



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente Practico del Examen de Grado de carácter
Complejivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad,
como requisito previo a la obtención del título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Incidencia del cancro cítrico (*Xanthomonas citri*) en el cultivo de
naranja (*Citrus sinensis*) en el Ecuador”

AUTOR:

Oswaldo Vladimir Indacochea Carrasco

TUTOR:

Ing. Agr. Orlando Segundo Díaz Romero, MSc.

Babahoyo- Los Ríos - Ecuador

2023

RESUMEN

En el ámbito fitosanitario una de las mayores limitantes detectadas dentro de la producción del cultivo de naranja es la presencia de la enfermedad cancro cítrico causada por la bacteria *X. citri*, misma que está distribuida en algunos países del mundo con mayor indecencia y severidad; aunque en Ecuador aun no existen reportes evidentes de la presencia de la enfermedad en plantaciones de naranja, siendo importante considerar a esta enfermedad como una plaga cuarentenaria. La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre la incidencia del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja (*C. sinensis*) en el Ecuador. Por lo anteriormente detallado se determinó que el cancro cítrico es una enfermedad que puede presentarse durante todo el año, afectando plántulas y árboles jóvenes, los mismos que presentan una producción alta de brotes vegetativos. Los síntomas en las hojas son lesiones jóvenes que tienen un halo amarillo y bordes húmedos, que desaparecen con la edad; las lesiones miden unos 2-10 mm, a pesar de que en situaciones favorables se unen y afectan a superficies mayores. La enfermedad puede provocar una defoliación extrema, la muerte de las ramas y la caída prematura de los frutos; estos últimos pueden perder además su coste comercial debido a los daños en la cáscara. La bacteria *X. citri* se disemina con la ayuda del agua presente en la superficie del follaje, que gotea y salpica los nuevos brotes; la bacteria en el agua depende de la edad de la lesión y varía entre cien-1000 millones de células bacterianas consistentes en gota. Las medidas de control para la enfermedad cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja involucra diversas actividades tales como: exclusión, erradicación, control integrado y desinfección.

Palabras claves: Cultivo, Daños, Manejo, Cancro.

SUMMARY

In the phytosanitary field, one of the major limitations detected in orange crop production is the presence of the citrus canker disease caused by the bacterium *X. citri*, which is distributed in some countries of the world with greater indecency and severity; although in Ecuador there are still no evident reports of the presence of the disease in orange plantations, and it is important to consider this disease as a quarantine pest. The information obtained was paraphrased, summarized and analyzed in order to obtain relevant information on the incidence of citrus canker (*X. citri*) in the orange crop (*C. sinensis*) in Ecuador. From the above, it was determined that citrus canker is a disease that can occur throughout the year, affecting seedlings and young trees, which have a high production of vegetative shoots. The symptoms on the leaves are young lesions with a yellow halo and wet edges, which disappear with age; the lesions measure about 2-10 mm, although in favorable situations they unite and affect larger areas. The disease can cause extreme defoliation, branch death and premature fruit drop; the latter can also lose their commercial cost due to damage to the peel. The *X. citri* bacterium is spread with the help of water present on the surface of the foliage, which drips and splashes the new shoots; the bacteria in the water depends on the age of the lesion and varies between one hundred-1000 million bacterial cells consisting of droplets. Control measures for citrus canker disease (*X. citri*) in orange cultivation involve various activities such as exclusion, eradication, integrated control and disinfection.

Key words: Cultivation, damage, handling, canker.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	ii
SUMMARY	iii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	3
MARCO METODOLÓGICO.....	3
1.1. Definición del caso de estudio.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos.....	4
1.4.1. Objetivo general.....	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Fundamentación teórica.....	4
1.5.1. Origen.....	4
1.5.2. Clasificación taxonómica	5
1.5.3. Características morfológicas.....	5
1.5.3.1. Raíces.....	5
1.5.3.2. Tronco	6
1.5.3.3. Hojas.....	7
1.5.3.4. Flores.....	7
1.5.3.5. Fruto.....	8
1.5.3.6. Semillas.....	8
1.5.4. Cancro cítrico (<i>X. citri</i>) en el cultivo de naranja.....	8
1.5.4.1. Importancia económica del cancro cítrico (<i>X. citri</i>)	8
1.5.4.2. Clasificación taxonómica.....	9
1.5.4.3. Descripción morfológica.....	9
1.5.4.4. Principales daños del cancro cítrico en el cultivo de naranja.....	10
1.5.4.5. Síntomas	11
1.5.4.5.1. Síntomas en las hojas	11
1.5.4.5.2. Síntomas en ramas, tallos y troncos.....	12
1.5.4.5.3. Síntomas en frutos	12

1.5.4.6.	Epidemiología del cancro cítrico (<i>X. citri</i>)	12
1.5.4.7.	Sobrevivencia, dispersión y multiplicación	13
1.5.4.8.	Método de diagnóstico	14
1.5.4.9.	Medidas de control	15
1.5.4.9.1.	Exclusión y erradicación	15
1.5.4.9.2.	Control integrado	16
1.5.4.9.3.	Desinfección	17
1.6.	Hipótesis	18
1.7.	Metodología de la investigación	18
CAPITULO II		20
RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN		20
2.1.	Desarrollo del caso	20
2.2.	Situaciones detectadas	20
2.3.	Situaciones planteadas	21
2.4.	Conclusiones	21
2.5.	Recomendaciones	22
BIBLIOGRAFÍA		24
ANEXOS		27

INTRODUCCIÓN

La naranja (*Citrus sinensis*) es un fruto dulce, perteneciente a la familia de las Rutáceas, originaria del sudeste de Asia, la misma que ha sido cultivada y consumida desde hace miles de años; se la considera una especie perenne en la cual su vida útil es mayor a un año (Molina y Montesdeoca 2019).

La naranja es una fruta carnosa que posee una forma redonda, tamaño variable, en la maduración existe un cambio de color de verde a anaranjado o amarillo; es una especie subtropical y tropical que no presenta resistencia al frío, debido a que las flores y los frutos no toleran dichas condiciones; requiere de altas temperaturas en el verano para la maduración de los frutos, los mismos que tienen altos contenidos de vitamina C, flavonoides y aceites esenciales (Montalvo 2020).

En Ecuador la producción de la naranja es importante debido a su creciente demanda y adaptación a los distintos lugares del país. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) existen 6529 hectáreas de terreno en producción, en la cual se generan 22.607 toneladas métricas de naranja, las mismas que se comercializan a nivel nacional (Campelo 2020).

El cultivo de naranja es susceptible a enfermedades producidas por hongos y bacterias dentro de su proceso de crecimiento, desarrollo y producción, en la cual se tiene como referencia actual la presencia de una enfermedad denominada el cancro de los cítricos (*Xanthomonas citri*) considerándose una de las principales enfermedades de los cítricos, la cual es una amenaza en la industria citrícola en todo el mundo, afectando a casi todas las especies de cítricos (González y Tullo 2019).

El cancro de los cítricos es causado por *X. citri*, es una enfermedad que provoca defoliación severa, muerte regresiva de las ramas y caída prematura de los frutos, siendo un factor importante en la pérdida de valor comercial debido a los daños causados en la fruta (Gómez 2020).

El presente trabajo se desarrolló para adquirir y mejorar los conocimientos sobre la incidencia del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja (*C. sinensis*) en el Ecuador.

CAPITULO I

MARCO METODOLÓGICO

1.1. Definición del caso de estudio

El presente documento se refiere a la temática correspondiente sobre la incidencia del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja (*C. sinensis*) en el Ecuador.

1.2. Planteamiento del problema

En el Ecuador la producción de naranja esta siendo afectada considerablemente por la presencia de enfermedades, en cual se ha reportado en el litoral ecuatoriano una pérdida de 37 hectáreas.

Dentro de los problemas fitosanitarios en el cultivo de naranja se atribuye la presencia de la enfermedad cancro cítrico, ocasionada por la bacteria *X. citri*, misma que afecta la parte área de la planta, en la cual las lesiones generadas varían dependiendo la edad de la lesión y la variedad de naranja afectada. Los síntomas característicos favorecen su identificación en el campo, en la cual sus lesiones son de color marrón, circular, elevadas, acorchadas, con bordes húmedos y halo amarillo con apariencia de cráter.

1.3. Justificación

La producción y comercialización de la naranja en el Ecuador, es una base importante para la economía de los pequeños y grandes productores que se dedican a este cultivo, siendo una fruta de consumo nacional a mayor escala, con proyecciones a ser exportada en mercados internacionales.

La presencia de la enfermedad cancro cítrico representa una limitante en la producción del cultivo de naranja, siendo importante establecer mecanismos de control para disminuir su incidencia y severidad dentro del cultivo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Describir la incidencia del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja (*C. sinensis*) en el Ecuador.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar los principales daños del cancro cítrico en el cultivo de naranja.
- Detallar los principales mecanismos de control que se recomiendan para combatir el cancro cítrico en el cultivo de naranja

1.5. Fundamentación teórica

1.5.1. Origen

La naranja es originaria del continente asiático que abarca China, Tailandia, Indochina, Indonesia y se introdujo probablemente en el mercado occidental por medio de los genoveses en el siglo XV, España es sin duda uno de los mayores productores de naranja que abarca el 50% de Europa. Las variedades Hamlin, Valencia y Hamouti son las preferidas a nivel internacional y dentro de la región industrial por sus características (Campelo 2020).

En Ecuador existen 1960 pequeñas industrias dedicadas a la elaboración de jugos derivados de la naranja entre las que se encuentran Conservas el Valle, Conservas Guayas cubrieron primeramente el mercado interno, posteriormente en la década de los 90 se inició la exportación, pero no obstante este gran impulso en la actualidad puede existir una sobreproducción de la fruta en aproximadamente 12.000 hectáreas, situación que genera un alto porcentaje de desperdicio y devaluación de su

cobro en algún momento de la temporada de cosecha, fruta que podría presentarse dentro del mercado con sobreprecio como vino de naranja (Campelo 2020).

1.5.2. Clasificación taxonómica

Moya (2019) manifiesta que la naranja tiene la siguiente clasificación taxonómica:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Magnoliophyta
- **Clase:** Magnolipsida
- **Subclase:** Rosidae
- **Orden:** Sapindales
- **Familia:** Rutáceae
- **Género:** Citrus
- **Especie:** *Citrus sinensis* L.

1.5.3. Características morfológicas

La naranja es una planta perenne de porte erguido, de longitud media que puede alcanzar de seis a diez metros, dependiendo del portainjerto que se haya utilizado para su establecimiento; tiene madera dura y corteza de coloración verde a gris-marrón (Moya 2019).

1.5.3.1. Raíces

El sistema radical de la planta de naranja tiene una enorme distribución horizontal y vertical, con el mayor porcentaje de raíces cerca del suelo; más del 70 % de las raíces de los cítricos se encuentran dentro del primer metro del suelo y tienen una raíz pivotante que podría expandirse unos metros por debajo de la superficie (Iturralde 2019).

La raíz pivotante crece inmediatamente hacia abajo y constituye la raíz principal; aparecen dos tipos de raíces laterales secundarias: raíces gruesas y racimos de raíces fibrosas; las raíces laterales son en gran número y su distribución no es cotidiana; en cada ramificación las raíces son más pequeñas, siendo el diámetro de la más pequeña muy inferior a 0,5 cm (Iturralde 2019).

Las raíces secundarias o fibrosas crecen normalmente mucho más allá de la copa (y alcanzan longitudes de seis a siete metros horizontalmente); su crecimiento es cíclico, alternando con el aumento del elemento aéreo, aunque a medida que envejecen las plantas, los periodos de aumento de las raíces se alargan y en la madera adulta se afirma que el aumento de las raíces es casi continuo (Plúa 2019).

1.5.3.2. Tronco

La planta de naranja presenta dos tipos de crecimiento en su tallo: longitudinal, debido a la actividad de los meristemos apicales, y en grosor, por el interés del cambium; este aumento tiene una cinética anormal; inicialmente es muy lento, y aumentará gradualmente hasta que disminuya regularmente y finalmente cese; los naranjas cultivados tienen un tronco único, con tres o cuatro ramas principales, que se desarrollan hasta una altura de entre 50 y 80 cm (Plúa 2019).

El crecimiento y densidad de las hojas contribuyen al aspecto general del árbol de naranja y su estructura puede modificarse mediante la poda; la forma de las ramas verticales es redondeada, al mismo tiempo que las horizontales se aplanan, resultado del pasaje diferencial del cambium, dando lugar a un aumento hipotrófico que repercute en la forma de la cubierta del árbol (Gómez 2020).

Los vástagos se producen potencialmente durante toda la temporada en las zonas tropicales, debido a las altas temperaturas comunes en algún momento de los 12 meses, y suministrado que el agua no siempre es un aspecto limitante, como en las regiones tropicales con ciclos climáticos impresionantes de humedad y sequía; el

alargamiento del tallo se produce generalmente entre dos y cinco brotes anuales distintos en las zonas subtropicales, sin embargo puede desarrollarse casi continuamente en las zonas tropicales, en concreto en la madera de limón y lima (Gómez 2020).

1.5.3.3. Hojas

Las hojas jóvenes de una planta de naranja son de color verde claro y cambian a verde oscuro al cesar el crecimiento de los brotes, excepto en el limón y la cidra, donde las hojas, al principio, son de color rojizo y cambian a verde oscuro a medida que se desarrollan; las hojas son perennes y, aunque aparentemente simples, son hojas compuestas imparipinnadas que conservan únicamente el folíolo terminal, como demuestra la articulación entre el limbo y el peciolo (Zambrano 2020).

1.5.3.4. Flores

Las flores de la naranja son hermafroditas y de longitud media, de aspecto ceroso y coloración típicamente blanca; están agrupadas en racimos dentro de la forma de un corimbo, y de vez en cuando una cresta, que puede ser terminal o desarrollarse dentro de las axilas de las hojas; cada flor tiene un pedúnculo rápido, desnudo, articulado y carnoso con un componente superior ensanchado, que constituye el receptáculo; la flor del cítrico está perfectamente diseñada para permitir la multiplicación sexual (Zambrano 2020).

Las flores están formadas por una parte masculina o androceo y un elemento femenino o gineceo, y los sépalos y pétalos protegen el equipo sexual hasta el momento adecuado en que se produce la fecundación; el estigma de los cítricos tiene forma redondeada y su color evoluciona del verde al marrón, pasando por el amarillo, dependiendo de su viscosidad y de su estado maduro; en su interior se encuentran los canales estilares, que son los encargados de conducir el tubo polínico desde el

estigma hasta el ovario; el ovario tiene forma de ocho a 10 carpelos unidos a través del eje floral formando los lóculos, en los que se encuentran los óvulos (Yara 2020).

1.5.3.5. Fruto

El fruto de la naranja es un hesperidio de tamaño y color variables con la especie y la variedad, así como su forma, que puede ser oval, piriforme, redondeada aplanada, o no más; la corteza es gruesa, indehiscente, con la superficie exterior más o menos fácil o difícil y cuyo color depende en gran medida de la temperatura a la que se desarrolle (Pérez *et al* 2020).

1.5.3.6. Semillas

Las semillas de la naranja varían en forma y tamaño, pero hay rasgos comunes para las especies iguales: las formas máximas comunes son fusiforme, ovoide, cuneiforme y deltoide; la gran variedad común de semillas por fruto difiere de una a otra y también está relacionada con las condiciones de desarrollo; el color de las semillas varía entre blanco grisáceo, crema o amarillo o verdoso, con diferencias entre tipos (Pérez *et al* 2020).

1.5.4. Cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja

1.5.4.1. Importancia económica del cancro cítrico (*X. citri*)

El cancro cítrico (*X. citri*) es una enfermedad de importancia económica en el cultivo de naranja, representando una amenaza en la industria citrícola a nivel mundial; afecta a todas las especies de cítricos (Riley *et al* 2019).

Las pérdidas económicas provocadas por el cancro de los cítricos de generan debido a la defoliación, abscisión prematura y manchado de los frutos; los árboles jóvenes presentan una mayor susceptibilidad a *X. citri*, siendo infestados en un 100 % sus hojas y frutos (Riley *et al* 2019).

La severidad de la enfermedad tiende a incrementar con el paso del tiempo, reduciendo el rendimiento en el cultivo de la naranja; no se tienen datos específicos sobre las pérdidas económicas en las diferentes regiones y países; lo que si se considera que es una enfermedad que está sujeta a medidas cuarentenarias que restringen en el comercio internacional (Delgado 2019).

En Ecuador no existen reportes evidentes sobre la enfermedad del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja, aunque se ha evidenciado síntomas y daños característicos de la enfermedad en zonas de producción (Delgado 2019).

1.5.4.2. Clasificación taxonómica

Amaral (2019) expresa que la bacteria *X. citri* tiene la siguiente clasificación taxonómica:

- **Dominio:** Bacteria
- **Phylum:** Proteobacteria
- **Clase:** Gammaproteobacteria
- **Orden:** Xanthomonadales
- **Familia:** Xanthomonadaceae
- **Género:** Xanthomonas
- **Especie:** *Xanthomonas citri*

1.5.4.3. Descripción morfológica

X. citri es una bacteria gram negativa, en forma de bastoncillos (1,5-2,0 x 0,5-0.75 μm) con un único flagelo polar; es una cardiobacteria obligada, las colonias se desarrollan en agar y medio de tradición de glucosa, con una consistencia mucoides de color amarillo cremoso debido al pigmento xantomonadina que producen (Verniere *et al* 2019).

La temperatura máxima de su crecimiento es de 35 - 39 °C, siendo la más elevada de 28-30 °C; poseen un metabolismo oxidativo de la glucosa, catalasa de alta calidad, Kovacs oxidasa pobre o susceptible, reducción de nitrato pobre, no utilizan ahora asparagina como suministro de carbono y nitrógeno simultáneamente, realizan hidrólisis de almidón y caseína, Tween 80 y aesculina con reacción fina; la gelatina y los pectatos se licúan con ayuda de la bacteria, necesita metionina o cisteína para desarrollarse y el auge se inhibe mediante cloruro de trifeniltetrazolio al 0,02 % (Verniere *et al* 2019).

Las variaciones bacterianas se diferencian mediante el uso de manitol; los aislados de los grupos B y C comparten características con la organización A y se diferencian por el metabolismo a carbohidratos positivos; la caracterización molecular del género *Xanthomonas* puede llevarse a cabo mediante estrategias excepcionales junto con la hibridación ADN-ADN, la huella genética, el perfil de ácidos grasos, la electroforesis en gel de poliacrilamida (SDS-PAGE), el perfil de isoenzimas, los anticuerpos monoclonales y la tipificación de bacteriófagos (Neto *et al* 2020).

1.5.4.4. Principales daños del cancro cítrico en el cultivo de naranja

El cancro de los cítricos causado por *X. citri* se considera un peligro para la industria citrícola; la enfermedad puede provocar una defoliación extrema, la muerte de las ramas y la caída prematura de los frutos; estos últimos pueden perder además su coste comercial debido a los daños en la cáscara (Neto *et al* 2020).

Los daños afectan la parte aérea de la planta y las lesiones producidas varían en función de la edad de la lesión y de la gama de cítricos afectada (INTAGRI 2020).

Los síntomas muestran rasgos muy particulares; las lesiones son marrones, redondas, levantadas, corchosas, con bordes húmedos, un halo amarillo y con aspecto de cráter (INTAGRI 2020).

1.5.4.5. Síntomas

1.5.4.5.1. Síntomas en las hojas

Las hojas de la naranja son susceptibles a la enfermedad durante la primera fase de crecimiento; la infección también puede agrandarse por todo el grosor de la hoja y hacerse más grande por el haz y el envés; las lesiones en el haz suelen ser más aplanadas y hundidas, mientras que en el envés aparecen como pequeñas ampollas cuando la lesión es más joven, o como pequeños volcanes (bordes salientes y centro hundido) cuando la lesión está más avanzada (Sáenz y Osorio 2019).

Las lesiones jóvenes tienen un halo amarillo y bordes húmedos, que desaparecen con la edad; las lesiones miden unos 2-10 mm, a pesar de que en situaciones favorables se unen y afectan a superficies mayores; las lesiones en la misma hoja tienden a mantener un tamaño comparable porque las infecciones también pueden derivar de un único ciclo de infección (Sáenz y Osorio 2019).

En las lesiones maduras, el tejido muerto corchoso puede desprenderse dejando huecos dentro de las hojas. Cuando la contaminación se produce a través de los estomas, las lesiones suelen estar, en mi opinión, posicionadas; el minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae), debido a su conducta alimentaria, puede aumentar la incidencia y gravedad de los trastornos (Montalvo 2020).

En las galerías provocadas por las larvas del minador, la bacteria favorablemente tiende a desarrollarse enmascarando casi por completo la lesión; incluso las plantas tolerantes se vuelven susceptibles; el insecto no se considera un vector de *X. citri*, pero desempeña una función importante dentro de la epidemiología de la bacteria (Montalvo 2020).

1.5.4.5.2. Síntomas en ramas, tallos y troncos

Los síntomas en estadios tempranos se presentan como lesiones elevadas, corchosas, erumpentes, con márgenes húmedos; con el tiempo los márgenes adquieren un aspecto aceitoso; en especies y cultivares con susceptibilidad también puede producirse la caída de ramas (Santillán 2020).

1.5.4.5.3. Síntomas en frutos

Los síntomas en la fruta se presentan como lesiones eritematosas, corchosas, elevadas, con márgenes húmedos y un margen clorótico, que generalmente tienden a desaparecer con la edad de crecimiento de la lesión; las lesiones pueden llegar hasta un milímetro de profundidad en la cáscara, pero sin afectar al componente apto para el consumo (Santillán 2020).

Los frutos jóvenes son más propensos y, además, puede producirse más de un ciclo de infección, ya que el periodo de susceptibilidad es de 90 - 120 días después de la caída de los pétalos; los frutos afectados no se pueden comercializar debido al daño estético y a las restricciones de cuarentena en los mercados mundiales (Monge *et al* 2020).

1.5.4.6. Epidemiología del cancro cítrico (*X. citri*)

El cancro cítrico es una enfermedad que puede presentarse durante todo el año, afectando plántulas y árboles jóvenes, los mismos que presentan una producción alta de brotes vegetativos, durante la época invernal; aunque la incidencia de la enfermedad tiende a disminuir cuando los árboles de naranja se encuentran en plena producción, en donde no se origina una brotación vegetativa nueva (Monge *et al* 2020).

En relación a la severidad de la enfermedad esta depende de la especie del cítrico establecido; en la cual las lesiones cancrasas se forman sobre las hojas, ramas

y frutos; la bacteria puede sobrevivir en los tejidos infectados de forma epífita en el hospedante y como saprófito en los residuos vegetales en el suelo (Russi *et al* 2020).

1.5.4.7. Sobrevivencia, dispersión y multiplicación

La bacteria sobrevive en lesiones localizadas en brotes vegetativos, que son el principal suministro de inóculo para los siguientes ciclos de cultivo; la bacteria provoca nuevas infecciones al aparecer los nuevos brotes, lo que genera un número masivo de bacterias que se dispersan por diversas vías de diseminación; la bacteria también puede seguir permaneciendo durante largos intervalos de tiempo en la corteza de troncos y ramas laterales (Russi *et al* 2020).

Se forman lesiones de cancro en hojas, ramas y frutos, de las que se puede aislar la bacteria *X. citri* puede seguir existiendo en tejidos infectados como epífita en especies hospedadoras y no hospedadoras y como saprófita en partículas vegetales presentes en el suelo (Molina y Montesdeoca 2019).

X. citri se disemina con la ayuda del agua presente en la superficie del follaje, que gotea y salpica los nuevos brotes; la bacteria en el agua depende de la edad de la lesión y varía entre cien-1000 millones de células bacterianas consistentes en gota; los vientos fuertes aumentan considerablemente la propagación de la enfermedad, ya que los vientos provocan heridas en las hojas y las ramas de los árboles (Molina y Montesdeoca 2019).

La bacteria recorre distancias superiores a cien metros en pequeñas gotas y por ello provoca infecciones en los arbustos vecinos; el riego por aspersión favorece el desarrollo de la enfermedad, debido a las salpicaduras de agua que pueden contener la bacteria (Campelo 2020).

La aparición de epidemias en plantaciones de naranja es una incidencia esporádica; sin embargo, la bacteria puede observarse en los huertos de forma latente

en concentraciones indetectables y, mientras las condiciones son favorables, vuelven a surgir brotes de la enfermedad (Campelo 2020).

La duración crucial durante la cual pueden surgir las infecciones en la fruta es a lo largo de los primeros noventa días después del cuajado de la fruta; las infecciones se producen especialmente a través de los estomas y las aberturas naturales (Segovia *et al* 2022).

La presencia del minador de las hojas *P. citrella* Stainton (Lepidoptera: Gracillariidae) puede permitir un aumento de la incidencia y gravedad de la enfermedad; considerando que el minador no siempre es un insecto vector, los hábitos del insecto generan nuevos puntos de entrada para la bacteria; además el insecto prefiere los brotes tiernos y recién emergidos, que están bastante inclinados, y la bacteria crece muy bien en las minas originadas a través de las larvas (Segovia *et al* 2022).

1.5.4.8. Método de diagnóstico

Es importante muestrear el 25 % de todos los árboles existentes o el 25% de las hectáreas a inspeccionar; durante el muestreo en parcelas definidas, se recomienda observar los bordes de las plantaciones, en particular en las zonas con fuertes vientos, debido a la forma en que se propaga la enfermedad (Miranda *et al* 2020).

La inspección constante por parte de los agricultores contribuye a la detección precoz de enfermedad; todo tejido vegetal sospechoso debe enviarse al laboratorio; es más recomendable recoger de 10 a 12 hojas con síntomas; los tallos y frutos, siempre que estén en buenas condiciones para ser enviados al laboratorio (Miranda *et al* 2020).

Cuando se confirma la presencia de una planta con la enfermedad, se recomienda su eliminación inmediata, así como la de los arbustos cercanos, ya que estarán infectados y serán asintomáticos; los árboles retirados deben ser incinerados y en caso de requerir la movilización de árboles, se debe evitar la caída de hojas u otros elementos de la planta en algún punto del transporte; al igual que el lugar debe ser puesto en cuarentena inmediatamente (Stein *et al* 2020).

1.5.4.9. Medidas de control

1.5.4.9.1. Exclusión y erradicación

El manejo de la enfermedad se basa en la estricta aplicación de normas sobre la importación de plantas propagativas y fruta de zonas en las que la enfermedad está presente a otras regiones, lo que es vital para evitar la introducción de la bacteria (Stein *et al* 2020).

Si no se establecen esas técnicas de control, la enfermedad puede propagarse rápidamente a todas las plantaciones de naranja, con pérdidas crecientes y gastos de control; la erradicación es viable para *X. citri*, debido a las características intrínsecas del patógeno, debido al hecho de que es incapaz de sobrevivir durante largos intervalos fuera del hospedero, no posee un vector específico, los signos y síntomas son sin problemas detectables, el rango de hospederos es amplio, las variedades comerciales resistentes a la enfermedad han sido anteriormente eliminadas en varios países como EE.UU., Australia y Sudáfrica (Vallejo *et al* 2020).

Para una aplicación de erradicación es muy importante determinar el periodo de tiempo durante el cual la enfermedad ha estado activa en un sitio específico, lo que se determinará con la ayuda de las características de los síntomas y los órganos afectados (Vallejo *et al* 2020).

1.5.4.9.2. Control integrado

Las actividades humanas también influyen en la diseminación de la enfermedad a través del movimiento de tejido propagativo y arbustos infestados; los vehículos infectados y la fruta que se desecha en el lugar de la plantación son una fuente crucial de inóculo (González 2020).

En los viveros, los trabajadores pueden llevar la bacteria en las manos, la ropa y las herramientas; al igual que en los equipos de trabajo utilizados para la recolección, la poda, la pulverización y el transporte de contenedores también son recursos de contaminación; la desinfección de los equipos y el personal puede ser esencial para evitar la propagación del patógeno; no existen reportes de que la bacteria se transmita por semillas (González 2020).

La colocación de cortavientos dentro de las plantaciones de naranja es una técnica poderosa para el control de la enfermedad, ya que impide la propagación de la bacteria a distancias rápidas y disminuye el daño causado por el viento a la planta; se deben establecer el cultivo de naranja en zonas sin viento, y deben evitarse las actividades en situaciones de humedad excesiva, incluida la poda; al igual que la ropa y el equipo de los trabajadores deben desinfectarse cuando trabajen en el cultivo (FAO 2020).

El control del minador de la hoja es esencial y deben aplicarse fungicidas totalmente a base de cobre a los brotes jóvenes de 2 a 3 veces en condiciones secas y seis o más programas en condiciones húmedas (FAO 2020).

El cancro de los cítricos es una enfermedad virulenta, cuyo control se basa normalmente en la aplicación de prácticas preventivas, que consisten en establecer variedades tolerantes a la enfermedad, establecer cortavientos y aplicar fungicidas preventivos a base de cobre en los daños de los brotes (Bernal 2019).

Las aplicaciones cúpricas son efectivas para el control de la cancrrosis de los cítricos, en donde se determinó que las brotaciones nuevas que se producen durante el año, deben ser protegidas con pulverizaciones cúpricas (Bernal 2019).

Los productos cúpricos utilizados son: oxiclорuro de cobre micronizado, sulfato de cobre tribásico micronizado, hidróxido cúprico micronizado y óxido micronizado; la dosis recomendada es de 1.5 a 3 kg por cada 1000 litros (Paredes 2020).

El control del minador de los cítricos (*P. citrella*) reduce sustancialmente la gravedad de la enfermedad; el 100 % de los arbustos se muestrean dos veces al año y, si se encuentran infestados con *X. citri*, se eliminan todas las plantas de la planta infestada (Paredes 2020).

1.5.4.9.3. Desinfección

La desinfección del personal y los equipos son procesos que deben realizarse de forma continua; antes de trasladarse a el cultivo, es necesario inspeccionar los vehículos y los equipos agrícolas en busca de residuos vegetales (hojas, ramas, tierra y restos); la limpieza consiste además en los contenedores, vestimenta y las herramientas; los residuos deben eliminarse dentro de la misma zona y después hay que aplicar desinfectantes (Messina *et al* 2019).

La descontaminación del personal incluye la desinfección de las manos, los dedos, los accesorios y cualquier parte del cuerpo que haya estado en contacto con la vegetación infectada y las plantas circundantes; las manos se desinfectan lavándolas durante 20-30 segundos, procurando no descuidar las uñas y lavando entre las palmas; la utilidad de los desinfectantes para la ropa se puede ejecutar con la ayuda de pulverización (Messina *et al* 2019).

El proceso de desinfección de los equipos consiste en eliminar primero los restos vegetales y la suciedad, lavar con detergente y desinfectar a continuación con

productos destinados a esta causa; se recomienda que el tiempo de contacto del desinfectante sea de al menos 10 minutos (Santillán 2020).

Los productos para desinfectar los equipos no deben utilizarse en el personal; existen productos comerciales recomendados tales como: QAC (cloruro de dimetil amonio + cloruro de dimetil bencil amonio) concentración de 2000 ppm (0,2 %) y la aplicación se realiza hasta que el producto escurra (Santillán 2020).

El ácido paracético puede aplicarse con estructuras de inyección y utilizarse en equipos y superficies de contacto; los productos a base de peróxido de hidrógeno también deben aplicarse con estructuras de inyección y sólo pueden utilizarse en equipos y superficies de contacto (Moya 2019).

El cloro también se utiliza en concentraciones de doscientas ppm, pero su eficacia disminuye con los años y debe renovarse periódicamente; el pH debe mantenerse entre 6,0 y 7,5 y, en superficies sucias, la eficacia del producto disminuye drásticamente; también el agua caliente y el detergente también son útiles, siempre que puedan aplicarse con una presión alta y a una temperatura mínima de 71 °C (Iturralde 2019).

1.6. Hipótesis

Ho= No es de vital importancia conocer sobre la incidencia del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja (*C. sinensis*) en el Ecuador.

Ha= Es de vital importancia conocer sobre la incidencia del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja (*C. sinensis*) en el Ecuador.

1.7. Metodología de la investigación

El presente trabajo es una investigación documental, que se realizó por el método inductivo-deductivo, documental bibliográfico, información obtenida de los

dspace de universidades, bibliografías de Google académico, artículos científicos, revistas indexadas y otros espacios de consulta bibliográfica.

La información obtenida fue parafraseada, resumida y analizada a fin de obtener información relevante sobre la incidencia del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja (*C. sinensis*) en el Ecuador.

CAPITULO II

RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Desarrollo del caso

La finalidad de este documento fue recolectar información referente a la incidencia del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja (*C. sinensis*) en el Ecuador.

Mediante un análisis técnico y sistemático se describió la sintomatología, daños, diseminación y diferentes métodos de control del cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja en el Ecuador.

2.2. Situaciones detectadas

Desde el punto de vista fitosanitario una de las mayores limitantes detectadas dentro de la producción del cultivo de naranja es la presencia de la enfermedad cancro cítrico causada por la bacteria *X. citri*, misma que esta distribuida en algunos países del mundo con mayor indecencia y severidad; aunque en Ecuador aun no existen reportes evidentes de la presencia de la enfermedad en plantaciones de naranja, siendo importante considerar a esta enfermedad como una plaga cuarentenaria.

El cancro cítrico (*X. citri*) es una enfermedad de importancia económica en el cultivo de naranja, representando una amenaza en la industria citrícola a nivel mundial, afectando a todas las especies de cítricos.

Los daños provocados por la enfermedad cancro cítrico (*X. citri*) afectan la parte aérea de la planta y las lesiones producidas varían en función de la edad de la lesión y de la gama de cítricos afectada.

Los síntomas de la enfermedad muestran rasgos muy particulares en las hojas, ramas, tallos, brotes y frutos, en la cual las lesiones son marrones, redondas, levantadas, corchosas, con bordes húmedos, un halo amarillo y con aspecto de cráter.

2.3. Situaciones planteadas

Para los productores de naranja es importante establecer durante la etapa de vivero y ciclo de cultivo un programa de manejo integrado para prevenir y controlar la enfermedad del cancro cítrico, la misma que afecta la producción y calidad de la fruta.

En las áreas de producción de naranja con focos de infección es primordial evitar la diseminación de la enfermedad a otros sectores donde no se encuentra el problema fitosanitario.

2.4. Conclusiones

Por lo anteriormente detallado se resaltan las siguientes conclusiones:

El cancro cítrico es una enfermedad que puede presentarse durante todo el año, afectando plántulas y árboles jóvenes, los mismos que presentan una producción alta de brotes vegetativos.

Los síntomas en las hojas son lesiones jóvenes que tienen un halo amarillo y bordes húmedos, que desaparecen con la edad; las lesiones miden unos 2-10 mm, a pesar de que en situaciones favorables se unen y afectan a superficies mayores.

Los síntomas en estadios tempranos se presentan como lesiones elevadas, corchosas, erumpentes, con márgenes húmedos; con el tiempo los márgenes adquieren un aspecto aceitoso; en especies y cultivares con susceptibilidad también puede producirse la caída de ramas.

Los síntomas en la fruta se presentan como lesiones eritematosas, corchosas, elevadas, con márgenes húmedos y un margen clorótico, que generalmente tienden a desaparecer con la edad de crecimiento de la lesión

La enfermedad puede provocar una defoliación extrema, la muerte de las ramas y la caída prematura de los frutos; estos últimos pueden perder además su coste comercial debido a los daños en la cáscara, tal como podemos apreciar en el anexo figura 1.

La bacteria *X. citri* se disemina con la ayuda del agua presente en la superficie del follaje, que gotea y salpica los nuevos brotes; la bacteria en el agua depende de la edad de la lesión y varía entre cien-1000 millones de células bacterianas consistentes en gota

La bacteria recorre distancias superiores a cien metros en pequeñas gotas y por ello provoca infecciones en los arbustos vecinos; el riego por aspersión favorece el desarrollo de la enfermedad, debido a las salpicaduras de agua que pueden contener la bacteria tal como se aprecia en la figura 2.

Las medidas de control para la enfermedad cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja involucra diversas actividades tales como: exclusión, erradicación, control integrado y desinfección.

2.5. Recomendaciones

Por lo anteriormente detallado se resaltan las siguientes recomendaciones:

Es recomendable la aplicación de productos a base de cobre para controlar la presencia de la enfermedad cancro cítrico (*X. citri*) figura 3.

Implementar nuevas medidas de prevención y control para evitar la presencia de la enfermedad cancro cítrico (*X. citri*) figura 4.

Establecer un mejor sistema de manejo agronómico adaptable a la zona y condiciones climáticas con variedades resistentes y comerciales para evitar la presencia de la enfermedad cancro cítrico (*X. citri*).

Aplicar métodos de divulgación para que los productores conozcan sobre la importancia económica, daños, síntomas, diseminación, medidas de prevención y control de la enfermedad cancro cítrico (*X. citri*) en el cultivo de naranja.

BIBLIOGRAFÍA

- Amaral, S. 2019. Programa para la erradicación del cancro cítrico. *Revista Biológica* 23(3): 112-123.
- Bernal, R. 2019. Avances de investigación sobre la epidemiología y control de Cancro cítrico. INIA. 28 p.
- Campelo, G. 2020. Situación actual de los productores de naranja (*Citrus sinensis*) en el Ecuador. Tesis Ing. Agr. Babahoyo. Ecuador. UTB. 35 p.
- Delgado, C. 2019. Plan de emergencia en contra del cancro de los cítricos *Xanthomonas citri*. Tesis Ing. Agr. México. CPM. 61 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2020. Cancro de los cítricos *Xanthomonas citri* subsp *citri*. CIPF. 28 p.
- Gómez, H. 2020. Cancro de los cítricos *Xanthomonas citri*. Ficha Técnica N° 33. SENASICA. 21 p.
- González, F. 2020. Detección del cancro de los cítricos *Xanthomonas citri*. ICA. Colombia. 28 p.
- González, L., Tullo, C. 2019. Guía Técnica del cultivo de cítricos. JICA. Paraguay. 84 p.
- Iturralde, M. 2019. Análisis de riesgo de plagas para la actualización de requisitos fitosanitarios de frutos frescos de naranja (*Citrus sinensis*) y limón (*Citrus limon*) provenientes de Colombia. Tesis Ing. Agr. Cotopaxi. Ecuador. UTC. 112 p.
- INTAGRI. 2020. Cancro de los cítricos *Xanthomonas citri*. Serie Fitosanidad. 3 p.
- Miranda, D., Figueroa, J., Orduz, J. 2020. Manual Técnico de cultivo de naranja (*Citrus sinensis*). AGROSAVIA. 115 p.

- Montalvo, W. 2020. Diagnóstico de la tecnología local de la producción de la naranja (*Citrus sinensis* L.) en Caluma provincia de Bolívar. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UG. 75 p.
- Molina, M., Montesdeoca, C. 2019. Evaluación postcosecha de naranjas (*Citrus sinensis* L.) almacenadas a temperatura ambiente y de refrigeración aplicando agentes de recubrimiento. Tesis Ing. Agr. Calceta. Ecuador. ESPAM. 111 p.
- Mongi, K., Megan, D., Burrow, J. 2020. Identificación en campo de síntomas de cancro de los cítricos y los procedimientos de descontaminación. Revista Fitopatología Vegetal 15(6): 45-58.
- Messina, M., Vera, M., Vázquez, D. 2019. *Xanthomonas axonopodis* pv. citri (Hasse) Vaut. (Cancrosis de los cítricos). Manual Técnico. INIA. 20 p.
- Moya, A. 2019. Biodiversidad fúngica endófito y epífita de *Citrus sinensis*, naranjo dulce, de dos localidades de la Región Litoral del Ecuador. Tesis Ing. Agr. Quito. Ecuador. PUCE. 91 p.
- Neto, E., López, M., Palharin, L. 2020. Revisão literária sobre cancro cítrico (*Xanthomonas axonopodis* pv. citri). Revista Científica de Agronomía 10: 1-7.
- Pérez, L., Robles, J., Pizarro, L., Casimiro, E. 2020. Evaluación de pérdidas poscosecha de naranjas (*Citrus sinensis*) producidas en la selva central del Perú. Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha 21(2): 32-46.
- Paredes, L. 2020. Plan de contingencia de *Xanthomonas citri* pv. aurantifolii y *Xanthomonas citri* pv. citri causantes de Citrus Canker (cancrosis de los cítricos). IICA. Costa Rica. 45 p.
- Plúa, L. 2019. Análisis prospectivo de la naranja (*Citrus sinensis*) y su incidencia económica en el sector cafetalero de Jipijapa. Tesis Ing. Agr. Manabí. Ecuador. UNESUM. 69 p.
- Riley, L., Gómez, F., Fernández, D. 2019. Cancro de los cítricos *Xanthomonas citri*. Ficha Técnica N° 31. SENASICA. 9 p.

- Russi, P., Menoni, M., Peyrou, M. 2020. Caracterización de cepas de *Xanthomonas citri* sbsp. citri, agente causal del cancro cítrico. *Agrociencia* 17(2): 68-79.
- Sáenz, P., Osorio, H. 2019. Enfermedades de los Cítricos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 8(3): 13 -22.
- Segovia, E., Varela, M., Torres, E., Gonzales, B. 2022. Producción y comercialización de naranja (*Citrus sinensis*): caso cantón Caluma, provincia de Bolívar, Ecuador. *Revista Ciencias Agrarias* 15(2): 1-6.
- Santillán, L. 2020. Cancro de los cítricos *Xanthomonas citri*. *Fitopatología FAUBA*. 28 p.
- Santillán, L. 2020. Cancro del Cítrico Bacteria: *Xanthomonas axonopodis* pv. citri. *Revista Protección Vegetal* 6(2): 12-24.
- Stein, B., Ramallo, J., Salas, H., Foguel, L. 2020. Evaluación de diferentes formulaciones cúpricas para el control de la cancrrosis de los cítricos en limoneros en la provincia de Tucumán, R. Argentina. *Revista Industrial y Agrícola* 91(2): 35-45.
- Vallejo, M., Chávez, F., Márquez, F., González, R., Duran, M., Morales, J. 2020. Cancro de los cítricos *Xanthomonas citri* subsp citri. SAGARPA. 26 p.
- Verniere, C., Hartung, J., Pruvost, O., Civerolo. 2019. Characterization of phenotypically distinct strains of *Xanthomonas axonopodis* pv. citri from Southwest Asia. *Revista Pathologic Plantae* 104:477-478.
- Yara. 2020. Principios agronómicos del cultivo de naranja. Ecuador. 15 p.
- Zambrano, R. 2020. Conservación de zumo de naranja (*Citrus sinensis*) utilizando dosis de miel de abeja y canela como conservante natural. Tesis Ing. Agroind. Manabí. Ecuador. ULEAM. 106 p.

ANEXOS



Figura 1. Defoliación extrema en ramas.



Figura 2. Diseminación de la bacteria con la ayuda del agua, Riego por aspersión.

Tratamiento	Dosis (%) pc
Hidróxido de cobre (K 1) + aceite*	0,20
Hidróxido de cobre (K 2) + aceite	0,15
Oxiduro de cobre	0,30
Oxiduro de cobre + mancozeb (Mz) + aceite	0,3 + 0,2
Oxiduro de cobre + ácido peracético	0,3 + 0,1
Oxiduro de cobre + sulfato de cobre pentahidratado + aceite	0,3 + 0,5
Oxiduro de cobre + aceite	0,20
Oxiduro de cobre + aceite	0,30
Oxiduro de cobre + amonio cuaternario (T)	0,3 + 0,1
Oxiduro de cobre + Mz + aceite	0,2 + 0,1
Oxiduro de cobre + amonio cuaternario (S)	0,3 + 0,1
Oxiduro de cobre + Mz + S	0,3 + 0,2 + 0,1
Hidróxido de cobre (DP) + aceite	0,15
Amonio cuaternario (S)	0,10
Hidróxido de cobre (Ch) + aceite	0,20
Oxiduro de cobre	0,20
Hidróxido de cobre (H) + aceite	0,20
Hidróxido de cobre (Ch)	0,20
Hidróxido de cobre (Ch)	0,10
Hidróxido de cobre (Ch) + aceite	0,10
Hidróxido de cobre (K 2) + aceite	0,10

Figura 3. Fuentes de cobre y otros productos utilizados en los ensayos de control químico de canchosis.

Tipo de tratamiento	Método
Mecánico	Sacada de árboles
Quema	Cortina de fuego
	Fuego abierto
Químico	
Compuestos de cobre (anti-microbiales)	
Triclopiro (mata el tallo)	
Hipoclorito de sodio, O-fenil de sodio	
Fenate (tratamiento de fruta)	
Gallex 1027, Hibiclens, Hibistat, Sani Clean (jabones anti-microbiales)	
Amonia cuaternaria (desinfectante)	

Figura 4. Medidas de control para la canchosis.