinido Coopepilangosta	18	23
Ninguno	11	14
Indefinido	10	13
1(Fi*)	7	9
1(Pi*)	4	5
3(Fi,Ne*,Pi)	5	6
2(Of*,Pi)	3	4
3(Ne,Of,Pi)	3	4
4(Fi,Ne,Of,Pi)	3	4
1(Ne)	2	3
2(Fi,Ne)	2	3
2(Fi,Of)	2	3
2(Ne,Pi)	2	3
2(Av*,Ne)	1	1
2(Fi,Pi)	1	1
2(Ne,Of)	1	1
3(Av,Ne,Pi)	1	1
3(Fi,Of,Ne)	1	1
4(Av,Fi,Ne,Pi)	1	1

**Nota:** \*Av: Avermectina, Fi: De acción mecánica, Ne: Neonicotinoide, Of: Organofosforado y Pi: Piretroide.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.1.13.3 Horas de mano de obra.

De forma similar, las horas invertidas de mano de obra en esta labor varía entre las fincas encuestadas (Cuadro 21). La cantidad de fincas que invierten entre 7 y 24 horas al año, además de las que invierten entre 24 y 48 horas por hectárea por año sobresalen ligeramente de los otros grupos. Se obtiene de información de 11 fincas (14%) que no realizan ninguna inversión en el rubro de aplicaciones de insecticidas químicos.

**Cuadro 21.** Horas de mano de obra invertidas para la aplicación de insecticida sobre *Diaphorina citri* en fincas de naranja del cantón de Hojanca, 2021

Grupo	Mínimo de horas	Máximo de horas	Cantidad de fincas	Porcentaje de fincas (%)
1	[ 0,0	0 )	11	14
2	[ 7,0	24,0 )	17	22
3	[ 24,0	48,0 )	15	19
4	[ 48,0	72,0 )	4	5
5	[ 72,0	96,0 )	8	1
6	[ 96,0	120,0 )	8	1
7	[ 120,0	4860,0 ]	15	19

**Fuente:** Elaboración propia.

El uso de insecticidas para controlar *Diaphorina citri* es un componente importante de las estrategias de manejo de HLB en todo el mundo. El objetivo de dichas estrategias es minimizar las poblaciones del insecto al máximo y la transmisión de la enfermedad mientras sea económicamente viable. Los programas de manejo deben velar por la optimización de los beneficios mientras se minimiza el costo del control de plagas, el riesgo de crear resistencia de las poblaciones de psílicos a los insecticidas y los impactos negativos sobre los insectos y ácaros beneficiosos en el control de psílido y otras plagas (Diepenbrock et al., 2021).

Según De Miranda (2019), las aplicaciones de insecticidas deben establecerse de forma más agresiva en momentos de mayor brotación vegetativa, considerando el ciclo de vida y el seguimiento de las poblaciones del vector por medio de trampeos, sin embargo, ninguno de los autores menciona de forma precisa el número de ciclos adecuados en el año, tanto para las condiciones de Florida, Estados Unidos como de Brasil.

En cuanto a las familias químicas empleadas para el control de *D. citri*, tanto De Miranda (2019) como Diepenbrock et al. (2021) recomiendan la rotación de organofosforados, piretroides y neonicotinoides. Dicha recomendación concuerda con lo utilizado por alguna parte de los productores encuestados en la investigación, lo que se establece como una fortaleza de las fincas que utilizan productos con diferentes modos de acción y familias químicas.

La mayoría de estos productos tienen efectos negativos sobre los enemigos naturales de insectos y ácaros plagas. Por lo tanto, es posible que se desarrollen

nuevos problemas de plagas como resultado del aumento del uso de insecticidas para la supresión de psílidos. Sin embargo, los problemas planteados por otras plagas potenciales son generalmente menos graves que la amenaza que representa la trasmisión de HLB en las plantaciones.

Una estrategia exitosa para el combate de esta enfermedad, de acuerdo con Ayres et al. (2019) y OIRSA (2013), debe contemplar el establecimiento de controles tanto de árboles sintomáticos como del vector fuera de la finca, con el objetivo de minimizar los riesgos de dispersión del patógeno. En este sentido, la citricultura del cantón en cada uno de sus distritos, al evidenciar fincas con controles deficientes o incluso nulos del vector y poco conocimientos de insecticidas químicos y su rotación, se encuentra en riesgo al no existir una estrategia en conjunto que combata la enfermedad de manera organizada y agresiva.

De igual forma, el uso de sustancias químicas, la combinación de estos con coadyuvantes para potenciar el combate del vector de la enfermedad, además de la mezcla con fertilizantes foliares, es un tema central que debe estar presente de forma continua en las campañas de capacitación a los grupos de productores, tanto de la zona estudiada como de otras zonas del país con características similares.

Diepenbrock et al. (2021) describe el uso de caolinita para reducir la llegada y establecimiento de *D. citri* a las plantaciones de cítricos. La caolinita es un mineral blanco no abrasivo de grano fino que al ser pulverizado sobre las plantas forma una película de partículas que interfiere en el reconocimiento visual y olfativo del huésped por parte del insecto. Este aspecto puede ser objeto de evaluación en algunas de las fincas estudiadas en el futuro.

#### **2.1.14 Erradicación de árboles**

Considerando el tema de las labores de erradicación de árboles detectados con HLB, se identificó que un 64% de las fincas no realizan actualmente esta labor en todo el ciclo del cultivo, mientras que un 28% de las mismas lo hacen en al menos una ocasión. Además, solamente en 5 fincas se realizan dos ciclos de erradicación en el año (Cuadro 22).

**Cuadro 22.** Ciclos de erradicación de árboles sospechosos de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en fincas de naranja del cantón de Hojancha

Ciclos de erradicación	Cantidad de fincas	Porcentaje de finca (%)
0	50	64
1	22	28
2	5	7
3	1	1

**Fuente:** Elaboración propia.

La erradicación de los árboles sintomáticos en la plantación debe de realizarse lo antes posible. Esta medida, junto con el manejo del vector en poblaciones bajas de forma coordinada entre los grupos de productores vecinos, es la manera de mantener la incidencia de la enfermedad en niveles bajos.

El Huanglongbing tarda entre 4 y 6 meses en evidenciar los primeros síntomas en el follaje, lo que permite la identificación de la enfermedad de otras patologías o desordenes nutricionales. Por este motivo, una vez que la enfermedad ha sido detectada en la plantación por expertos en su reconocimiento, es de vital importancia que, derivado de ciclos de detección adecuados de la enfermedad (al menos dos al año) los productores instauren en sus fincas ciclos de erradicación de los árboles infectados.

Sin embargo, un importante factor en la zona es que algunos de los productores, a pesar de contar con pruebas PCR que confirman la enfermedad en algún número de árboles, no están ejecutando la erradicación, principalmente por falta de entendimiento de la amenaza que significa el patógeno en la gran parte de las fincas del cantón. Otro factor que retarda la corta de árboles sintomáticos es que en períodos de cosecha cercanos o en curso, los productores esperan que la fruta alcance la calidad que exige el mercado y luego de vender la fruta ejecutan las erradicaciones, lo que puede significar semanas o incluso meses de atraso (F. Herrera, comunicación personal, 21 de agosto de 2021).

Dicho todo lo anterior, la poca agresividad en la eliminación de árboles, visto que en 64% de las fincas no establecen aún ciclos de corta, es otro factor que pone en vulnerabilidad la citricultura del cantón en los próximos años.

### **2.1.15 Resiembra de árboles**

Por último, se detalla en el Cuadro 23 que un 94 % de las fincas aún no invierten en resiembra de árboles producto de erradicaciones por HLB, solamente 5 de las fincas han sustituido árboles cortados por nuevos árboles de naranja.

**Cuadro 23.** Resiembra de árboles de naranja luego de erradicaciones por HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021

<b>Resiembra de árboles</b>	<b>Cantidad de fincas</b>	<b>Porcentaje de fincas (%)</b>
No	73	94
Sí	5	6

**Fuente:** Elaboración propia.

Los árboles para una resiembra de cítricos en la plantación deben ser adquiridos en Costa Rica, según regulación del Servicio Fitosanitario del Estado, de viveros registrados, producidos en ambientes protegidos del ingreso del vector *Diaphorina citri*, esto concuerda con De Miranda et al. (s.f). Sin embargo, en el cantón de Hojancha no existe en estos momentos ningún vivero debidamente registrado que ponga a disposición de los productores plantas de calidad garantizada.

Aunado a esto, el SFE ha intervenido en la zona la venta de material vegetal proveniente de viveros que producen al aire libre, sin control del vector de ningún tipo ni seguimiento de posibles infecciones de HLB, poniendo en serio riesgo la fitosanidad de una plantación que hasta el momento puede estar sana.

Otro factor que influye en que hasta el momento no existan mayor número de fincas interesadas en resembrar, es que en los proyectos que han cortado árboles por HLB u otra razón, en general, es poca la cantidad de árboles, haciendo aún rentables los ingresos percibidos.

## **2.2 Manejo de plantación propuesto enfocado en control de la enfermedad**

El manejo de las plantaciones de naranja del cantón de Hojancha, en su conjunto, como se ha visto en la caracterización de las fincas en el capítulo 1, cuando es comparado con manejos en otros países altamente tecnificados y con resultados exitosos en la contención de la enfermedad, evidencia atributos similares y deficiencias.

A continuación, se presentan cuadros que proponen acciones de manejo de la plantación enfocados principalmente en la detección y control de la enfermedad y su vector, esto con su respectiva estimación de costos. Dichas acciones son comparadas con lo que ejecutan los productores en mayor proporción en las fincas del cantón, como se vio en el capítulo anterior. Se utilizará como referencia una plantación madura, de variedad Valencia sobre patrón Volkameriana (árbol predominante en el cantón) con una densidad de siembra de 300 árboles por hectárea. El costo de los insumos de fertilización al suelo, fertilización foliar, control químico del vector fueron suministrados por el Regente de Coopepilangosta R.L.

Es importante tener en cuenta que dichas acciones de manejo no priorizan la optimización del rendimiento, por lo que el productor debe de analizar la utilización de algunos de los insumos utilizados en este documento y si deben de formar parte de un plan de manejo más amplio que si conlleve otros objetivos adicionales al manejo de la enfermedad. Adicionalmente, se pondrá a disposición del público un manual ilustrado con la información a continuación descrita, de forma resumida.

### ***2.2.1 Manejo de la enfermedad y el vector***

En cuanto a la actividad de trampeo, como se vio en la caracterización de fincas, no es una actividad ampliamente establecida en las fincas del cantón, por lo que la inversión del manejo actual es nula. En el Cuadro 25, se compara la recomendación para que se ejecute cada 15 días a lo largo del año, lo que equivale a 24 ciclos al año. El costo de la trampa amarilla pegajosa, para el establecimiento de una trampa amarilla/hectárea/ciclo, ronda los US\$0,6 (Chemtica, comunicación

personal, 1 de octubre de 2021). Además, para el establecimiento de dicha trampa, se debe construir un marco de madera para que dicha trampa sea funcional en el tercio superior del árbol y su cambio se haga de forma sencilla cada 15 días, lo que equivale a 24 ciclos al año. Dicho artefacto ronda los US\$10 (E. Alvarado, comunicación personal, 1 de octubre de 2021). En este sentido, el costo total de los ciclos de trampeo del psílido por hectárea ronda los US\$24,4. El costo de la mano de obra para dicha labor se describe más adelante en el Cuadro 25.

Respecto a la liberación del parasitoide *Tamarixia radiata*, se recomienda su uso una única vez en el momento de máxima floración en el ciclo reproductivo de las plantaciones de naranja (Cuadro 25), con el objetivo de minimizar el uso de insecticidas potencialmente dañinos a las poblaciones de polinizadores, principalmente abejas. Fuera de los perímetros de las fincas en estudio, se recomienda su uso en árboles de traspatio o cercas vivas, siempre y cuando no esté presente la enfermedad, en ese caso, la recomendación será eliminar el árbol para disminuir el riesgo de dispersión del patógeno. El costo en el mercado costarricense, por frasco de 200 individuos, dosificado para 0,5 hectáreas, ronda los US\$16 dólares, lo que conlleva a un costo de US\$32 dólares/hectárea/año (E. Blanco, comunicación personal, 30 de agosto de 2020).

En lo referente al control químico del vector con insecticida, se recomienda la aplicación en al menos 6 oportunidades durante el ciclo de cultivo, alternando entre grupos químicos con efecto comprobado, tales como organofosforados, neonicotinoides, piretroides y sulfoxaminas. Se elige la aplicación de un ciclo de cada insecticida en el año, con excepción de Zeta-Cipermetrina, el cual es elegido para su uso en dos ocasiones en el año. Es importante recalcar que la aplicación de insecticida se hace separado de la liberación propuesta de *Tamarixia radiata*, luego de que termina su período de control biológico de aproximadamente 20 días. En la cuadro 24 se detalla el costo de la aplicación por producto utilizando dosis mínimas.

**Cuadro 24.** Manejo y costo anual por hectárea de insecticidas para combate del vector *Diaphorina citri* en fincas de naranja del cantón de Hojancha, 2021.

<b>Ingrediente activo</b>	<b>Familia química</b>	<b>Dosis de producto</b>	<b>Aplicaciones por ciclo</b>	<b>Costo de producto por hectárea según dosis mínima (US\$)</b>
Imidacloprid	Neonicotinoide	1 -1,5 L/ha	1	51,5
Dimetoato	Organofosforado	0,6 - 1 L/ha	1	13,5
Sulfoxaflor	Sulfoximinas	50 - 100 mL/ha	1	8
Tiametoxam	Neonicotinoide	0,5 – 0,6 kg/ha	1	24,5
Zeta-Cipermetrina	Piretroide	0,3 L/ha	2	12
<b>Total</b>			<b>6</b>	<b>109,4</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de P. Sequeira (comunicación personal, 1 de octubre de 2021).

En cuanto a lo hecho en fincas de naranja actualmente, para hacer la comparativa de las aplicaciones de insecticida y su costo con respecto a lo recomendado, se toma como referencia la aplicación de 3 ciclos, de 3 familias químicas diferentes (piretroide, neonicotinoide y organofosforado). Como se vio en los resultados de la encuesta, en un 30% de las fincas se aplican 3 ciclos y en mayor medida se utiliza el paquete de recomendaciones de la cooperativa del cantón. La diferencia de costos entre lo hecho en fincas y lo propuesto representa un incremento de 29,7% (Cuadro 25).

Es importante aclarar que, en un deseable manejo del vector, la frecuencia de las aplicaciones varía según el seguimiento de la dinámica poblacional del mismo, el riesgo de ingreso de este a la finca, el estado fenológico de la plantación, etcétera, por lo que es de vital importancia que el productor ajuste las necesidades de protección a sus condiciones.

**Cuadro 25.** Comparativo de costos de acciones de trampeo y manejo biológico y químico del vector *Diaphorina citri* en fincas de naranja del cantón de Hojanca, 2021

<b>Monitoreo y control de <i>Diaphorina citri</i></b>	Manejo actual en fincas		Manejo propuesto		Diferencia	
	Ciclos	Costos US\$	Ciclos	Costos US\$	Ciclos	Costos US\$
Trampas amarillas y marco de campo	0	0,0	24	24,4	24	24,4
Control biológico: <i>Tamarixia radiata</i>	0	0,0	1	32,0	1	32,0
Control químico	3	77,0	6	109,5	3	32,5

**Fuente:** Elaboración propia.

De forma general, el manejo propuesto del vector implica un aumento de costos de US\$88,9 por hectárea por año, haciendo más intensivas las acciones de trampeo, control biológico y químico, con el objetivo de mitigar los efectos de la enfermedad en el largo plazo.

### **2.2.2 Manejo químico de malezas**

Se recomienda el no uso de herbicida en las plantaciones del cantón debido a los daños en pérdida de suelo y productividad antes mencionados, además de no prolongar el uso de herbicidas cada vez menos aceptados en los mercados nacionales e internacionales.

En el manejo empleado por los productores del cantón, se utiliza en una oportunidad por ciclo de cultivo (Cuadro 26). El precio promedio del glifosato es de US\$5.3/litro (P. Sequeira, comunicación personal, 1 de octubre de 2021). Generalmente la dosis es de 2 L/ha, por lo que el costo del insumo por hectárea es de US\$10.6.

**Cuadro 26.** Costo de herbicida glifosato, en dosis de 2 litros por hectárea

Insumos control químico malezas	Manejo actual en fincas		Manejo propuesto		Diferencia	
	Aplicaciones	Costos (US\$)	Aplicaciones	Costos (US\$)	Aplicaciones	Costos (US\$)
Glifosato	1	10,6	0	0,0	0	10,6

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.2.3 Manejo de la fertilización

En relación con la fertilización al suelo, la recomendación no difiere de los tres ciclos utilizados por una proporción importante de productores. Además, se va a utilizar como referencia el uso de la fórmula 17-5-20-2,3(Mg)-3(Ca)-0,02(B), conocida como naranjera y mayormente empleada. En el Cuadro 27 se describe el costo de la fertilización por hectárea, utilizando una dosis de 800 g/árbol, por 300 árboles/ha. Dicho esto, se necesitaría 240 Kg de fertilizante por hectárea, lo que equivale a 5,3 sacos/ha. El costo de dicho fertilizante ronda los USD\$27,5; resultando un costo por ciclo de aplicación de USD\$146, o sea, USD\$438 por hectárea en la totalidad del ciclo de cultivo para este rubro.

Por otro lado, la fertilización foliar, en un porcentaje principal, se aplica en dos oportunidades por ciclo de cultivo. En el manejo propuesto se agrega una aplicación más, lo que incrementa el costo por fertilizantes foliares de USD\$38 a USD\$57 por hectárea, con el objetivo de que el manejo propuesto contrarreste de mejor manera las deficiencias nutricionales del cultivo y la identificación visual de la enfermedad se lleve a cabo de forma más sencilla (Cuadro 27).

**Cuadro 27.** Cuadro comparativo de costos de fertilización al suelo y foliar entre el manejo actual de fincas y propuesto

Insumos Fertilización	Manejo actual en fincas		Manejo propuesto		Diferencia	
	Aplicaciones	Costos (US\$)	Aplicaciones	Costos (US\$)	Aplicaciones	Costos (US\$)
Fórmula 17-5-20-2,3(Mg)-3(Ca)-0,02(B)	3	438,0	3	438,0	0	0,0
Fertilizante foliar (micronutrientes)	2	38,0	3	57,0	1	19,0
<b>Total</b>		<b>(US\$) 476</b>		<b>(US\$) 495</b>		<b>(US\$) 19</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 2.2.4 Mano de obra

Para la comparación respectiva a estos rubros, en las labores llevadas a cabo por el productor, descritas en el Cuadro 28, se toma como referencia un valor medio del rango de horas en que el mayor número de productores fueron agrupados, además de los ciclos en que mayor número de productores lo realicen. Esto se compara con una estimación de horas que se invierten por labor en el manejo propuesto y su número de realizaciones en el ciclo de cultivo. Algunas de las labores coinciden en las horas invertidas en ambos manejos, en otras varía. El costo de la hora de mano de obra de un peón agrícola es de US\$ 2,1, según datos del Ministerio de Trabajo para el año 2021 (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS), 2021).

En la labor de control de malezas manual, las 32 horas de mano de obra en promedio que invierte el productor del cantón, se reducen a 15, entendiendo que poco a poco los productores adoptan el uso de motoguadaña como herramienta

principal, dejando de lado el uso de machete de más consumo de horas, salvo en sitios con pendientes elevadas donde la labor solo es posible de esa manera. Esto representa una disminución de costos de manejo en mano de obra de US\$ 107/hectárea/año.

En la fertilización al suelo y control químico del vector, en el manejo de las horas no se propone un cambio, utilizando anualmente por hectárea 15 y 24 horas por ciclo de cultivo, respectivamente. En el aspecto de fertilización foliar, no se hace una ponderación de horas, ya que es una labor que se hace con el mismo uso de horas en la aplicación de insecticida, sin representar un aumento elevado en el uso del tiempo. Dicho aspecto ya es desarrollado por una parte importante de fincas estudiadas.

La poda leve de copa propuesta para permitir la aplicación más efectiva de agroquímicos al follaje, se estima que consuma un aproximado de 50 horas de mano de obra en único momento en el ciclo de cultivo, a discreción del criterio del productor según el volumen de su copa y disponibilidad de recursos. El aumento de costos por dicha labor en la propuesta de manejo es de US\$105/hectárea.

En el apartado de monitoreo de HLB, el productor del cantón realiza la actividad en 2 oportunidades. En el manejo propuesto, con el objetivo de efectuar un diagnóstico temprano de la enfermedad, se recomiendan 4 ciclos de monitoreo en el ciclo de cultivo, con una leve disminución en la mano de obra requerida. Dicho incremento representa una diferencia de US\$ 37,80 por hectárea. De manera similar, en el trampeo de psílicos se recomienda un incremento de acciones, al aumentar a 24 ciclos en el año en el manejo propuesto. Esta recomendación tiene un costo por hectárea de US\$ 100,80 en mano de obra.

En lo que respecta a la mano de obra invertida en el control químico del psílido, al aumentar de 3 ciclos de aplicación en el manejo actual de las fincas a 6, el costo por hectárea se incrementa de US\$ 151,20 a US\$ 302,40. Por otro lado, el control biológico, al recomendar un ciclo de aplicación, el aumento de costos por hectárea es de US\$ 4,20.

Por último, en cuanto a la mano de obra en erradicación de árboles enfermos, se recomienda la implementación de cuatro ciclos de corta, con un costo por hectárea de US\$ 42. Esta labor dependerá evidentemente de la detección de árboles enfermos en cada ciclo de monitoreo realizado en el año. De forma total, la inversión en estos rubros de mano de obra en las fincas del cantón actualmente es aproximado a los US\$ 518,70. La propuesta incrementa los costos a US\$ 827,40, una diferencia de US\$ 308,70.

**Cuadro 28.** Costos de mano de obra en labores relacionadas al manejo de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) y vector *Diaphorina citri* en fincas de naranja del cantón de Hojancha

Mano de obra	Manejo fincas			Manejo propuesto			Diferencia	
	Horas mano de obra	Ciclos	Costos (US\$)	Horas mano de obra	Ciclos	Costos (US\$)	Horas mano de obra	Costos (US\$)
Control manual de malezas	32	3	201,6	15	3	94,5	-17	-107,1
Control químico de malezas	12	1	25,2	0	0	0,0	-12	-25,2
Fertilización al suelo	15	3	94,5	15	3	94,5	0	0,0
Fertilización foliar	-	-	-	-	-	-	-	-
Poda	0	0	0,0	50	1	105,0	50	105,0
Monitoreo de HLB	11	2	46,2	10	4	84,0	-1	37,8
Trampeo de psílido	8	0	0,0	2	24	100,8	-6	100,8
Control biológico psílido	0	0	0,0	2	1	4,2	2	4,2
Control químico de psílido	24	3	151,2	24	6	302,4	0	151,2
Erradicación de árboles enfermos	-	0	0,0	5	4	42,0	5	42,0
<b>Total</b>	<b>102</b>		<b>USD 518,7</b>	<b>123</b>		<b>USD 827,4</b>	<b>21</b>	<b>USD 308,7</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.2.5 Costo de propuesta de manejo fitosanitario de HLB y vector**

En el capítulo anterior se describió lo que se considera un manejo de las plantaciones más agresivo en el combate del vector y la enfermedad. Además, se compararon los costos parciales de ambos manejos, el hecho por el productor y el propuesto. La diferencia de los costos de ambos manejos, por hectárea/año, es de US\$502.60, lo que representa un aumento de costos del 31,7%.

La importancia de ejecutar un aumento de la inversión dentro en las fincas de naranja, principalmente en aspectos de vigilancia y control de la enfermedad y su vector, recae en que es la forma más viable de retrasar el avance de una enfermedad que actualmente no tiene cura y es capaz de disminuir de forma muy significativa los rendimientos por hectárea de fruta, además de su calidad. Además, es importante que el productor conozca que, aparte de los beneficios en sanidad que puede traer la aplicación de un manejo integral de la enfermedad dentro de su parcela, contribuye para que fincas vecinas que se dedican a la misma actividad no se vean afectadas en el futuro.

Las actividades presentadas en el manejo propuesto pueden ser aún más agresivas, principalmente en acciones de monitoreo del vector y la enfermedad, control biológico, pero sobre todo en aplicaciones químicas. Cada productor, con la entrada de la enfermedad en la zona, debe de ajustarse a su presupuesto y a sus objetivos en el mediano y largo plazo.

**Cuadro 29.** Comparación de costos totales entre manejo de plantación de naranja actual y propuesto, en US\$/ha/año, para el combate de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) y *Diaphorina citri*

		Manejo actual	Manejo propuesto
Actividad		Costo por hectárea (US\$)	Costo por hectárea (US\$)
Manejo de la	Monitoreo HLB en campo (mano de obra)	46,2	84,0
	Erradicación árboles sintomáticos (mano de obra)	0,0	42,0

<b>enfermedad y vector</b>	Insumos de trampeo <i>Diaphorina citri</i>	0,0	24,4
	Mano de obra en trampeo <i>Diaphorina citri</i>	0,0	100,8
	Frascos <i>Tamarixia radiata</i> (400 individuos)	0,0	32,0
	Mano de obra en liberación <i>Tamarixia radiata</i>	0,0	100,8
	Insecticidas	77,0	109,5
	Mano de obra para aplicación de insecticida y fertilizante foliar	151,2	302,4
	<b>Subtotal</b>	<b>274,4</b>	<b>795,9</b>
<b>Manejo de la plantación ligado a combate de la enfermedad y vector</b>	Poda (mano de obra)	0,0	105,0
	Fertilización al suelo	438,0	438,0
	Mano de obra fertilización al suelo	94,5	94,5
	Fertilización foliar	38,0	57,0
	Mano de obra fertilización foliar	0,0	0,0
	Control manual de malezas (Mano de obra)	201,6	94,5
	Control químico de malezas	10,6	0,0
	Mano de obra control químico de malezas	25,2	0,0
<b>Subtotal</b>	<b>807,9</b>	<b>789,0</b>	
<b>Total</b>	<b>1082,3</b>	<b>1584,9</b>	

**Fuente:** Elaboración propia.

Adicionalmente, se pueden hacer proyecciones hipotéticas de rendimientos e ingresos por venta de fruta en dos escenarios, según lo descrito por Santivañez et al. (2013) en cuanto al deterioro de plantaciones de naranja en el tiempo por la enfermedad de Huanglongbing. En el primero de ellos, fincas sin manejo de HLB, mientras que en segundo escenario utilizando fincas con manejo integrado de la enfermedad con resultados de mitigación exitosos en el tiempo. Para ambos escenarios se plantean rendimientos esperados a los 0, 2 y 5 años desde la infección inicial de la enfermedad (Cuadros 30, 31 y 32). Para dichas proyecciones se utilizaron datos de rendimiento observados en fincas de naranja de Hojancha antes recopilados por la Agencia de Extensión Agropecuaria del MAG en plantaciones ya maduras. Se usa como referencia una densidad de 300 árboles por hectárea, rendimientos de 400 frutas promedio por árbol y precio pagado por fruta de ₡30.

**Cuadro 30.** Rendimiento económico por hectárea de naranja sin manejo de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) y con manejo integrado de HLB sin infección de la enfermedad

**0 años de infección de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*)**

	Sin manejo de HLB	Manejo integrado de HLB
Árboles/hectárea	300	300
Promedio de frutas árbol	400	400
Precio fruta	\$0,05	\$0,05
Ingresos por venta	\$5 760,00	\$5 760,00

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 31.** Rendimiento económico por hectárea de naranja sin manejo de HLB y con manejo integrado de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) luego de 2 años de infección de la enfermedad.

**2 años de infección de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*)**

	Sin manejo de HLB	Manejo integrado de HLB
Árboles/hectárea	300	275
Promedio de frutas árbol	200	400
Precio fruta	\$0,05	\$0,05
Ingresos por venta	\$2 880,00	\$5 280,00

**Fuente:** Elaboración propia.

**Cuadro 32.** Rendimiento económico por hectárea de naranja sin manejo de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) y con manejo integrado de HLB luego de 5 años de infección de la enfermedad

**5 años de infección de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*)**

	Sin manejo de HLB	Manejo integrado de HLB
--	-------------------	-------------------------

Árboles/hectárea	300	250
Promedio de frutas árbol	100	400
Precio fruta	\$0,05	\$0,05
Ingresos por venta	\$1 440,00	\$4 800,00

**Fuente:** Elaboración propia.

Dada la agresividad de la enfermedad, en un escenario donde se invierta en un manejo integrado, es posible que se den infecciones en la plantación de igual manera, aunque más lentamente. A los 2 años con índices de infección que pueden rondar el 50%, una finca sin manejo (aunque con todos los árboles iniciales) puede decaer en su rendimiento a la mitad, mientras que una finca que maneje la enfermedad perderá alguna parte de sus árboles, aunque no su rendimiento por árbol. De igual forma, el rendimiento por hectárea decrece.

De manera igualmente hipotética, a 5 años del inicio de la infección (Cuadro 32), la plantación sin manejo de la enfermedad presentaría una infección del 100% de los árboles lo que conlleva a una caída severa en su productividad. Por otro lado, la plantación con manejo integrado, aunque ve mermado su rendimiento por pérdida de alguna parte de sus árboles, sigue teniendo rendimiento por árboles similares.

### **Capítulo III. Conclusiones y Recomendaciones**

#### **3.1 Conclusiones**

- En el cantón de Hojanca, el distrito de Monte Romo se constituye como el de mayor concentración de productores de naranja dulce, por lo que las acciones de vigilancia y control de la enfermedad y el vector, se deben de llevar más agresivamente, tanto por productores en conjunto como por funcionarios del SFE.
- En cuanto a características generales de las plantaciones encuestadas, la mayor proporción de ellas son pequeñas (de menos de 1 a 6 hectáreas), su variedad Valencia en patrón portainjerto es Volkameriana. Además, un 73% de las plantaciones se encuentran en edad de producción. Esto indica que son

plantaciones de porte alto, que las hace de difícil manejo del vector y con diferencias en los manejos por estar repartidas en muchos propietarios.

- Los productores de naranja del cantón poseen, en su conjunto, escaso conocimiento de la enfermedad de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) y su vector *Diaphorina citri*. Si bien algunas fincas han establecido un manejo agresivo de la enfermedad y el vector, sobre todo en control químico como principal medida de evitar la dispersión de la enfermedad (30% de fincas con más de 5 aplicaciones en el año), otras fincas presentan poco o ningún combate (70% con menos de 5 aplicaciones en el año). Teniendo en cuenta la severidad y transmisibilidad de la enfermedad, esta coloca en situación de vulnerabilidad la citricultura a nivel cantonal en el largo plazo.
- Muchos de los productores demuestran desconocimiento de los productos que utilizan para fertilización al suelo, fertilización foliar y control químico del vector (al menos 30% de ellos). Esto representa un problema, debido a que aun cuando se invierte en aspectos de productividad y control de la enfermedad, posiblemente no se utilizan los productos que se requieren en el momento adecuado, lo que puede generar mayores riesgos de dispersión de la enfermedad.
- Los trabajos de monitoreo del vector con trampas amarillas pegajosas y control biológico no son utilizados de forma general en las plantaciones de naranja del cantón al momento de la encuesta. Estas tecnologías pueden contribuir, respectivamente, en la determinación de las poblaciones de *Diaphorina citri* y control del mismo donde no es posible aplicar insecticidas.
- En términos generales, las prácticas de manejo de la plantación que favorecen el control del vector y la detección temprana de los síntomas de la enfermedad, tales como combate de malezas y fertilización, tienen un buen seguimiento en las fincas, a diferencia de las podas de copa, que suelen no llevarse a cabo en la mayoría de las fincas y que son fundamentales para que las aplicaciones de agroquímicos sean eficaces en el control del vector y fertilización foliar. Por tanto, la detección de la enfermedad en plantaciones del cantón se ve

facilitada, sin embargo, esto puede mejorar si se corrige las deficiencias en podas de copa.

- El manejo integrado de Huanglongbing, en el cual se propone intensificar labores de monitoreo de enfermedad y vector; combate tanto biológico como químico del vector y erradicación de árboles sintomáticos, aumenta los costos de inversión por hectárea/año en US\$502,60, lo que representa un aumento de 31,8%. Esta inversión es necesaria para evitar la diseminación de la enfermedad en una parte importante o incluso la totalidad de la plantación, lo que conllevaría a mermar los rendimientos de forma importante y prolongar la productividad en el tiempo.
- La citricultura es una actividad altamente rentable para los productores del cantón de Hojancha y la península de Nicoya, aún con el necesario aumento en la inversión para mitigar los efectos del Huanglongbing. Por tanto, es necesario articular esfuerzos para comunicar la amenaza que representa actualmente la enfermedad en las plantaciones de cítricos, tanto de productores como de entes públicos encargados.

### **3.2 Recomendaciones**

- Se necesitan establecer con los (as) productores (as) campañas de capacitación, que refuercen aspectos de reconocimiento de síntomas de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) en naranja dulce (y otros cítricos) y el vector *Diaphorina citri*. A su vez, es necesario capacitar a los productores en el uso de tecnologías como monitoreo del vector con trampas amarillas pegajosas, control biológico e importancia de erradicar árboles enfermos que sirvan como inóculo para la dispersión de la enfermedad.
- Hojancha y demás cantones de la península de Nicoya, conforman una región incipiente en la producción de cítricos. Por esta condición, se hace evidente la necesidad de investigación y transferencia en tecnología de entes públicos oficiales en aspectos de fertilización al suelo y foliar, manejo de coberturas de suelo, podas de copa, utilización de equipos de aplicación para el combate de *D. citri* y otras plagas, eficacia de productos químicos y biológicos bajo condiciones

características de la zona, implementación de diversas prácticas culturales en combate del vector, entre otros.

- Se debe desestimular, como ya se ha hecho a nivel cantonal, la siembra de árboles provenientes de viveros que no están debidamente registrados y que incumplan con medidas de seguridad para evitar la propagación de la enfermedad de HLB por material vegetal.

### Referencias Bibliográficas

- Albrigo, L., Stelinski, L. & Timmer, L. (2019). *Citrus*. [Cítricos]. CABI. <https://www-cabi-org.ezproxy.sibdi.ucr.ac.cr/cabebooks/FullTextPDF/2019/20193326569.pdf>
- Alemán, J., Baños, H. & Ravelo, J. (2007). *Diaphorina citri* y la enfermedad Huanglogbing: Una combinación destructiva para la producción citrícola. *Revista Protección Vegetal*, 22(3), 154-165.  
D:\TODOREVISTAnuevo\RevistaProt (sld.cu)
- Arredondo-Bernal, H. (Ed.). (2013). *Taller Subregional de Control Biológico de Diaphorina citri, vector del HLB*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO); Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). <https://www.fao.org/3/as132s/as132s.pdf>
- Ayres, A., Sala, I., Pedreira, M., Arno, N., Beozzo, R. & Aparecido, S. (2019). *Manejo do greening: 10 mandamentos para o sucesso no controle da doença* [Manejo ecológico: 10 mandamientos para el éxito en el control de enfermedades]. Fundecitus. [https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual\\_detalhes/manejo-do-greening/84](https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/manejo-do-greening/84)
- Baños, H., Miranda, I., Rodríguez, H., Sánchez, A., Ramírez, S., & Martínez, M. (2015). *Tamarixia radiata* Waterson (Hymenoptera: Eulophidae): biological

control agent for the regulation of *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) [*Tamarixia radiata* Waterson (Hymenoptera: Eulophidae): agente de control biológico para la regulación de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae)]. *Revista de Protección Vegetal*, 30(1), 83. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1010-27522015000400060&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522015000400060&lng=es&tlng=es).

BBC News Mundo. (2020, 28 de marzo). Coronavirus: ¿por qué los precios del jugo de naranja aumentan en todo el mundo?. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-52058837>

Beozzo, R., Aparecido, S., Belasque, J., Bellato, M., Takao, P., Pedreira, M., Do Carmo, D. & Arno, N. (2010) . Epidemiologia do huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença [Epidemiología del huanglongbing y sus actividades para el manejo de la enfermedad]. *Citrus Research & Technology*, 31(1), 11-23. (PDF) Epidemiologia do huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença (researchgate.net)

Bouvet, J. & Hochmaier, V. (s.f.). *Monitoreo y manejo del psílido asiático, vector de la enfermedad de HLB*. Estación Experimental Agropecuaria Concordia. [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_concordia\\_monitoreo\\_y\\_manejo\\_de\\_l\\_psilido\\_asiatico.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_concordia_monitoreo_y_manejo_de_l_psilido_asiatico.pdf)

Burrow, J., Futch, S. & Vashisth, T. (2019). Scouting for Huanglongbing (HLB; Citrus Greening) [Monitoreo de Huanglongbing (HLB; Enverdecimiento de cítricos)]. *IFAS*. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/CH/CH20000.pdf>

Cantón de Hojanca. (2020, 14 de agosto). En *Wikipedia*. [https://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n\\_de\\_Hojanca](https://es.wikipedia.org/wiki/Cant%C3%B3n_de_Hojanca)

Castle, W. (2013). Incidence of HLB among commercial scions in Florida as observed by growers [Incidencia de HLB entre portainjertos comerciales en Florida observada por los productores]. *IFAS*. [https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/extension/plant-pathology-/greening/pdf/hlb\\_scion\\_survey.pdf](https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/extension/plant-pathology-/greening/pdf/hlb_scion_survey.pdf)

- Chung, K. & Brlansky, R. (2005). Citrus Diseases Exotic to Florida: Huanglongbing (Citrus Greening) [Enfermedades de los cítricos exóticas para Florida: Huanglongbing (enverdecimiento de los cítricos)]. *IFAS*.  
<https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/00000490.pdf>
- Da Silva, M. & Ramos, H. (2017). *Manual de tecnologia de aplicação em citros*. [Manual de tecnología de aplicación en cítricos.] Fundecitrus.  
[https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual\\_detalhes/manual-de-tecnologia-de-aplicacao-em-citros/63](https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/manual-de-tecnologia-de-aplicacao-em-citros/63)
- Das, A., Rao, C. & Singh, S. (2007). Presence of citrus greening (Huanglongbing) disease and its psyllid vector in the North-Eastern region of India confirmed by PCR technique [Presencia de la enfermedad del enverdecimiento de los cítricos (Huanglongbing) y su vector psílido en la región nororiental de la India confirmada por la técnica de PCR.]. *Current Science*, 92(12), 1759-1763.  
<https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20073150841>
- De Miranda, M. (2019). *Manual de Psílideo Diaphorina citri: medidas essenciais de controle*. [Manual de psílido *Diaphorina citri*: medidas esenciales de control]. Fundecitrus.  
[https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual\\_detalhes/psilideo-diaphorina-citri/82](https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/psilideo-diaphorina-citri/82)
- De Miranda, M., Takao, P., Beozzo, R., Aparecido, S., Belasque, J., Bellato, M., Ayres, A. & Diaz, M. (s.f). Situación del huanglongbing (HLB) en brasil y manejo de la enfermedad.  
<https://swfrec.ifas.ufl.edu/hlb/database/pdf/00001441.pdf>
- Dewdney, M., Vashisth, T. & Diepenbrock, L. (2020). 2020–2021 Florida Citrus Production Guide: Huanglongbing (Citrus Greening) [Guía de producción de cítricos de Florida 2020–2021: Huanglongbing (Citrus Greening)]. *IFAS*.  
<https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/CG/CG08600.pdf>
- Diepenbrock, L., Qureshi, J. & Stelinski, L. (2021). 2021–2022 Florida Citrus Production Guide: Asian Citrus Psyllid [Guía de producción de cítricos de

Florida 2021-2022: Psílido Asiático de los Cítricos]. *IFAS*.  
<https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/production-guide/production-guide-20212022/ACP.pdf>

Durán-Vila, N. & Bové, J. (2015). Citrus HLB is an emerging disease transmitted by psyllid vectors: Can it be prevented? If not, can it be managed? [Citrus HLB es una enfermedad emergente transmitida por psílidos vectores: ¿Se puede prevenir? Si no es así, ¿se puede manejar?]. *CIHEAM*, (3), 1-9.  
[https://www.iamm.ciheam.org/publications/176/018\\_-\\_Bov.pdf](https://www.iamm.ciheam.org/publications/176/018_-_Bov.pdf)

Étienne, J., Quillci, S., Marival, D. & Franck, A. (2001). Biological control of *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) in Guadeloupe by imported *Tamarixia radiata* (Hymenoptera: Eulophidae) [Control biológico de *Diaphorina citri* (Hemiptera: Psyllidae) en Guadalupe por *Tamarixia radiata* importada (Hymenoptera: Eulophidae)]. *Fruits*, 56(5), 307-315.  
[https://agritrop.cirad.fr/485625/1/document\\_485625.pdf](https://agritrop.cirad.fr/485625/1/document_485625.pdf)

González, L. & Tullo, C. (2019). *Guía técnica cultivo de cítricos*. Universidad Nacional de Asunción.  
[https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt\\_03.pdf](https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf)

Hodges, A. & Spreen, T. (2012). Economic Impacts of Citrus Greening (HLB) in Florida, 2006/07–2010/11 [Impactos económicos del enverdecimiento de los cítricos (HLB) en Florida, 2006 / 07–2010 / 11]. *IFAS*.  
<https://crec.ifas.ufl.edu/extension/greening/PDF/FE90300.pdf>

Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2015). *Suelos de Costa Rica: orden alfisol*.  
<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/Av-1827.PDF>

Jiménez, J. (2012). *Cadena agroalimentaria de cítricos*. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-11054.pdf>

Kanissery, R., Futch, S. & Sellers, B. (2020). 2020 – 2021 Florida Citrus Production Guide: Weeds [2020-2021 Guía de producción de cítricos de Florida:

malezas]. *IFAS*. <https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/production-guide/production-guide-20202021/Weeds.pdf>

Márquez, F. (2016). Análisis espacial y temporal del Huanglongbing de los cítricos (HLB), en el municipio de Xalisco, Nayarit. [Tesis en Agronomía]. Universidad Autónoma de Chapingo. [https://www.researchgate.net/publication/301893397\\_Analisis\\_Espacial\\_y\\_Temporal\\_del\\_Huanglongbing\\_de\\_los\\_Citricos\\_HLB\\_en\\_el\\_Municipio\\_de\\_Xalisco\\_Nayarit](https://www.researchgate.net/publication/301893397_Analisis_Espacial_y_Temporal_del_Huanglongbing_de_los_Citricos_HLB_en_el_Municipio_de_Xalisco_Nayarit)

Ministerio de Trabajo y Seguridad Social (MTSS). (2021). Salarios mínimos: sector privado, año 2021. *La Gaceta*, (3), 1-2. [https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista\\_salarios\\_2021.pdf](https://www.mtss.go.cr/temas-laborales/salarios/Documentos-Salarios/lista_salarios_2021.pdf)

Morgan, K., Kadyampakeni, D., Zecri, M., Schumann, A., Vashisth, T. & Obreza, T. (2020). 2020–2021 Florida Citrus Production Guide: Nutrition Management for Citrus Trees [Guía de producción de cítricos de Florida 2020–2021: Manejo de la nutrición para árboles de cítricos]. *IFAS*. [https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/production-guide/production-guide-20202021/Nutrition\\_Mangement.pdf](https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/production-guide/production-guide-20202021/Nutrition_Mangement.pdf)

Municipalidad de Hojancha. (2019). *Historia del cantón*. <https://tualquiler.cr/hojancha/historia/>

Orduz-Rodríguez, J., Calderón, C. y Bueno, G., Baquero, P. & Eurípidés, J. (2011). Evaluación de gramíneas y leguminosas forrajeras como coberturas y su influencia en el control de malezas en el establecimiento de cítricos en el piedemonte del Meta. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 12(2), 121-128. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=449945031005>

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). (2013). *Protocolo del manejo integrado del Huanglongbing*. F&G Editores. [https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad\\_Vegetal/WEB%20-%20DRSV-UCom%20](https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad_Vegetal/WEB%20-%20DRSV-UCom%20)

HLB/HLB/2.%20Manejo%20Integrado%20del%20HLB/Protocolos%20HLB/Manejo%20Integrado%20del%20HLB.pdf

Perkins, M. (2012). Canva. Word Inc. [www.canva.com](http://www.canva.com)

Rincón, A. & Orduz, J. (2004). Usos alternativos de *Arachis pintoi*: Ecotipos promisorios como cobertura de suelos en el cultivo de cítricos. *Pasturas Tropicales*, 26(2), 2-9. [https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/2004-vol26-rev1-2-3/Vol\\_26\\_rev2\\_04\\_Completa.pdf#page=2](https://www.tropicalgrasslands.info/public/journals/4/Elements/DOCUMENTS/2004-vol26-rev1-2-3/Vol_26_rev2_04_Completa.pdf#page=2)

Salcedo, D., Mora, G., Covarrubias, I., Cíntora, C., Hinojosa, R., De Paolis, F. & Mora, S. (2011). Evaluación del impacto económico de la enfermedad de los cítricos huanglongbing (HLB) en la cadena citrícola mexicana. *COMUNIICA*, 40-47. <http://repiica.iica.int/docs/b2146e/b2146e.pdf>

Santivañez, T., Mora, G., Díaz, G., López, J. & Vernal, P. (2013). *Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <http://www.fao.org/3/a-i3319s.pdf>

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2016). Insecto transmite el Huanglongbing de los cítricos. *Actualidad Fitosanitaria*, (75), 1-4. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0075.pdf>

Servicio Fitosanitario del Estado (SFE). (2018). Distribución del Huanglongbing de los cítricos (HLB) en Costa Rica. *Actualidad Fitosanitaria*, (84), 1-4. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/AF-0084.pdf>

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2019). Huanglongbing *Candidatus* Liberibacter. SENASICA. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463426/78.\\_Ficha\\_t\\_cnica\\_Huanglongbing.\\_Mayo\\_2019..pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463426/78._Ficha_t_cnica_Huanglongbing._Mayo_2019..pdf)

Vargas, F., Viera, M. & Anteparra, M. (2012). Efecto comparativo de paraquat, glifosato y gramocil para el control de malezas en cítricos en tulumayo,

leoncio prado. *Investigación y Amazonía*, 2(1-2), 20-26.  
<https://revistas.unas.edu.pe/index.php/revia/article/view/98>

Vashisth, T., Zeckri, M. & Alferez, F. (2021). 2021–2022 Florida Citrus Production Guide: Canopy Management [Guía de producción de cítricos de Florida 2021–2022: Canopy Gestión]. *IFAS*.  
<https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/HS/HS1303/HS1303-Dxj7z1csni.pdf>



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

**Manual de Manejo Integrado de Huanglongbing de  
los Cítricos (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) y su  
vector *Diaphorina Citri***



**Ing. Marco A. Méndez Cordero**

2022

## Índice

Introducción.....	p.1
Impactos de HLB en sistemas citrícolas.....	p.2
Agente causal: <i>Candidatus Liberibacter asiaticus</i> .....	p.4
Insecto vector.....	p.5
Diagnóstico en campo de la enfermedad.....	p.6
Trampeo del psílido <i>Diaphorina citri</i> .....	p.7
Control biológico del psílido: Uso de <i>Tamarixia radiata</i> .....	p.9
Control químico del psílido.....	p.11
Control de malezas dentro de la plantación.....	p.14
Fertilización al suelo.....	p.16
Fertilización foliar.....	p.18
Eliminación de árboles enfermos.....	p.19
Costos de manejo integrado en HLB.....	p.21
Referencias Bibliográficas.....	p.22



## Introducción

Las primeras siembras de naranja dulce en el cantón de Hojancha fueron en asocio con plantaciones de café, estas cada vez menos productivas, enfrentaban una caída de precios desde los años 90's. Las plantaciones de naranja mostraron una excelente adaptación a las condiciones agroecológicas de la zona y gracias al impulso de Coopepilangosta R.L. y Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) se establecieron fincas dedicadas exclusivamente a la producción de naranja, con buenos índices de productividad y rentabilidad para la familias productoras.

Actualmente existen en el cantón más de 100 fincas productoras de cítricos que en conjunto suman alrededor de 400 hectáreas cultivadas. Se calcula que las ventas por año de fruta rondan los ₡1000 millones de colones, favoreciendo la creación de empleo en los distritos Hojancha, Monte Romo y Huacas, del cantón de Hojancha.

Sin embargo, la enfermedad de Huanglongbing (HLB), conocida popularmente como "Dragón amarillo", se constituye actualmente como la mayor amenaza en el cultivo de los cítricos a nivel regional, nacional y mundial. Tanto es así que esta enfermedad ha causado pérdidas millonarias en otros países productores, tales como Brasil, Estados Unidos, China, México, entre otros.

Es un tema de gran importancia por lo que es fundamental que los productores de la zona conozcan aspectos de manejo y los costos económicos que conllevan la aplicación de estas medidas, en la búsqueda constante de ser más eficientes en el control de la enfermedad y por lo tanto, con la productividad en el largo plazo.

El manejo integrado del HLB utiliza una combinación de métodos biológicos, culturales y químicos para obtener un control satisfactorio, tanto de la enfermedad como del vector que es capaz de diseminarla, con el mínimo impacto ambiental posible (OIRSA 2013).



## Impactos de HLB en sistemas citrícolas



Figura 1. Erradicación de cítricos por HLB en Santa Cecilia, La Cruz, 2020. Fuente: (Fotografía propia, 2020).

El HLB es considerada actualmente como la enfermedad más devastadora de los cítricos a nivel mundial, debido a los daños que causa, a la dificultad de su diagnóstico, a la velocidad de su expansión y a los elevados costos económicos y ambientales de su manejo. La muerte económica de la planta se produce paulatinamente después de la infección por la bacteria, debido a pérdida de hojas, deformación y caída de los frutos que pierden calidad para venta, para culminar con la muerte del árbol (Santivañez et al. 2013).

Los países productores de cítricos en más alto volumen, como lo son Brasil, Estados Unidos, China y México, se han visto seriamente afectados, al punto de provocar reducción y pérdida en la producción de cítricos, afecta directamente al empleo, tanto en campo como en la agroindustria y empresas relacionadas a la producción, procesamiento y distribución de cítricos.

Figura 2. Erradicación de cítricos por HLB en Dos Ríos, Upala, 2021. Fuente: (Fotografía propia, 2021).



En Costa Rica, fincas de cítricos en los cantones de La Cruz y Upala, cuyo manejo fitosanitario de la enfermedad ha sido deficiente o incluso nulo, han visto como la incidencia de HLB ha alcanzado el 100 % de la plantación. Muchos de los productores agrícolas de esa zona buscan actualmente un cambio de actividad productiva alejada de los cítricos debido a la caída casi total de su producción.

## Agente causal: *Candidatus Liberibacter asiaticus*

La enfermedad conocida como “Dragón amarillo”, “Huanglongbing” o su diminutivo “HLB” es provocada por una bacteria: *Candidatus Liberibacter asiaticus*. Tiene la capacidad de afectar a la totalidad de los cultivos de cítricos como naranjas dulces y agrias, limones de toda clase, toronjas, mandarinas, entre otros.

La bacteria se aloja en el floema, sitios en los interiores de las plantas donde se transportan nutrientes (especialmente azúcares), producidos en las hojas, hasta las raíces.

El periodo de incubación de la enfermedad es de aproximadamente seis meses, desde el momento en que se adquiere la bacteria hasta que manifiesta los primeros síntomas.

Hasta el momento no existe variedad de copa o porta injerto resistente a la enfermedad y no se ha encontrado cura para ningún cítrico (SENASICA 2019)

## Insecto vector

El psílido asiático de los cítricos (*Diaphorina citri*) en condiciones naturales depositan cientos de huevos en los brotes tiernos de cítricos y mirto (*Murraya* spp.) que se utilizan como planta ornamental.

Los huevos son de color amarillo al inicio y cambian a amarillo-naranja a medida que se acerca el momento de la eclosión.

Posee cinco instares ninfales, muy parecidos que varían en tamaño después de cada muda. Se alimentan exclusivamente de los brotes jóvenes, sobre todo los primeros tres instares. Luego de 11 a 15 días, las ninfas se convierten en adultos capaces de reproducirse (Santivañez et al. 2013).

Durante la alimentación de las ninfas es común observar secreciones cerosas, signo que facilita la detección de la plaga. Este insecto es capaz de adquirir la bacteria alimentándose de brotes de árboles enfermos en lapsos de unas cuantas horas, luego de esto, puede cargar la enfermedad durante el resto de su vida, pero no podrá trasladar la bacteria a su descendencia (Alemán et al. 2007).



Figura 3. Ciclo de vida de *Diaphorina citri* (ninfas y adultos) en brotes de cítricos.

Fuente: (De Miranda, 2019)

## Diagnóstico en campo de la enfermedad

El monitoreo de árboles sintomáticos de HLB en fincas de naranja, es una práctica fundamental para desarrollar en zonas donde es confirmada la presencia de la enfermedad, como medida de evitar la diseminación rápida entre la población de árboles. Cuando los árboles afectados con la enfermedad no son removidos de la plantación, estos sirven como fuente de inóculo a los árboles sanos circunvecinos (Burrow et al. 2019).

Los métodos empleados para el monitoreo de la enfermedad van desde el caminado por la plantación, inspeccionando el 100% de las plantas en los cuatro puntos cardinales desde la parte baja de la copa hasta la parte superior) hasta la utilización de vehículos todo terreno.



Figura 4. Fuente: Burrow et al. (2019) (Imágenes 1 y 2); Fotografía propia (2020) (Imágenes 3 y 4).

En los estados avanzados de la enfermedad pueden observarse hojas de color amarillo pálido con áreas de color verde irregulares (moteado) asimétricas, caída de hojas, engrosamiento y aclaración de las nervaduras, hojas pequeñas y rectas. Los frutos se tornan pequeños, deformados y con maduración inversa.

Se recomienda, para detecciones tempranas de árboles enfermos en finca, que el productor recorra su plantación en al menos cuatro ocasiones por año.

## Trampeo del psílido *Diaphorina citri*

El monitoreo de psílicos con el uso de trampas amarillas pegajosas ayuda a conocer la presencia del insecto en la finca de forma actualizada. Es una herramienta para la toma de decisiones sobre medidas de control y la urgencia de las mismas, en la búsqueda de impedir la transmisión de la enfermedad. La trampa amarilla se puede adquirir en agroservicios del país.

Los psílicos se encuentran con mayor frecuencia en el borde de las fincas, ya que es el primer lugar en que se establecen cuando migran de una finca a otra. Las poblaciones del insecto disminuyen en el centro del campo.



Figura 5. Captura de psílido *Diaphorina citri* en trampa amarilla pegajosa en plantación de naranja. Fuente: Ayres et al. (2019)

Las trampas pegajosas amarillas deben ir colocadas en la copa de los árboles, en la parte más alta donde se encuentran los brotes, mirando hacia el exterior del lote, de tal forma que los insectos puedan ser capturados cuando salten o sean arrastrados por el viento. Dentro del lote las trampas se colocan siguiendo un diseño zigzag, a una distancia promedio de 100 metros entre cada trampa, lo que equivale aproximadamente a 1 trampa/hectárea.

Se recomienda realizar la inspección ocular y cambio de las trampas semanalmente o al menos cada dos semanas (De Miranda 2019). Así como recorrer el lote en forma de espiral desde la trampa en el borde hacia el centro del lote. Si se encuentra la presencia de un psílido, el productor debe de tomar la decisión de controlar.



Figura 6. Revisión de trampa amarilla pegajosa en plantación de naranja. Fuente: (CASAVEGRO, 2021).

## Control biológico del psílido

### Uso de *Tamarixia radiata*



Figura 7. Parasitismo de *Tamarixia radiata* sobre *Diaphorina citri*. Fuente: (OIRSA, 2013)

*Tamarixia radiata* es un parasitoide específico de *Diaphorina citri*. Por sí solo, no es capaz de controlar totalmente la población de psílidos, por lo tanto, se libera como complemento al control químico del insecto vector en plantaciones comerciales.

Es una buena alternativa en fincas abandonadas, árboles de traspatio en sitios urbanos y carcas vivas de limoncillo (*Swinglea glutinosa*) o mirto (*Murraya paniculata*) que no son objeto de control químico.

Las liberaciones de este controlador biológico deben hacerse cuando se hayan detectado en el campo ninfas del psílido vector, ya que esa es la etapa biológica que es atacada por el insecto benéfico (OIRSA 2013).

*Tamarixia radiata* usa las ninfas del psílido para reproducirse, matándolas en el proceso. La avispa pone sus huevos en el interior de las ninfas que sirven de alimento a las larvas cuando nacen. Para medir su resultado, se deben buscar en brotes las ninfas parasitadas del psílido.

Cada *Tamarixia radiata* puede eliminar hasta 500 psílicos. Su liberación no provoca desequilibrio ambiental, ya que no afecta otras especies de insectos o plantas (De Miranda 2019).



Actualmente en el país, la empresa Tico Frut es quien comercializa frascos de este biocontrolador. Su precio ronda actualmente los US\$32 dosificado para una hectárea de naranja.

Figura 8. Liberación de *Tamarixia radiata* en plantaciones de cítricos de región Chorotega. Fuente: (Fotografía propia, 2021).

## Control químico del psílido

El control químico se ha identificado como la herramienta más influyente para evitar el establecimiento del vector *Diaphorina citri* en plantaciones de naranja y, por tanto, reducir el avance de la enfermedad.

La efectividad de una aplicación va a depender de factores como la molécula empleada y dosificación, el volumen de aplicación utilizado según el volumen de copa de la plantación, la presencia de lluvias o vientos fuertes, los equipos de aplicación usados, entre otros (Da Silva y Ramos 2017).



Figura 9. Aplicación química a la copa para combate de *Diaphorina citri* Fuente: (OIRSA, 2013).

Es de vital importancia que el productor recuerde la rotación entre familia químicas de productos para evitar el desarrollo de resistencia de las poblaciones del psílido en su finca y no descuidar el equilibrio de poblaciones de insectos benéficos del agrosistema

A continuación, en la tabla 1 se detalla un manejo de insecticidas que puede ser utilizado en fincas de naranja para el control de *Diaphorina citri*, con sus respectivas familias químicas, dosificaciones mínimas por hectárea y un costo de producto aproximado, dicho costo no incluye la mano de obra.

**Tabla 1. Manejo y costo de insecticidas para combate del vector *Diaphorina citri* en fincas de naranja**

Ingrediente Activo	Familia Química	Dosis del Producto	Aplicaciones por Ciclo	Costo de producto por hectárea (US\$)
Imidacloprid	Neonicotinoide	1 -1,5 L/ha	1	51,5
Dimetoato	Organofosforado	0,6 - 1 L/ha	1	13,5
Sulfoxaflor	Sulfoximinas	50 - 100 mL/ha	1	8
Tiametoxam	Neonicotinoide	0,5 - 0,6 Kg/ha	1	24,5
Zeta-Cipermetrina	Piretroide	0,3 L/ha	2	12
			6	109,4

Fuente: Elaboración propia.

## Acciones de manejo de plantaciones para favorecer el combate de la enfermedad



Figura 10. Fuente: (Fotografía de Fabián Herrera, SFE, 2020).

## Control de malezas dentro de la plantación

Las malezas dentro del lote pueden llegar a interferir de forma importante con las labores de control de HLB y su vector, principalmente las que son capaces de extenderse sobre el árbol, como el caso de algunos bejuco de las familias convolvulaceae (*Ipomoea* sp.) y vitaceae (*Cissus verticillata*) (Kanissery et al. 2020; MAG 2021).

Las labores de aplicación de insecticidas que controlan *Diaphorina citri* y otras plagas, fungicidas, fertilizantes foliares y demás enmiendas pueden perder drásticamente su efectividad cuanto mayor sea la cobertura vegetal sobre el naranjo (Kanissery et al. 2020).



Figura 10. Plantación de naranja con nulo manejo de malezas Fuente: (Fotografía propia, 2021).

Los ciclos de control de malezas en el año van a depender de las especies de malezas asociadas a la plantación de naranja, el régimen de lluvias de la zona y por supuesto, la disponibilidad de capital de inversión del propietario.

**Se recomienda, por las condiciones del cantón, emplear tres ciclos de control manuales de maleza, estos serán efectivos para mantener la plantación alejada de los problemas fitosanitarios antes descritos.**



Figura 11. Plantación de naranja con adecuado manejo de malezas. Fuente: (Fotografía propia, 2021).

## Fertilización al suelo



Figura 12. Plantación de naranja en adecuado estado de nutrición.  
Fuente: (Fotografía de Fabián Herrera, SFE, 2020).

La fertilización adecuada de la plantación de naranja no solo es importante para alcanzar buenos rendimientos de cosecha en el corto plazo y mantener esos rendimientos a lo largo de los ciclos de cultivo.

Contar con árboles bien nutridos también es una herramienta que colabora con la detección temprana de la enfermedad cuando esté presente en alguno de los árboles.

Debido a la naturaleza de los suelos y las condiciones de alta pendiente en muchas de las fincas de la región, la fertilización granular al suelo se debe aplicar fraccionada en varios ciclos a lo largo del año, con el objetivo de mantener disponible el fertilizante para cuando la planta lo necesite y evitar grandes pérdidas por lixiviación y/o volatilización. (Henríquez et al. s.f.)

Los principales elementos que se deben incluir en los fertilizantes granulares son el **nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio**. Los fertilizantes utilizados por los productores en la región de la Península de Nicoya generalmente contemplan estos elementos.

**Se recomienda fraccionar la fertilización en 3 o 4 aplicaciones** dado buenos resultados en la **citricultura nacional**.

Cada productor escogerá los ciclos de fertilización para aplicar según sus posibilidades.

## Fertilización foliar

En la fertilización foliar se introducen al sistema elementos que la planta necesita en bajas cantidades pero fundamentales en los ciclos biológicos de la misma. Estos son el manganeso, zinc, hierro, cobre, el boro y molibdeno.

En las siguientes imágenes hacen referencia a las deficiencias de zinc, manganeso y en menor medida hierro, que tienden a confundirse con los síntomas de HLB, por lo que el reconocimiento de sus diferencias es de vital importancia en la lucha de esta enfermedad.

**A. Deficiencia de Zinc**



**B. Deficiencia de Manganeso**



**C. Deficiencia de Hierro**



**HLB**



Figura 13. Deficiencias nutricionales en el cultivo de naranja similares a síntoma de HLB (CLAs) Fuente: Burrow et al. (2019).

## Eliminación de árboles enfermos

Los ciclos de erradicación de árboles con síntomas dependen de la regularidad y precisión del monitoreo de la enfermedad en la finca.

Los árboles deben eliminarse lo antes posible, previendo la transmisión de la enfermedad a árboles sanos.



Figura 14. Erradicación de árboles de naranja con síntomas de HLB Fuente: (Fotografía propia, 2020).

Los árboles de resiembra deben provenir de un debidamente registrado ante el Servicio Fitosanitario del Estado y que cumplan con medidas de seguridad para evitar la propagación de la enfermedad de HLB por material vegetal.



Figura 15. Resiembra de árboles en plantaciones de naranja.  
Fuente: (Fotografía de Fabián Herrera, SFE, 2021)

# Costos de manejo integrado en HLB

**Tabla 2.**  
**Costos de manejo integrado propuesto para el combate de HLB (*Candidatus Liberibacter asiaticus*) y *Diaphorina citri* para plantación de naranja, en dólares por hectárea.**

## Manejo Propuesto

	Actividad	Ciclos al año recomendados	Costo por hectárea (US\$)
Manejo de la enfermedad y vector	Monitoreo HLB en campo (mano de obra)	4	84,0
	Erradicación árboles sintomáticos (mano de obra)	4	42,0
	Insumos de trapeo Diaphorina citri	24	24,4
	Mano de obra en trapeo Diaphorina citri	-	100,8
	Frascos <i>Tamarixia radiata</i> (400 individuos)	1	32,0
	Mano de obra en liberación <i>Tamarixia radiata</i>	-	100,8
Manejo de la plantación ligado a combate de la enfermedad y vector	Insecticidas	6	109,5
	Mano de obra para aplicación de insecticida y fertilizante foliar	-	302,4
	<b>Subtotal</b>		<b>795,9</b>
	Poda (mano de obra)	1	105,0
	Fertilización al suelo	3	438,0
	Mano de obra fertilización al suelo	-	94,5
	Fertilización foliar	3	57,0
	Control manual de malezas (Mano de obra)	3	94,5
	<b>Subtotal</b>		<b>789,0</b>
	<b>Total</b>		<b>1584,9</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Referencia bibliográficas

Alemán, J., Baños, H. & Ravelo, J. (2007). Diaphorina citri y la enfermedad Huanglongbing: Una combinación destructiva para la producción cítrica. *Revista Protección Vegetal*, 22(3), 154-165. D:\TODOREVISTA\nuevo\RevistaProt (sld.cu)

Ayres, A., Sala, I., Pedreira, M., Arno, N., Beozzo, R. & Aparecido, S. (2019). Manejo do greening: 10 mandamentos para o sucesso no controle da doença [Manejo ecológico: 10 mandamientos para el éxito en el control de enfermedades]. Fundecitrus. [https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual\\_detalhes/manejo-do-greening/84](https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/manejo-do-greening/84)

Burrow, J., Futch, S. & Vashisth, T. (2019). Scouting for Huanglongbing (HLB; Citrus Greening) [Escultismo para Huanglongbing (HLB; Enverdecimiento de cítricos)]. IFAS. <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/CH/CH20000.pdf>

Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guerrero (CASAVEGRO). (2021). Plagas de los cítricos. <https://cesavegro.org.mx/plagas-de-los-citricos/>

Da Silva, M. & Ramos, H. (2017). Manual de tecnologia de aplicação em citros. [Manual de tecnología de aplicación en cítricos]. Fundecitrus. [https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual\\_detalhes/manual-de-tecnologia-de-aplicacao-em-citros/63](https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/manual-de-tecnologia-de-aplicacao-em-citros/63)

De Miranda, M. (2019). Manual de Psíldeo Diaphorina citri: medidas essenciais de controle. [Manual de Psíldeo Diaphorina citri: medidas esenciales de control]. Fundecitrus. [https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual\\_detalhes/psilideo-diaphorina-citri/82](https://www.fundecitrus.com.br/comunicacao/manual_detalhes/psilideo-diaphorina-citri/82)

Kanissery, R., Futch, S. & Sellers, B. (2020). 2020 – 2021 Florida Citrus Production Guide: Weeds [2020-2021 Guía de producción de cítricos de Florida: malezas]. IFAS. <https://crec.ifas.ufl.edu/media/crecifasufledu/production-guide/production-guide-20202021/Weeds.pdf>

Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria (OIRSA). (2013). Protocolo del manejo integrado del Huanglongbing. F&G Editores. [https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad\\_Vegetal/WEB%20-%20DRSV-UCom%20HLB/HLB/2.%20Manejo%20Integrado%20del%20HLB/Protocolos%20HLB/Manejo%20Integrado%20del%20HLB.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad_Vegetal/WEB%20-%20DRSV-UCom%20HLB/HLB/2.%20Manejo%20Integrado%20del%20HLB/Protocolos%20HLB/Manejo%20Integrado%20del%20HLB.pdf)

Santivañez, T., Mora, G., Díaz, G., López, J. & Vernal, P. (2013). Marco Estratégico para la Gestión Regional del Huanglongbing en América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). <http://www.fao.org/3/a-i3319s.pdf>

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA). (2019). Huanglongbing Candidatus Liberibacter. SENASICA. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463426/78.\\_Ficha\\_t\\_cnica\\_Huanglongbing.\\_Mayo\\_2019..pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/463426/78._Ficha_t_cnica_Huanglongbing._Mayo_2019..pdf)

## ¡Luchemos todos contra el Huanglongbing!



Figura 16. Productores de Hojancha.  
Fuente: (Fotografía de Fabián Herrera, SFE, 2020).