

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**



**“IMPACTO ECONÓMICO DEL HUANGLONGBING SOBRE LA
CADENA PRODUCTIVA DIRECTA DE CÍTRICOS EN EL PERÚ,
PROSPECTIVA AL AÑO 2045”**

Presentada por:

JUAN CARLOS ROJAS CUBAS

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

Lima - Perú

2023

TESIS_ROJAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 13% | 13% | 2% | 3% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|--|---------------|
| 1 | 1library.co Fuente de Internet | 2% |
| 2 | seminarioprocitrus.org Fuente de Internet | 1% |
| 3 | www.redalyc.org Fuente de Internet | 1% |
| 4 | freshfruit.pe Fuente de Internet | 1% |
| 5 | www.agraria.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | repository.unad.edu.co Fuente de Internet | <1% |
| 7 | www.fao.org Fuente de Internet | <1% |
| 8 | extwprlegs1.fao.org Fuente de Internet | <1% |
| 9 | Submitted to Universidad Nacional Agraria La Molina | <1% |

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

**ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN ECONOMÍA AGRÍCOLA**

**“IMPACTO ECONÓMICO DEL HUANGLONGBING SOBRE LA
CADENA PRODUCTIVA DIRECTA DE CÍTRICOS EN EL PERÚ,
PROSPECTIVA AL AÑO 2045”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAGISTER SCIENTIAE**

Presentada por:

JUAN CARLOS ROJAS CUBAS

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Dr. Pedro Quiroz Quezada
PRESIDENTE

Dr. Waldemar Mercado Curi
ASESOR

Dr. Luis Jiménez Díaz
MIEMBRO

Mg.Sc. Miguel Alcántara Santillán
MIEMBRO

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi esposa Regina y a mis hijos Anthony y Carla. Me brindaron su apoyo, me comprendieron y tuvieron infinita paciencia y cedieron su tiempo para que “Papá estudie”, para permitir así llevar adelante un proyecto del cual, tarde o temprano obtendrá su recompensa. A ellos, mi eterno amor y gratitud.

A mis padres, que los tengo en mis pensamientos, por inspirarme a ser fuerte y perseverar en mis objetivos. Siempre se preocuparon para que sea el mejor, mi anhelo fue hacerlos sentir orgullosos.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor de tesis, al Dr. Waldemar Mercado quien con su vasta experiencia y conocimiento supo dirigirme en esta Tesis a pesar de las dificultades presentadas en el camino.

Al Profesor Ramón Diez por sus consejos muy apreciados, a mis exalumnos y compañeros de investigación Katherine Guadalupe, Rafael Cano y Karla Vega, quienes me brindaron sus aportes para el logro de este gran objetivo.

A mi prestigiosa UNALM-EPG, que me ha exigido tanto, para aprender la teoría del conocimiento científico, que al mismo tiempo me ha servido para obtener mi tan ansiado grado y a la cual espero retribuirle.

Al Vicerrectorado de Investigación, por su apoyo.

Un especial agradecimiento a PROCITRUS, que brinda apoyo en temas de producción y comercialización a los productores de cítricos del Perú.

Agradezco al personal de la EPG por sus orientaciones, paso a paso, para los trámites administrativos.

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. JUSTIFICACIÓN..... | 5 |
| 1.2. OBJETIVOS..... | 12 |
| 1.2.1. Objetivo general..... | 12 |
| 1.2.2. Objetivos específicos..... | 12 |
| II. REVISIÓN DE LITERATURA..... | 14 |
| 2.1. ANTECEDENTES..... | 14 |
| 2.1.1. Antecedentes de la producción de cítricos en el Perú..... | 14 |
| 2.1.2. La enfermedad de los cítricos: El <i>Huanglongbing</i> (HLB) y su impacto económico..... | 24 |
| 2.2. MARCO TEÓRICO..... | 30 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS..... | 40 |
| 3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | 40 |
| 3.1.1. Ámbito de estudio..... | 40 |
| 3.1.2. Objeto de estudio..... | 44 |
| 3.1.3. Hipótesis general..... | 44 |
| 3.1.4. Hipótesis específicas..... | 45 |
| 3.1.5. Método..... | 45 |
| 3.2. MÉTODOS Y MODELOS EMPLEADOS..... | 45 |
| 3.2.1. Variables de análisis..... | 50 |
| 3.2.2. Métodos de análisis..... | 52 |
| 3.2.3. Modelo epidemiológico..... | 54 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 69 |
| 4.1. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS A LA POBLACIÓN OBJETIVO.... | 69 |
| 4.1.1. Caracterización del productor..... | 69 |
| 4.1.2 Estructura Agraria..... | 72 |
| 4.1.3. Análisis clúster..... | 78 |
| 4.2. ESCENARIO TENDENCIAL..... | 81 |
| 4.3. ESCENARIOS CON HLB..... | 84 |
| 4.3.1. Naranjas, mandarinas y limones..... | 84 |

| | |
|---|-----|
| 4.4. ESCENARIOS EPIDEMIOLÓGICOS CON HLB Y SIN PF PARA LOS CÍTRICOS..... | 90 |
| 4.5. ESCENARIO DE ADOPCIÓN TOTAL (CON HLB Y EL 100 POR CIENTO DE LOS PRODUCTORES APLICAN EL PF) | 93 |
| 4.6. ESCENARIOS DE ADOPCIÓN PARCIAL CON HLB Y SOLO UN PORCENTAJE DE PRODUCTORES ADOPTAN EL PF | 95 |
| 4.7. ANÁLISIS BENEFICIO COSTO | 101 |
| 4.7.1. Costo de producción en el tiempo | 101 |
| 4.7.2. Coeficientes de costos y jornales en la cadena productiva directa de naranjas, mandarinas y limones | 109 |
| 4.7.3 Costos de producción incrementales debido a la enfermedad del HLB... | 130 |
| 4.7.4. ABC de la cadena productivo, en escenarios de adopción parcial y total | 136 |
| 4.8. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS | 148 |
| 4.9. DISCUSIÓN | 149 |
| V. CONCLUSIONES | 152 |
| VI. RECOMENDACIONES | 154 |
| VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 156 |
| VIII. ANEXOS | 166 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Unidades agropecuarias (UA) de la región Lima dedicadas al cultivo permanente de mandarinas – Región Lima 2022 | 15 |
| Tabla 2. Unidades agropecuarias (UA) de la región Ica dedicadas al cultivo permanente de mandarina – Región Ica 2022 | 16 |
| Tabla 3. Producción porcentual de mandarinas | 17 |
| Tabla 4. Países importadores de mandarina año 2022..... | 17 |
| Tabla 5. Número de unidades agropecuarias a nivel provincial | 18 |
| Tabla 6. Producción de limón en los principales departamentos (en toneladas y porcentajes) | 21 |
| Tabla 7. Producción porcentual de toronja en principales departamentos | 24 |
| Tabla 8. Número de productores de cítricos (en U. A.) y de superficie cosechada en los principales departamentos productores del país en el año 2022 | 46 |
| Tabla 9. Número de encuestas a nivel distrital para los productores de naranjas en el Departamento de Junín | 48 |
| Tabla 10. Número de encuestas a nivel distrital para los productores de mandarinas en el Departamento. de Lima | 48 |
| Tabla 11. Número de encuestas a nivel distrital para los productores de Limones en el Departamento. de Piura | 49 |
| Tabla 12. Número de encuestas de costos de producción a nivel provincial a productores de cítricos | 50 |
| Tabla 13. Número de árboles en una hectárea por categoría de edades a través del tiempo | 62 |
| Tabla 14. Participación superficie cosechada en una ha por categoría de edad de los árboles a través del tiempo..... | 62 |
| Tabla 15. Producción total, superficie cosechada total y por categoría de edad de los árboles, a través del tiempo | 63 |
| Tabla 16. Rendimiento y producción por categoría de edades a través del tiempo | 63 |
| Tabla 17. Número de árboles en una hectárea por categoría de edades a través del tiempo, con una eliminación del 2% de árboles anualmente | 64 |

| | |
|---|----|
| Tabla 18. Número de árboles en una hectárea por categoría de edades a través del tiempo, con una eliminación del 3 % de árboles anualmente | 65 |
| Tabla 19. Escenarios alternativos del Análisis Beneficio / Costo para adopción del Programa Nacional Fitosanitario y evaluación de resultados. | 67 |
| Tabla 20. Características del productor de cítricos en Perú | 70 |
| Tabla 21. Fuente de ingresos del productor de cítricos en las zonas de estudio | 71 |
| Tabla 22. Distribución porcentual del tipo de productores por provincia y distrito..... | 73 |
| Tabla 23. Porcentaje y número de árboles de naranjas, mandarinas y limones por edades por hectárea por provincia a nivel productor | 74 |
| Tabla 24. Porcentaje del destino de la producción según provincia productora y producto | 75 |
| Tabla 25. Porcentaje de productores de cítricos que poseen algún tipo de certificación | 75 |
| Tabla 26. Adquisición de plántones, podas de árboles, principales enfermedades y plagas en cítricos según porcentaje de productores de cítricos | 77 |
| Tabla 27. Características de clústeres de productores de cítricos según atributos de riesgo ante el ingreso del HLB | 80 |
| Tabla 28. Modelos de predicción lineal estimados para los cítricos al año 2045 y coeficiente de determinación estadística..... | 81 |
| Tabla 29. Estimación de la producción de naranja, mandarina y limón al 2045 (en toneladas) | 82 |
| Tabla 30. Producción tendencial, escenario epidemiológico y pérdida de producción por HLB en toneladas, 2025-2045 | 91 |
| Tabla 31. Producción tendencial sin HLB, producción con HLB, producción con PNF al 100 por ciento estricto y pérdida porcentual de producción con HLB, 2025 – 2045 (en toneladas y porcentajes) | 94 |
| Tabla 32. Producción tendencial de naranjas sin HLB y producción con escenarios de adopción parcial del PNF de los productores, 2025 – 2045..... | 96 |
| Tabla 33. Producción tendencial de mandarinas sin HLB y producción con escenarios de adopción parcial del PNF de los productores, 2025 – 2045..... | 98 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 34. Producción tendencial de limones sin HLB y producción con escenarios de adopción parcial del PNF de los productores, 2025 – 204..... | 99 |
| Tabla 35. Costos de producción, costos de instalación y costos de mantenimiento para el escenario tendencial y epidemiológico por una hectárea (en soles) .. | 101 |
| Tabla 36. Costos totales de producción de la naranja con control medio del HLB para escenarios de adopción parcial y total por una hectárea, 2025-2045 ... | 103 |
| Tabla 37. Costos totales de producción de la naranja con control alto del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2020-2045 (soles)..... | 104 |
| Tabla 38. Costos totales de producción de la mandarina con control medio del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)..... | 105 |
| Tabla 39. Costos totales de producción de la mandarina con control alto del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)..... | 106 |
| Tabla 40. Costos totales de producción del limón con control medio del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)..... | 107 |
| Tabla 41. Costos totales de producción del limón con control alto del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)..... | 108 |
| Tabla 42. Indicadores técnicos de costos para 10 TM de producción de naranjas, generación de valores y jornales directos en la cadena productiva directa (soles actualizados al 2022)..... | 111 |
| Tabla 43. Indicadores técnicos de costos para 10 TM de producción de mandarina, generación de valores y jornales directos en la cadena productiva directa (soles actualizados al 2023) | 113 |
| Tabla 44. Indicadores técnicos de costos para 10 TM de producción de limón, Generación de valores y jornales directos en la cadena productiva directa (soles actualizados al 2023)..... | 114 |
| Tabla 45. Pérdida de producción de naranjas en escenario de adopción parcial y total, con HLB..... | 116 |
| Tabla 46. Pérdida de producción de mandarinas en escenario de adopción parcial y total con HLB | 117 |
| Tabla 47. Pérdida de producción de limones en escenario de adopción parcial y total con HLB..... | 118 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 48. Estimación de ingresos por pérdidas evitadas de producción de naranjas por escenarios de adopción parcial y adopción total con HLB (en soles 2023)..... | 120 |
| Tabla 49. Estimación de ingresos por pérdidas evitadas de producción de mandarinas por escenarios de adopción parcial y adopción total con HLB (en soles 2023)..... | 121 |
| Tabla 50. Estimación de ingresos por pérdidas evitadas de producción de limón por escenarios de adopción parcial y adopción total con HLB (en soles 2023)..... | 122 |
| Tabla 51. Resumen del VAN por pérdidas ocasionadas por el HLB, desde el 2025 al 2045 | 123 |
| Tabla 52. Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de naranjas en la Macrorregión Selva Central del Perú (Departamentos de Junín y Pasco- Oxapampa) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de no adopción del PF..... | 124 |
| Tabla 53. Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de naranjas en la Macrorregión Selva Central del Perú (Departamentos de Junín y Pasco- Oxapampa) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de adopción del PF al 100 por ciento..... | 125 |
| Tabla 54. Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de mandarinas en la Macrorregión Costa Centro del Perú (Departamentos de Lima e Ica) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de no adopción del PF..... | 126 |
| Tabla 55. Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de mandarinas en la Macrorregión Costa Centro del Perú (Departamentos de Lima e Ica) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de adopción del PF al 100 por ciento..... | 127 |
| Tabla 56. Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de limones en la Macrorregión Costa Norte del Perú (Departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de no adopción del PF..... | 128 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 57. Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de limones en la Macrorregión Costa Norte del Perú (Departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de adopción del PF al 100 por ciento..... | 129 |
| Tabla 58. Presupuesto anualizado y por distribución porcentual anual, otorgado al PIP “Erradicación de la Mosca de la Fruta”. | 130 |
| Tabla 59. Cantidad total de hectáreas hospedantes por departamento, porcentaje de participación y estimación de presupuesto otorgado por hectárea hospedante..... | 131 |
| Tabla 60. Superficie agrícola total y superficie agrícola destinada al cultivo de cítricos. | 132 |
| Tabla 61. Superficie agrícola destinada al cultivo de cítricos susceptible a la afectación por ingreso del HLB y presupuesto para cinco años de ejecución (periodo 2026 – 2030)..... | 133 |
| Tabla 62. Distribución porcentual del financiamiento otorgado al PF para combatir el HLB..... | 133 |
| Tabla 63. Propuesta de financiamiento otorgado al PF para HLB a nivel nacional Periodo 2026 - 2045. | 134 |
| Tabla 64. Costos incrementales por Vigilancia y Control del HLB del Gobierno (SENASA) y PROCITRUS (soles) a valor nominal (2026-2045) VAN año 0 (2025)..... | 136 |
| Tabla 65. Análisis Beneficio Costo (ABC) de la cadena productiva de naranjas en la macrorregión Selva Central, en escenario de adopción parcial al 25 % de adopción por parte de los productores y con costos altos de control del HLB..... | 138 |
| Tabla 66. Análisis Beneficio Costo (ABC) de la cadena productiva de naranjas en la Selva Central, en escenario de adopción total al 100 % de parte de los productores y costos altos de control del HLB..... | 139 |
| Tabla 67. Análisis Beneficio Costo (ABC) de la cadena productiva de la mandarina en la macrorregión Costa Central, en escenario de adopción parcial al 25 % de adopción por parte de los productores y con costos altos de control del HLB..... | 140 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 68. Análisis Beneficio Costo (ABC) de la cadena productiva de la mandarina en la Costa Central, en escenario de adopción total al 100 % de parte de los productores y costos altos de control del HLB | 141 |
| Tabla 69. Análisis Beneficio Costo (ABC) de la cadena productiva del limón en la macrorregión Costa Norte, en escenario de adopción parcial al 25 % de adopción por parte de los productores y con costos altos de control del HLB..... | 142 |
| Tabla 70. Análisis Beneficio Costo (ABC) de la cadena productiva del limón en la Costa Norte, en escenario de adopción total al 100 % de parte de los productores y con costos altos de control del HLB..... | 143 |
| Tabla 71. Relación de ABC en los distintos escenarios de adopción del PF en la cadena productiva directa de la naranja | 144 |
| Tabla 72. Relación de ABC en los distintos escenarios de adopción del PF en la cadena productiva directa de la mandarina..... | 144 |
| Tabla 73. Relación de ABC en los distintos escenarios de adopción del PF en la cadena productiva directa del limón..... | 145 |
| Tabla 74. Resumen de las pérdidas de la producción en toneladas, porcentual y valor actual de los cítricos en las tres macrorregiones. | 146 |
| Tabla 75. Resumen de las pérdidas económicas y porcentuales de la naranja, mandarina y limón 2025 a 2025 (soles)..... | 147 |
| Tabla 76. Resumen de las pérdidas de jornales y en el resto de la cadena de la naranja, mandarina y limón | 147 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Factores de diseminación en espacio y tiempo del HLB..... | 2 |
| Figura 2. Macrorregión Selva Central productor de naranjas | 41 |
| Figura 3. Departamentos de Lima e Ica, productores de mandarinas..... | 42 |
| Figura 4. Macrorregión Costa Norte, Piura, Lambayeque y Tumbes, productores de Limón..... | 44 |
| Figura 5. Cadena productiva del limón en Piura – interrelación entre actores..... | 55 |
| Figura 6. Cadena productiva de la mandarina departamento de Lima.. | 57 |
| Figura 7. Cadena productiva de la naranja de Junín. | 58 |
| Figura 8. Flujos de aplicación modelo epidemiológico para la obtención de producción con HLB en los distintos escenarios planteados | 59 |
| Figura 9. Estructura del nivel educativo del productor de cítricos..... | 71 |
| Figura 10. Tenencia de la U. A. por los productores de Cítricos (en porcentaje)..... | 76 |
| Figura 11. Porcentaje de destino de venta de la producción de cítricos..... | 78 |
| Figura 12. Producción tendencial de naranjas de la macrorregión Selva Central, 1980 – 2045..... | 82 |
| Figura 13. Producción tendencial de mandarinas de la macrorregión Costa Centro, 1980 – 2045 | 83 |
| Figura 14. Producción tendencial de limón de la macrorregión Costa Norte, 1980 – 2045..... | 83 |
| Figura 15. Curvas de progreso de severidad del HLB (proporción de árboles donde la copa está infectada por el HLB)..... | 84 |
| Figura 16. Curvas de progreso de severidad del HLB (proporción de copa afectada del árbol) por categoría de edad de los árboles tras la aparición del primer síntoma..... | 85 |
| Figura 17. Curvas de progreso de incidencia del HLB, proporción de árboles con sintomatología por hectárea, cuando la enfermedad se detecta por primera vez..... | 86 |

| | |
|--|-----|
| Figura 18. Curvas de progreso de incidencia del HLB, proporción de árboles con sintomatología por hectárea (la enfermedad se detecta por primera vez)..... | 87 |
| Figura 19. Curvas de severidad total en una hectárea, producción relativa de árboles enfermos y relación con árboles sanos y la severidad del HLB | 88 |
| Figura 20. Curvas de severidad total, del limón, en una hectárea (producción relativa de árboles enfermos y su relación con árboles sanos y la severidad total del | 88 |
| Figura 21. Rendimientos de producción con HLB, proporción de árboles con síntomas por hectárea, cuando aparece el primer síntoma -..... | 89 |
| Figura 22. Rendimientos de producción del limón con HLB, en función de la edad de las plantaciones tras la aparición del primer síntoma..... | 90 |
| Figura 23. Producción tendencial y escenario epidemiológico en toneladas, 2025-2045..... | 92 |
| Figura 24. Pérdida de producción por HLB de naranjas, mandarinas y limones, en porcentajes | 92 |
| Figura 25. Producción tendencial de las naranjas, producción con HLB y adopción del PF y producción con HLB y sin PF..... | 95 |
| Figura 26. Producción tendencial de naranjas, escenario epidemiológico, escenario de adopción total y escenarios de adopción parcial en toneladas, 2026 – 2045 | 97 |
| Figura 27 Producción tendencial de mandarinas, escenario epidemiológico, escenario de adopción total y escenarios de adopción parcial en toneladas, 1980 – 2045 | 97 |
| Figura 28. Producción tendencial de limones y escenarios con HLB y sin PF y Escenarios de adopción parcial con PF, 1980 – 2045..... | 100 |
| Figura 29. Flujos de naranja en Junín y Pasco-Oxapampa en la cadena productiva Directa..... | 109 |
| Figura 30. Flujos de mandarina en Lima e Ica en la cadena productiva directa | 110 |
| Figura 31. Flujos de limón en Piura en la cadena productiva directa..... | 110 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|-----|
| Anexos 1. Resolución No 1850 | 166 |
| Anexos 2. Análisis Beneficio Costo y ratios B/C de naranjas del 2025 al 2045 (en millones de soles) | 167 |
| Anexos 3. Análisis Beneficio Costo y ratios B/C de mandarinas del 2025 al 2045 (en millones de soles)..... | 168 |
| Anexos 4. Análisis Beneficio Costo y ratios B/C del limón del 2025 al 2045 (en millones de soles)..... | 169 |

RESUMEN

La agroexportación de cítricos (limón, mandarina, naranja) es importante para las regiones de Piura, Lambayeque, Tumbes, productoras de limón; Lima e Ica productoras de mandarina, Junín y Pasco para la naranja. Por ello, el objetivo es determinar las pérdidas que ocasionaría esta epidemia en el Perú y cuantificar el beneficio-costo de implementar un programa fitosanitario de prevención, monitoreo y control de la enfermedad (PF), en el horizonte 2026-2045, dando soporte técnico a los gestores de política. La metodología implicó simular la propagación del HLB en tres escenarios prospectivos: 1) El primero asumió una tendencia de producción sin HLB, 2) el segundo consideró una situación epidemiológica con HLB sin un PNF, 3) el tercero tuvo en cuenta el HLB con distintos grados de adopción. entre los productores afiliados al PF. Se tomó datos con una encuesta a los productores locales. Los hallazgos resaltan factores de riesgo que contribuirían a la propagación del HLB en las regiones indicadas. El HLB puede causar rápidamente que árboles jóvenes sean improductivos, con ello las pérdidas económicas entre 2026 y 2045 podrían ser de S/ 1,149 millones (US\$ 303 millones) en naranja; de S/ 3,084 millones (US\$ 813 millones) en mandarina y de S/ 1,481 millones (US\$ 390,8 millones) en limones, un total de S/ 5,715 millones (US\$ 1,507.9 millones) sin el PF. La cifra podría reducirse a S/ 723 millones (US\$ 190.9 millones) si el 100 por ciento de los productores acogen el PF, evitando pérdidas de producción y generando beneficios sociales. Los escenarios subrayan los impactos negativos que el HLB infligiría a la cadena de producción de cítricos. El PF previene pérdidas de producción, preserva empleos y salvaguarda todas las actividades económicas. Sin un PF oportuno, las pérdidas económicas harían insostenible la agroindustria de cítricos.

Palabras clave: Cítricos; Costo-beneficio; *Diaforina citri*; modelo epidemiológico; Prospectiva.

ABSTRACT

The agro-export of citrus fruits (lemon, mandarin, orange) is important for the lemon-producing regions of Piura, Lambayeque, Tumbes; Lima and Ica producers of mandarins, Junín and Pasco for oranges. Therefore, the objective of determining the losses that this epidemic would cause in Peru and quantifying the benefit-cost of implementing a program for prevention, monitoring and control of the disease (PF), in the 2026-2045 horizon, providing technical support to policy managers. The methodology involved simulating the spread of HLB in three prospective scenarios: 1) The first assumed a production trend without HLB, 2) the second considered an epidemiological situation with HLB without a PF, 3) the third took into account HLB with different degrees of adoption. among producers affiliated with the PF. Data was collected with a survey of local producers. The findings highlight risk factors that would contribute to the spread of HLB in the indicated regions. HLB can quickly cause young trees to become unproductive, thus the economic losses between 2026 and 2045 could be S/ 1,149 million (US\$ 303 million) in oranges; of S/ 3,084 million (US\$ 813 million) in mandarins and S/ 1,481 million (US\$390.8 million) in lemons, a total of S/ 5,715 million (US\$ 1,507.9 million) without the PF. The figure could be reduced to S/ 723 million (US\$ 190.9 million) if 100 percent of producers accept the PNF, avoiding production losses and generating social benefits. The scenarios highlight the negative impacts that HLB would inflict on the citrus production chain. The PF prevents production losses, preserves jobs and safeguards all economic activities. Without a timely PF, economic losses would make the citrus agroindustry unsustainable.

Keywords: *Citrus*; Cost-benefit; *Diaphorina citri*; Epidemiological model; Prospective

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, los principales cítricos y macrorregiones productoras son, las naranjas (*Citrus sinensis*) a la Selva Central los departamentos de Junín y Pasco, mandarinas (*Citrus reticulata*) a la Costa Central los departamentos de Lima e Ica y el limón (*Citrus limon*) en la Costa Norte corresponde a los departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes. También en el país existen otros cultivos en menor proporción como el tangelo (*Citrus reticulata x citrus paradisi*), lima (*Citrus aurantifolia*), toronja (*Citrus paradisi*) y limón dulce (*Citrus limettioides*), que sustentan ingresos de productores agrarios familiares y empresariales, estos podrían verse afectados por el ingreso de enfermedades exóticas para las cuales no hay un tratamiento ni una normativa específica, por ello, en el presente trabajo se aborda la estimación de las posibles pérdidas económicas en la cadena productiva directa de los principales cítricos (naranjas, mandarinas y limón), y el costo de las acciones para el manejo y control, de parte del sector público y privado, en caso llegara a ingresar la enfermedad del Huanglongbing (HLB) conocida como Dragón Amarillo o Enfermedad de los retoños amarillos, que de Chaves *et al.* (2023) señalan que es causada por la bacteria *Candidatus liberibacter spp* y transmitida por *psílicos*. Asimismo, Urbaneja *et al.* (2023) señalan que la HLB obliga al uso de pesticidas y perturba el manejo del control biológico de plagas lo cual podría tener repercusiones en el comercio internacional de estos productos.

En ese contexto, si la HLB ingresara al Perú, generaría pérdidas de producción debido a la disminución del rendimiento de los árboles cítricos, unido a mayores costos de producción para el tratamiento del HLB, las pérdidas de jornales en toda la cadena productiva directa, menores actividades económicas y negocios, entre otros, que son plausibles de ser estimados como pérdidas económicas ante una posible propagación del insecto vector (*Diaphorina citri*) y de la propia enfermedad del HLB. Asimismo, debido al desconocimiento de la enfermedad, el poco nivel organizativo de los productores de cítricos, y el bajo nivel de implementación de actividades fitosanitarias en campo, el HLB causaría pérdidas económicas importantes, más aún porque no existe un programa fitosanitario (PF) de prevención, control y monitoreo de la enfermedad, así las pérdidas estimadas en la cadena

productiva serían cuantiosas, y más aún si se considera la interacción entre producción de cítricos y actividades económicas directas e indirectas relacionadas.

Esta enfermedad, se trasmite a través de insectos vectores infectados, como el psílido asiático (*Diaphorina citri*) que se hospeda en plantas de cítricos y otras ornamentales como la *murraya paniculata*, o son transportadas por el hombre vía esquejes, plántones o en los propios frutos (Figura 1). El vector, la *Diaphorina citri* se encuentra en los países de América del Sur (excepto Chile y Perú), y la enfermedad del HLB ha sido declarado en Brasil, Argentina, Paraguay, Venezuela y Colombia; además se está expandiendo en las Américas, pues se encuentra en países como México, EE. UU., Belice, Costa Rica, Cuba, Guatemala, Honduras, Jamaica, Nicaragua y República Dominicana (FAO 2011). Así, el HLB se convierte en una amenaza para la producción de cítricos, y si no se atiende, podría dañar la producción de los productores agrarios familiares y/o productores agrarios empresariales, así como a la industria cítrica y en toda la cadena de valor.

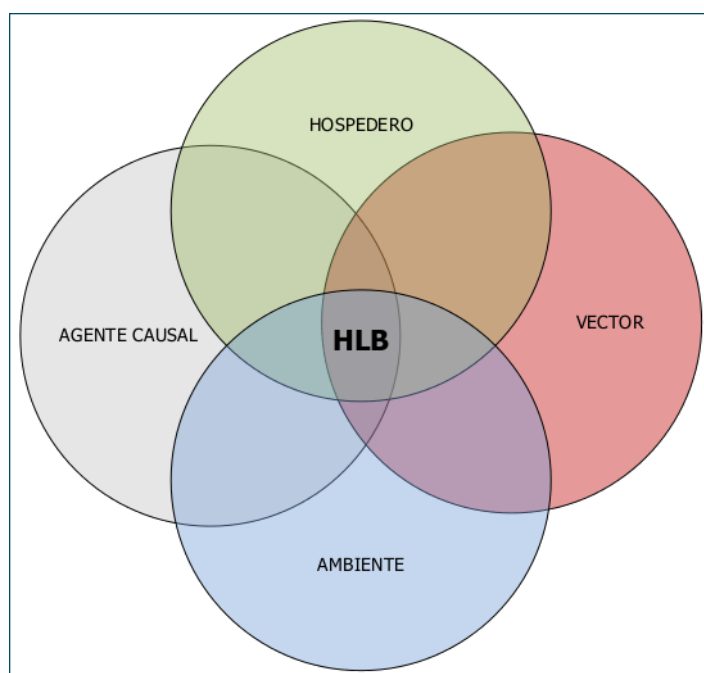


Figura 1: Factores de diseminación en espacio y tiempo del HLB

Fuente: FAO (2023).

La Food and Agriculture Organization (FAO), ha desarrollado el proyecto TCP/RLA/3401, "Asistencia técnica para la gestión regional del Huanglongbing (HLB) en Latinoamérica y

el Caribe", que comenzó en noviembre del 2011, es de carácter regional y se desarrolla en estrecha coordinación con organismos de integración y los gobiernos nacionales de los países de Latinoamérica y el Caribe, los Ministerios de Agricultura y los Servicios de Sanidad Vegetal, con presupuesto estimado del proyecto en USD 474,000 con la finalidad de lograr "información actualizada de la condición y manejo de la enfermedad en la región para desarrollar una estrategia nacional".

La mayoría de los países de América Latina y el Caribe poseen cítricos. Los mayores productores según superficie sembrada total de cítricos son Brasil (primero) y México (5to lugar) (FAO 2011).

Los cítricos dulces, principalmente naranja, son los principales cítricos sembrados (> 80 por ciento) de la región, predominantemente para consumo en fresco en los mercados nacionales. Los países que muestran un desarrollo empresarial son los principales productores del continente como Brasil y México, además de Costa Rica, Colombia, Chile, Perú, Belice, Argentina, Paraguay y Uruguay (FAO 2011).

De acuerdo con FAOSTAT (2010), más de 107 millones de toneladas de cítricos se producen al año, destacando a nivel mundial Brasil, Estados Unidos, China, México y España, que cubren una superficie citrícola de más de 3.5 millones de hectáreas. Las principales especies cultivadas son naranjo dulce, mandarina, limón mexicano y pomelo.

El presente estudio determina las pérdidas económicas que ocasionaría el probable ingreso del HLB al Perú, sobre la cadena productiva directa de naranjas, mandarina y limón en las regiones de la Selva Central para las naranjas, Costa Central para las mandarinas y Costa Norte para los limones, con un horizonte prospectivo al año 2045, realizando un cotejo entre distintos escenarios futuros, plausibles y posibles de ocurrencia para cada uno de los productos en las principales regiones productoras, para ello se elabora con los datos históricos la tendencia de producción, considerando la no presencia de la enfermedad a través de modelos econométricos para cada producto (escenario Business as Usual, BAU), con la finalidad de estimar la producción futura y las pérdidas posibles de ocurrir la enfermedad del HLB hasta el año 2045.

Los escenarios de producción de naranjas, mandarina y limón con HLB son diferenciados, a fin de estructurar las simulaciones se conjeturan que el vector (*Diaphorina citri*) ingresa a diferentes regiones del país el año 2024, y se detecta la enfermedad del HLB el año 2026, proyectando sus implicancias en un horizonte de veinte años, hasta el 2045, tal como sugiere la literatura que trata de esta pandemia mundial.

Respecto al comportamiento de los productores, se estima que un porcentaje de ellos no adoptaría el planteamiento técnico del Programa Fitosanitario (PNF) a pesar que éste exista (principalmente los agricultores desorganizados y pequeños productores cítricos), en tanto, otro grupo de productores sí lo implementaría (principalmente productores organizados y empresas productoras de cítricos cuyo agronegocio depende de la producción). La estimación del escenario que reproduce el impacto de la enfermedad (HLB) sigue el modelo epidemiológico de Bassanezi y Bassanezi (2008) que con datos de campo en el Estado de Sao Paulo (Brasil) permite evidenciar pérdidas productivas. Para evaluar la parte económica, se realiza el análisis de Beneficio-Costo comparando el escenario de producción tendencial de cítricos (sin la existencia de la enfermedad del HLB), es decir considera todas las actividades y acciones que tenemos que hacer para mantener el negocio operando con normalidad (sin HLB), y otros escenarios prospectivos, plausibles y futuros que involucran el ingreso del HLB en Costa Norte (Piura, Lambayeque y Tumbes) para el caso del limón, Costa Central (Lima e Ica) para las mandarinas, y Selva Central (Junín y Pasco) para las naranjas, y de esta forma se calcula las pérdidas económicas evitadas en la cadena productiva directa debido a la existencia de un PNF que pudiera implementarse para monitorear la enfermedad, sustentando así con simulación, la evidencia empírica para la política pública.

En el primer capítulo de la investigación se considera el problema y los objetivos. En el segundo capítulo se presenta la revisión de literatura con el marco teórico y los antecedentes de distintos estudios internacionales y nacionales que sirven de base para la tesis. El tercer capítulo comprende la metodología, donde se detalla las hipótesis, el diseño muestral, la descripción de las zonas de estudio, la fuente y el tratamiento de información, además, los métodos que validan las hipótesis del estudio.

En el cuarto capítulo se presenta los resultados obtenidos y la discusión correspondiente. En el quinto capítulo se refiere a las conclusiones. En el capítulo seis las recomendaciones. El

capítulo siete contiene la bibliografía que complementa la validez del estudio y por último los Anexos se encuentran en el capítulo ocho.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Siendo el HLB un problema creciente en las Américas, es importante y necesario estar al tanto de los posibles impactos productivos y económicos que generaría el posible ingreso del HLB en los próximos años a Perú, debido a la posible pérdida productiva y económica que ocasionaría en la cadena productiva directa de los cítricos, y que tendría como vector la diseminación de la enfermedad, en caso no se tenga un programa fitosanitario, sea este público o privado, específico de prevención, monitoreo y manejo de esa enfermedad.

Por ello el estudio plantea de acuerdo a un modelo productivo-epidemiológico en las principales macrorregiones productoras de cítricos del Perú, como la Costa Norte (Piura, Lambayeque y Tumbes), Costa Central (Lima e Ica) y Selva Central (Junín, Pasco-Oxapampa), construir escenarios prospectivos para simular las posibles pérdidas de producción y empleo en la cadena productiva directa del producto (casos de naranjas, mandarinas y limón), así como simular el efecto positivo que puede tener la política pública que realice la prevención, monitoreo y control de la enfermedad mediante un Programa Fitosanitario para beneficiar a los sectores productores, los agentes comercializadores de cítricos en el mercado interno y al mercado internacional, también al considerar el rol del Servicio Nacional de Sanidad Agraria (SENASA) en la prevención y monitoreo de la enfermedad, así como la participación del gremio de PROCITRUS en la cooperación, y la actuación de los productores respecto al cumplimiento de protocolos establecidos en el PF para la prevención, control y monitoreo de la enfermedad.

Este tipo de estudio nacional que permita evaluar *a-priori* el impacto de la política pública para la prevención y manejo del HLB no existe en el Perú, por ello el estudio contribuiría como evidencia para el soporte en la toma de decisiones de la implementación de la política pública agraria en beneficio de la cadena productiva de cítricos.

El *Huanglongbing* (HLB) es una enfermedad destructiva que afecta a los cítricos, representa una gran amenaza a la industria de cítricos en el mundo, y lentamente va invadiendo nuevas áreas cítricas. HLB, cuyo nombre significa en chino "enfermedad del dragón amarillo", se

registró por primera vez en el sur de China en 1919, y se ha expandido en más de 40 países de Asia, África, Oceanía y en el Norte y Sur de países de América (García 2009). Esta enfermedad es conocida como *Blotchy Mottle*, *Branch Disease*, *Citrus Greening*, *Dieback*, Enverdecimiento de los Cítricos, *Leaf Mottle*, *Likubin*, *Vein Phloem Degeneration*, *Yellow Branch*, *Yellow Dragon Disease* y *Yellow Shoot Disease*, aunque el nombre oficial es *Huanglongbing* (SENASICA-DGSV 2008).

El HLB es considerada una de las peores enfermedades que afectan a los cítricos en el mundo debido a la gravedad de los síntomas, y a la rapidez con la que se propaga la enfermedad, y, además, porque todas las variedades comerciales son susceptibles a ella. En etapas avanzadas de la enfermedad puede observarse defoliación de ramas y hojas, intensa caída de frutos, reducción del tamaño, alteración del color y forma; comprometiendo el rendimiento y la vida útil de las plantas. En los países donde la enfermedad es endémica, las plantas de cítricos infectadas disminuyen su producción entre 5 y 8 años (después de la plantación) y sus frutos dejan de ser aptos para el consumo de los humanos (García 2009). Las plantas jóvenes afectadas no entran nunca en producción y las plantas adultas dejarán de producir pocos años después de que se manifiesta la enfermedad (Pérez 2009).

El *Huanglongbing* (HLB) ocasiona el bloqueo del floema o el sistema vascular del árbol, lo que limita la capacidad de captar nutrientes, por ello los frutos de tamaño apto para cosecha se caen antes de ello o son muy pequeños y con jugo amargo, con lo cual pierde su valor comercial; cabe resaltar que, esta enfermedad es devastadora ya que no posee cura (Spreen & Baldwin 2013).

La pandemia mundial de la enfermedad del *Huanglongbing* y su arribo a los países sudamericanos como Argentina, Paraguay, Brasil, Ecuador, Colombia y Venezuela, hace probable el ingreso de esta enfermedad al Perú, lo que generaría pérdidas económicas significativas en la cadena productiva directa de los cítricos, dado que los productores nacionales no están preparados para ese evento, ello se agudizaría debido a la inexistencia de un programa fitosanitario de prevención y monitoreo de la enfermedad.

El HLB se propaga a través de la *Diaphorina Citri*, este insecto vector se desplaza entre plantas infectadas con la enfermedad, sobre frutas no procesadas y además es capaz de sobrevivir a largas distancias (Halbert *et al.* 2010).

Las pérdidas que origina la enfermedad debido a la disminución de la producción son cuantiosas, el monto de las pérdidas económicas evitadas se estimó en R \$ 21.2 mil millones de reales en el Brasil en un periodo de 20 años, de lo cual el sector cítrico representa alrededor de USD 6.5 mil millones en el PIB (Producto Interno Bruto) (Miranda Galvão *et al.* 2012), y en los Estados Unidos el impacto en la producción fue de USD -3.64 mil millones de dólares en un periodo de cinco años. La industria de cítricos de Florida representa una parte importante de su agricultura con contribuciones de valor agregado de USD 4.62 mil millones al PIB (Hodges y Spreen 2012).

La presencia del HLB ha sido reconocida en gran parte de la región, en países como Brasil (2004), Estados Unidos (2005), Cuba (2007), Republica Dominicana y México (2009), Honduras (2008), Belice (2009), Guatemala (2010), Nicaragua (2010), Costa Rica (2011) y Jamaica (2011), Argentina (2012), Paraguay (2013) y Colombia (2015), (IICA 2012; IICA 2018).

En el Perú, en el 2018 y 2019 se detectó el insecto *Diaphorina Citri* en el distrito de La Cruz en Tumbes cerca de la frontera con el Ecuador, país que posee el insecto vector (SENASA 2018), también apareció en Piura, debido a la circulación formal e informal de las plantas hospederas (principalmente la *Murraya Paniculata*, planta que se utilizada en arreglos florales), que fue controlada por el SENASA. En el 2019, para evitar el ingreso de la enfermedad, SENASA, hizo tres intervenciones más. En el 2020 como prevención para impedir el ingreso del HLB a Perú, SENASA y Agrocalidad de Ecuador, desarrollaron acciones de vigilancia en la frontera norte (SENASA 2020).

Según Van Oordt (2002) las principales zonas de producción de cítricos en el Perú son la Costa Norte (departamentos de Piura y Lambayeque) esencialmente de limón sutil, la Costa Central (departamentos de Lima e Ica) con una diversidad de frutas de mesa predominando la mandarina, y la Ceja de Selva Central (departamentos de Junín, Pasco y Huánuco) con naranjo Valencia, Tangelo y frutas para jugo principalmente.

El Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima (IDEXCAM) informó que las exportaciones peruanas de cítricos registraron un aumento en valor del 37 por ciento en el 2020, en relación al año 2019, lo que implicó despachos de 244,783 toneladas valorizadas en USD 262 millones.

La superficie cosechada y producción de mandarinas ascendió sosteniblemente en área de 5,800 a 7,800 ha de 1996 al 2001, pero por otro lado bajó en producción de 118,000 t a 90,000 t de 1996 a 1998 (producto del Fenómeno del Niño), para luego aumentar fuertemente a más de 120,000 t en el 2001. Los rendimientos promedio se mantienen alrededor de 19,000 k/ha. La principal zona de producción es Lima con 57,000 t en el 2001, Junín con 39,400 t e Ica 7,000 t en 1999 (OIAMINAG 2001).

La producción de mandarinas, al igual que la de naranjas en el Perú, ha crecido de manera constante desde el 2010. En cuanto a las mandarinas, han registrado un incremento interanual del 9 por ciento, mientras que las naranjas del 3 por ciento (IDEXCAM).

Según el Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA) del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), en el 2022 la producción de mandarinas en el Perú llegó a 638,844 toneladas, siendo Lima el principal departamento productor con 48.35 por ciento del total, seguido de Ica (34.12 por ciento) y Junín (9.45 por ciento).

Según las estadísticas del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), la naranja es el cítrico de mayor producción en el Perú con una tasa de crecimiento promedio anual de 3.21 por ciento en el periodo 2011-2020. El Valor de la Producción (VBP) de la naranja representó el 1.74 por ciento del subsector agrícola en julio del 2021 (MIDAGRI 2021).

El 99 por ciento de la producción es destinada al mercado nacional (CENAGRO 2012) y conforme a estimaciones elaboradas de acuerdo a la Encuesta Nacional de Hogares del 2019, el consumo anual de naranja por persona es de 6.83 kg (Agencia Agraria de Noticias 2021). El Departamento de Junín posee los distritos con mayor participación de producción de naranja, en conjunto producen más del 50 por ciento de las naranjas del país.

En el 2020, la producción de naranjas, sumó 558 mil toneladas, siendo Junín el principal productor con 53.51 por ciento del total, seguido de San Martín (14.87 por ciento), Ica (5.75 por ciento), Puno (4.90 por ciento) y Cusco (3.70 por ciento) (Direcciones Regionales de Agricultura SIEA 2020).

Las exportaciones peruanas de mandarina registraron un salto en el 2018 y alcanzaron su pico en el 2020, con un crecimiento anual de 19 por ciento. En 2021, sin embargo, la exportación de la fruta se estancó. En el 2022 las exportaciones de mandarina crecieron 4.9 por ciento llegando a US\$251 millones (Portal de Mincetur en Plataforma digital única del Estado Peruano).

Las exportaciones de cítricos se están viendo afectadas por múltiples factores. En primer lugar, hubo una disminución drástica de los envíos hacia Rusia, el tercer destino más importante en las campañas previas (16 por ciento de participación), debido al conflicto bélico entre este país y Ucrania. Por otra parte, la producción de mandarina se está viendo afectada por el cambio climático, el incremento de los costos logísticos y la escasez de fertilizantes (<https://freshfruit.pe> 2022).

Durante el año 2021, la mandarina es el octavo producto más importante de la canasta agroexportadora con US\$ 247 millones exportados. En cuanto a la presentación de mandarina más enviada por el Perú, fue la fresca, con un 89 por ciento de participación del total de envíos, seguido por la procesada, con 11 por ciento. Las exportaciones de mandarina llegaron a los Estados Unidos, con 44 por ciento de participación. Detrás estuvieron Reino Unido con 14 por ciento y Países Bajos, con 10 por ciento de participación. La mandarina generó despachos por 213,785 toneladas por US\$ 247 millones. Al comparar con las cifras del año anterior, estas mostraron un crecimiento del 1.8 por ciento en volumen, pero una caída de 4.6 por ciento en valor. En cuanto a la presentación de mandarina más enviada por el Perú, fue la fresca, con un 89 por ciento de participación del total de envíos, seguido por la procesada, con 11 por ciento (<https://freshfruit.pe> 2022).

El limón, es una fruta que se exporta todo el año. Entre enero y mayo del 2022, los envíos aumentaron 46 por ciento en volumen y 52 por ciento en valor ante mayor demanda en Estados Unidos por problemas de producción en México (<https://freshfruit.pe> 2022).

Su despegue inició en el 2017, cuando los envíos alcanzaron las 6,520 toneladas por US\$ 6.6 millones, lo que significó un crecimiento de 146 por ciento en volumen y 141 por ciento en valor en comparación al 2015. A partir de esa fecha, las exportaciones del cítrico no dejaron de crecer, impulsados principalmente por el ingreso de la variedad Tahití, cuya

producción en adelante tuvo un incremento de 10 por ciento en promedio por año (<https://freshfruit.pe> 2022).

Con la pandemia, los envíos de la fruta volvieron a dar un gran salto en el 2020. Se volvió una moda en el mundo consumir cítricos y productos que mejoraran el sistema inmunológico, con la creencia de que ayudarían a combatir la COVID-19. Con una demanda tan grande que la oferta tradicional no pudo atenderla y se relajaron las exigencias de calidad. Gracias a esto, la mandarina, el limón y la naranja —principales cítricos peruanos de exportación— crecieron muy por encima de lo estimado. En el caso específico del limón, en 2020 este producto alcanzó las 25,069 toneladas por US\$ 19.1 millones, 66 por ciento más en volumen y 45 por ciento más en valor con respecto al año anterior (<https://freshfruit.pe>, 2022).

La escasa evidencia de que los cítricos ayudaran con la prevención de los contagios y el regreso paulatino a la normalidad frenaron la demanda y retornaron las altas exigencias sobre la calidad de los productos, en especial las mandarinas y naranjas. En el caso del limón, por tratarse de un producto de nicho usado como insumo, las exportaciones peruanas en el 2021 sumaron 24,956 toneladas por US\$ 25.1 millones, 0.5 por ciento menos en volumen, pero con 31 por ciento más en valor. En este periodo, el incremento en los precios del cítrico fue impulsado por la reactivación del sector alimentario, donde se le emplea como insumo. Gracias al mayor valor alcanzado, en el 2021, el limón se consolidó en el segundo lugar entre los cítricos exportados por el Perú desplazando a la naranja (<https://freshfruit.pe> 2022).

Después de varios años con una dinámica particular, en el 2021 se esperaba un incremento de 10 por ciento para las exportaciones de limón, las cuales seguirían siendo impulsadas por la reactivación de los sectores industriales en otros países. Sin embargo, la previsión quedó corta. En los primeros cinco meses del año, los envíos del cítrico peruano ya alcanzaron las 16,007 toneladas por US\$ 17.5 millones, lo que significa un incremento de 39 por ciento en volumen y 59 por ciento en valor con respecto a similar periodo el año anterior (<https://freshfruit.pe> 2022).

La buena acogida del limón en los mercados internacionales ha permitido incrementar la oferta sin afectar los precios. En los primeros meses del 2021, la fruta se cotizó en US\$ 1.10

por kilogramo, 15 por ciento más que el año anterior y uno de los precios más altos de los últimos cinco años (<https://freshfruit.pe> 2022).

Los mayores envíos de limón peruano estuvieron impulsados por los Estados Unidos, el Reino Unido y los Países Bajos, mercados que tuvieron una participación conjunta de 58 por ciento. El principal destino al que se enviaba el cítrico hasta el 2021 era Chile; no tuvo un buen inicio, pero se le debe prestar atención porque aún mantiene una participación importante: fue el segundo en relevancia con 29 por ciento (<https://freshfruit.pe> 2022).

En los primeros meses del año 2022, los Estados Unidos se posicionaron como el principal destino del limón peruano, con 34 por ciento de participación (24 puntos porcentuales más), desplazando a Chile al segundo puesto. En este mercado, los envíos peruanos del cítrico sumaron 5,372 toneladas por US\$ 6.8 millones, 388 por ciento más en volumen y 380 por ciento más en valor con respecto a similar periodo en el 2021. A pesar de que la oferta peruana tuvo un incremento extraordinario, el precio que se pagó por la fruta en este destino fue de US\$ 1.26 por kilogramo, similar al del año anterior (US\$ 1.28 por kilogramo) (<https://freshfruit.pe> 2022).

Los mayores envíos de limón peruano hacia Estados Unidos se están dando en un contexto particular. En este mercado, los principales proveedores de la fruta fueron México, con 88 por ciento de participación (6 puntos porcentuales menos); Colombia, con 8 por ciento (4 puntos porcentuales más); y el Perú, con 2 por ciento (1.8 puntos porcentuales más). México viene atravesando problemas climáticos desde noviembre del 2021. Las heladas y lluvias en este país causaron grandes pérdidas en las cosechas que están afectando sus exportaciones, ocasionando una contracción de 14 por ciento en sus exportaciones. Frente a este inconveniente, Estados Unidos ha optado por incrementar sus adquisiciones de limón proveniente de Colombia y el Perú (<https://freshfruit.pe> 2022).

Las exportaciones de limón Tahití, en el 2022, por parte de Perú alcanzaron los US\$ 30,510 104; cuando en el 2021 fueron US\$ 24,630,428, mientras que en el 2020 ascendió a US\$ 15 millones (SUNAT). Los limones Tahití de Perú se dirigieron principalmente a Chile (7,981.2 toneladas), a los Estados Unidos (6,123.7 toneladas), Países Bajos (5,616 toneladas), Reino Unido (3,483.7 toneladas), Panamá (1,666.7 toneladas), y otros. En el 2021 destacaron Chile con 12,026 toneladas, Reino Unido 3,400 toneladas, Países Bajos 2,700 toneladas, Estados

Unidos (2,200 toneladas), Panamá 2,018.9 toneladas, entre otros. Las principales empresas exportadoras de limón Tahití en lo que va del 2022 son: Procesadora Laran con 3,400 toneladas; Trapani Cultivares Perú con 2,763.2 toneladas; Limones Peruanos con 2,500 toneladas; Limones Piuranos con 1,700 toneladas; Grupo Gerónimo Trading con 751.2 toneladas; otros con 14,855.4 toneladas (Agraria.pe 2023).

En ese contexto, el posible ingreso de la enfermedad del HLB al Perú, nos haría perder la producción de cítricos, entre los más importantes naranjas, mandarinas, limón, tangelo, lima, toronja y limón dulce, así como las divisas por concepto de exportaciones de cítricos frescos y procesados, lo que generaría desabastecimiento en el mercado interno. El HLB generaría pérdidas en tres niveles: la actividad citrícola primaria, incluyendo la logística de producción y comercio de la agroindustria, además de la economía en su conjunto. Los resultados que se obtendrán serán por pérdidas de volumen y valor de la producción, bajo rendimiento, eliminación de plantas enfermas, mayores costos de producción, empleo (en campo, agroindustria y empresas directa o indirectamente relacionadas) y pérdidas económicas. Además, la posible propagación de la enfermedad, los productores de cítricos no estarían preparados, más aún si no existe en el país un Programa Fitosanitario de prevención, control y monitoreo que pueda enfrentar el posible ingreso del HLB.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

Determinar las pérdidas económicas que ocasionaría la epidemia del *Huanglongbing* (HLB) en el Perú sobre la cadena directa de los cítricos de los principales departamentos productores (Piura, Lambayeque y Tumbes para el limón; Lima e Ica para la mandarina y Junín y Pasco-Oxapampa para la naranja), con la finalidad de cuantificar el beneficio-costado de implementar un programa fitosanitario de prevención, monitoreo y control de la enfermedad, en el horizonte prospectivo 2026-2045, brindando soporte técnico a la política pública.

1.2.2. Objetivos específicos

- a. Identificar los principales factores de riesgo de introducción de la enfermedad del HLB en las principales zonas productoras de cítricos (naranja, mandarina y limón) en el Perú, y a los actores de la cadena productiva directa de cítricos en las zonas de estudio.

- b. Estimar la producción de cítricos en tres escenarios prospectivos y alternativos hasta el año 2045 (limón en Costa Norte, mandarina en Costa Central, y naranja en Selva Central), considerando un escenario *Business as Usual* (tendencial sin HLB), otro alternativo con ingreso del HLB y sin existencia de un programa fitosanitario (escenario epidemiológico), y el tercero con el ingreso del HLB y diferentes grados de adopción de los productores del programa fitosanitario de prevención, monitoreo y control de la enfermedad.
- c. Determinar el beneficio – costo de implementar un programa fitosanitario de prevención, monitoreo y control del HLB, considerando su impacto en pérdidas económicas evitadas en la producción, jornales y ganancias sobre la cadena productiva directa de cítricos en el Perú con horizonte prospectivo al año 2045.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes de la producción de cítricos en el Perú

El MINAGRI en su boletín informativo emitido por la Dirección General de Competitividad Agraria – DGCA (s.f.) indica que un volumen considerable de la producción nacional de cítricos se destina al comercio exterior. Esto debido, entre otras cosas, a que el Perú es un país en el que se cosecha durante varios meses al año, lo cual favorece a la constante disponibilidad del recurso, a su producción y, por ende, a su venta en el mercado exterior. El Perú representa el uno por ciento de las ventas mundiales de cítricos y al ritmo de crecimiento que experimenta, junto con las condiciones y ventajas comparativas del territorio. El MINAGRI estima que nuestro país puede convertirse en uno de los líderes mundiales de exportación de cítricos gracias a la demanda incremental a nivel mundial y a la calidad sostenida de los productos ofrecidos, lo cual a su vez ha permitido un aumento significativo de los precios referenciales.

Algunas de las características que pueden hacer del mercado de cítricos peruano un ambiente favorecedor hacia la inversión extranjera se encuentran entre las ventajas comparativas que dicho sector posee en términos de producción, como por ejemplo el buen rendimiento que existe en las tierras, las condiciones naturales favorables para el cultivo (clima, latitudes y otras), y la existencia de acuerdos comerciales que facilitan el acceso a nuestro mercado y a la vez al comercio internacional (MINAGRI – DGCA s.f.).

a. Mandarina

El MINAGRI, Oficina de Estudios Económicos y Estadísticos (OEEE) publicó el año 2014 una infografía en la que hace un análisis del comportamiento de la demanda interna de mandarina en el Perú. Se observa que desde el año 2006 al 2013 el consumo nacional de este fruto se elevó notablemente casi llegando a duplicarse de 154 a 261 mil toneladas de consumo anual, mientras que su precio se mantuvo estable (entre 1.59 y 2.90 soles por kilo)

mostrando un aumento del 80 por ciento en dicho periodo de tiempo, lo cual indica un coeficiente de elasticidad precio que tiende a la inelasticidad ($E_p = 0.8433$). Teniendo esto en consideración, la OEEE – MINAGRI postula que las posibles fluctuaciones u oscilaciones presentes en el consumo interno de mandarina no vendrían a causa de variaciones en el precio, sino más bien de variaciones en la calidad del fruto.

Mercado interno y externo de la mandarina

La mandarina es un cítrico producido mayormente en el macrorregión costa central: Lima e Ica, y es valorado en el mundo por su agradable pulpa y penetrante aroma dulce. Los productores del fruto se concentran en las provincias limeñas de Huaral (61.30 por ciento), Cañete (20.20 por ciento) y Huaura (13.70 por ciento) (Tabla 1).

Tabla 1: Unidades agropecuarias (UA) de la región Lima dedicadas al cultivo permanente de mandarinas – Región Lima 2022

| Provincias (%) | Distrito | Porcentaje de participación | Unidades agrícolas | Tamaño | |
|------------------|-----------------------|-----------------------------|--------------------|------------|--------------|
| | | | | Grande | Pequeña |
| Huaral 61.30 | Huaral | 67.60 | 769 | 133 | 636 |
| | Aucallama | 27.10 | 308 | 53 | 255 |
| | Chancay | 5.30 | 60 | 10 | 50 |
| Cañete 20.20 | San Vicente de Cañete | 28.50 | 107 | 19 | 88 |
| | Imperial | 28.80 | 108 | 19 | 89 |
| | San Luis | 16.80 | 63 | 11 | 52 |
| | Quilmana | 14.40 | 54 | 9 | 45 |
| | Nuevo Imperial | 9.30 | 35 | 6 | 29 |
| | Lunahuaná | 0.60 | 2 | 1 | 1 |
| | Santa Cruz de Flores | 0.40 | 1 | 0 | 1 |
| Huaura 13.70 | Chilca | 1.20 | 4 | 0 | 4 |
| | Sayán | 85.30 | 217 | 37 | 180 |
| | Vegueta | 4.10 | 10 | 1 | 9 |
| | Santa María | 4.30 | 11 | 1 | 10 |
| | Huaura | 3.60 | 9 | 1 | 8 |
| Lima 4.40 | Huacho | 2.70 | 7 | 1 | 6 |
| | Lurín | 16.30 | 13 | 2 | 11 |
| | Punta Negra | 40.10 | 33 | 8 | 25 |
| | Punta Hermosa | 39.50 | 32 | 0 | 32 |
| | La Molina | 2.10 | 2 | 0 | 2 |
| Barranca 0.40 | Pachacamac | 2.00 | 2 | 0 | 2 |
| | Supe | 91.60 | 7 | 0 | 7 |
| | Barranca | 1.10 | 0 | 0 | 0 |
| | Pativilca | 3.70 | 1 | 0 | 1 |
| | Paramonga | 3.60 | 1 | 0 | 1 |
| | | | 1,856 | 312 | 1,544 |

Fuente: Elaborado con data del Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA 2022) y del Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO 2012) – Calendario de cosechas de mandarina periodo 2014-2019

En la Tabla 1 se puede observar la cantidad de Unidades Agropecuarias (UA) dedicadas al cultivo permanente de mandarina en la región Lima, así como el tamaño de las mismas, la Unidad Agropecuaria grande, 312, es aquella que dedica diez o más hectáreas a la producción del fruto. Las cifras muestran que en las provincias limeñas de Huaral, Cañete y Huaura existe predominancia de las Unidades Agropecuarias pequeñas, en un total de 1,544, que dedican menos de diez hectáreas a la producción permanente de mandarina.

En la tabla 2, se puede observar que la producción de mandarinas en la provincia iqueña de Chíncha, la producción se concentra en Unidades Agropecuarias grandes y pequeñas, en un total de 43 y 9 respectivamente. La mayor concentración de productores, dedicados al cultivo de mandarinas es Chíncha (80 por ciento) e Ica (11.10 por ciento) (Tabla 2).

Tabla 2: Unidades agropecuarias (UA) de la región Ica dedicadas al cultivo permanente de mandarina – Región Ica 2022

| Provincia y porcentaje | Distrito | Porcentaje de participación | Unidades agrícolas | Tamaño | |
|------------------------|---|-----------------------------|--------------------|-----------|-----------|
| | | | | Grande | Pequeña |
| Chíncha 80.00 | El Carmen | 41.20 | 22 | 18 | 4 |
| | Alto Laran | 31.60 | 16 | 13 | 3 |
| | Chíncha Baja | 24.10 | 13 | 11 | 2 |
| | Sunampe | 2.80 | 1 | 1 | 0 |
| | Grocio Prado | 0.30 | 0 | 0 | 0 |
| Ica 11.10 | Salas | 63.50 | 5 | 4 | 1 |
| | Pachacútec | 18.70 | 1 | 1 | 0 |
| | Ica | 14.90 | 1 | 1 | 0 |
| | Pueblo Nuevo | 1.80 | 0 | 0 | 0 |
| | San José de los Molinos | 1.00 | 0 | 0 | 0 |
| | Otros (Santiago, Ocucaje, Los Aquijes, Subtanjalla) | 0.10 | 0 | 0 | 0 |
| Nasca 3.30 | Changuillo | 99.30 | 3 | 3 | 0 |
| | Vista Alegre | 0.60 | 0 | 0 | 0 |
| | El Ingenio | 0.10 | 0 | 0 | 0 |
| Pisco 2.20 | Paracas | 74.80 | 1 | 0 | 0 |
| | Humay | 25.20 | 0 | 0 | 0 |
| Palpa 3.40 | Palpa | 99.70 | 2 | 0 | 0 |
| | Santa Cruz | 0.30 | 0 | 0 | 0 |
| | | | 65 | 52 | 10 |

Fuente: Elaborado con data del Sistema Integrado de Estadística Agraria (SIEA 2022) y del Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO 2012) – Calendario de cosechas de mandarina periodo referencial 2014-2019

En nuestro país, el consumo interno de mandarina representa entre el 86 y 88 por ciento de la producción total nacional (Asociación de Productores de Cítricos del Perú, PROCITRUS 2019).

En el 2020, con el ingreso del COVID 19 a territorio peruano, la pandemia mundial paralizó la actividad comercial e infringió gran daño al sector agrícola, este hecho se reflejó en el año 2022, donde se registró US\$ 33 millones en exportaciones FOB de mandarina (ADEX 2023).

La información estadística, que presenta la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), respecto a las exportaciones, para el año 2022, el volumen de envíos de mandarina a mercados internacionales ascendió a 35,014.6 toneladas representando un ingreso de 33,423.3 dólares en valor FOB.

Tabla 3: Producción porcentual de mandarinas

| Departamentos | 2020 (%) | 2022 (%) | Promedio % 2000 a 2022 |
|---|-------------------|-------------------|---------------------------|
| Lima | 47.82 | 49.72 | 53.73 |
| Ica | 34.33 | 34.12 | 23.99 |
| Macrorregión Costa Central (Junín) | 82.15 | 83.84 | 77.72 |
| Porcentaje | 11.00 | 9.45 | 15.57 |
| Porcentaje total | 93.15 | 93.29 | 93.29 |
| Producción Macrorregión Costa Central (t) | 432,352.12 | 535,603.58 | 234,166.66 |
| Porcentaje | (82.15) | (83.84) | (77.72) |
| Producción del porcentaje total (t) | 490,267.43 | 595,967.38 | 281 080.80 |
| Porcentaje | (93.15) | (93.29) | (93.29) |
| Producción anual | 526,296.06 | 638,844.61 | 301,290.27 |

Fuente: Direcciones Regionales Agrarias 2023.

Entre los principales países importadores de este cítrico para el año 2022 se encuentran Estados Unidos (36 por ciento), Reino Unido (19 por ciento), Países Bajos (18 por ciento), Canadá (11 por ciento) y Japón (7.5 por ciento) (ADEX 2022) (Tabla 4).

Tabla 4: Países importadores de mandarina año 2022

| Países | Porcentaje |
|----------------|------------|
| Estados Unidos | 36.0 |
| Reino Unido | 19.0 |
| Países Bajos | 18.0 |
| Canadá | 11.0 |
| Japón | 7.5 |

Fuente: ADEX (2022)

b. Naranjas

Mercado interno y externo de la naranja

El Departamento de Junín es el primer productor de naranjas en el Perú, su territorio comprende dos regiones; Sierra con 20,821 km² que representa el 47 por ciento de la superficie donde se ubican el valle del Mantaro, valle del Canipaco, la cordillera del Huaytapallana, la meseta del Bombón, las lagunas de Paca y Marcapomacocha y el lago Junín o Chinchaycocha; y la zona Ceja de Selva y Selva, con 23,508 km² que representa el 53 por ciento de la superficie en las que se ubican los valles de Chanchamayo, Ene, Perené y Tambo, la altitud oscila entre los 360 msnm y 5000 msnm, siendo el distrito de Río Tambo, en la provincia de Satipo, el de menor altitud (362 msnm) y el distrito de Morococha, en la provincia de Yauli, el de mayor altitud (4525 msnm) (BCRP, s.f.). Posee mayor población urbana que representa el 71 por ciento del total (INEI 2018).

Tabla 5: Número de unidades agropecuarias a nivel provincial

| Departamento | Provincia | Tamaño | Número de Unidades Agropecuarias ¹ |
|--------------|-------------|---------|---|
| Junín | Chanchamayo | Grande | 694 |
| | | Pequeño | 1,140 |
| | Satipo | Grande | 579 |
| | | Pequeño | 953 |
| Total | | | 3,366 |

Fuente: CENAGRO (2012)

La superficie agrícola de Junín es de 2,423,790.33 h (INEI 2012). La producción de naranja en el 2017 fue de 283,224 TM con un rendimiento de 20,498 kilogramos por hectárea, y representó el departamento de mayor producción de naranja con el 57 por ciento del total nacional (MIDAGRI 2017).

Los productores están constituidos por las UA de naranja, y pertenecen a las provincias de Chanchamayo y Satipo del Departamento de Junín (Tabla 5).

¹ Calculado por la proporción provincial a partir de los datos del CENAGRO (2012).

El mercado externo

La participación de naranjas en la producción mundial de frutas disminuyó del 11 por ciento al 8 por ciento entre el periodo 2000 y 2021 (FAO, 2022).

De acuerdo con el informe publicado en julio del 2022, por el Servicio Agrícola Exterior del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), se espera que la producción global de cítricos aumente en todas las categorías (Sinfruit.cl, Agraria.pe 2022).

La producción mundial de naranjas para la campaña 2021/2022 se estima en 49 millones de toneladas, es decir 1,8 millones de toneladas más que el año anterior. El tiempo favorable en Brasil y Turquía dio lugar a mayores cosechas que compensaron con creces la menor producción en Egipto, la Unión Europea y los Estados Unidos (simfruit.cl, Agraria.pe 2022).

Los principales productores de naranja son Brasil (16,9 millones de toneladas), China (7,6 millones de toneladas), la Unión Europea (6,1 millones de toneladas), México (4,3 millones de toneladas) y Estados Unidos (3,5 millones de toneladas) (Sinfruit.cl, Agraria.pe 2022).

Respecto al jugo de naranja, se prevé que la producción de zumo de naranja para la campaña 2021/2022 aumentará un 12 por ciento, hasta 1,6 millones de toneladas. Se espera que la mayor producción de Brasil y México compense con creces los descensos de Estados Unidos y la Unión Europea. Los principales productores de zumo de naranja son Brasil (1,1 millones de toneladas), Estados Unidos (190,000 toneladas), México (170,000 toneladas), la Unión Europea (62,000 toneladas) y Sudáfrica (28,000 toneladas) (Simfruit.cl, Agraria.pe 2022).

En los Estados Unidos se estima una caída del 11 por ciento en la producción de naranjas, que se situará en un nivel históricamente bajo: 3,6 millones de toneladas. El descenso se debe a problemas en el cuajado en el Estado de California y a la continua disminución de la superficie y de los rendimientos en el Estado de Florida como consecuencia de la presencia del “*greening*”. El consumo, las exportaciones y la transformación también disminuyen; las importaciones no varían mucho debido a una demanda floja (USDA 2022).

La producción de la Unión Europea será un 6 por ciento más corta -se situará en 6,1 millones de toneladas– por el mal tiempo y una ligera disminución de la superficie recolectada.

También caen el consumo (de 5,93 millones de toneladas en 2020/21 a 5,79 millones en 2021/22), el volumen destinado a transformación (que pasa de 1 millón de toneladas a 900,000 toneladas) y las exportaciones (que caen de 410,000 toneladas a 400,000). Las importaciones, por el contrario, aumentan (de 858,000 a un millón) (USDA 2022).

c.- Limón

El limón es un cultivo permanente, el cual se siembra y cosecha todo el año, pero entre los meses de enero y junio se acumula el 60 por ciento de la producción nacional; la cosecha se inicia a partir del tercer año y la vida económica del cultivo es de aproximadamente 15 años. La región Piura es la principal productora de limón a nivel nacional, con 16,904 ha cultivadas. La mayor producción proviene del Valle de San Lorenzo, que cuenta con 9,738 ha de limonero, seguido de Sullana con 4,108 ha y Chulucanas con 1,445 ha (SENASA 2018).

En la región Piura, los limones que se producen son de las variedades sutil y Tahití, frescos; se exporta principalmente a Chile, que representa el 86.55 por ciento de las exportaciones de acuerdo a la campaña 2017, convirtiendo al país sureño en el primer comprador de este fruto, seguido por Panamá, este producto también llega a Bélgica, Canadá, EE.UU., Francia, Holanda (Países Bajos) y Alemania (SENASA 2018).

Los productores de la zona se han agrupado, formando "La Asociación de Productores de Limón", que rige la actividad productora de este cultivo pues genera un importante ingreso económico para la zona (MIDAGRI 2020). Se sabe que la estacionalidad de estas zonas provocó la entrada de limón Sutil en el mercado interno, posicionando al Valle de San Lorenzo (Tambo grande) con el mejor rendimiento en cuanto a calidad y cantidad, seguido por Sullana y Chulucanas; abasteciendo de esta manera a todo el mercado nacional en todo el país (SENASA 2021).

Piura cuenta con una superficie agrícola de 386,777 hectáreas (CENAGRO 2012) y la producción de limón en el 2022 fue de 248,276.8 t con un rendimiento promedio en la provincia de Piura de 12,207 toneladas por hectárea, y es la principal región productora de limón con el 59.02 por ciento en promedio entre el año 2000 a 2022 del total nacional (SIEA 2022). Esta investigación se centrará en las zonas de mayor producción de limón como Valle

de San Lorenzo, Sullana y Chulucanas, las cuales representan 87.9 por ciento de la producción de limón en la región de Piura (SIEA 2022).

Tabla 6: Producción de limón en los principales departamentos (toneladas y porcentajes)

| Departamentos | 2020 | 2022 | Promedio % 2000 a 2022 |
|---|-------------------|-------------------|---------------------------|
| | Porcentajes | | |
| Piura | 55.50 | 68.45 | 59.02 |
| Lambayeque | 13.02 | 10.88 | 18.65 |
| Tumbes | 15.81 | 7.12 | 6.58 |
| Macrorregión Costa Norte | 84.32 | 86.44 | 84.25 |
| Loreto | 3.68 | 3.13 | 3.77 |
| Ucayali | 4.67 | 4.24 | 3.70 |
| Porcentaje total | 92.67 | 93.81 | 91.72 |
| Producción Macrorregión Costa Norte (t) | 256,655.96 | 313,546.95 | 206,818.93 |
| (porcentual) | (84.32) | (86.44) | (84.25) |
| Producción del porcentaje total (t) | 282,076.36 | 340,274.17 | 225,168.10 |
| (porcentual) | (92.67) | (93.81) | (91.72) |
| Producción anual | 304,373.77 | 362,734.30 | 245,488.10 |

Fuente: Direcciones Regionales Agrarias

La Tabla 6, refleja la importancia y peso que tiene la región de Piura, entre los años 2020 y 2022, Piura siempre ocupó el primer lugar a nivel nacional en la producción de limón, entre 55.50 y 68.45 por ciento respectivamente, seguido de Lambayeque, con 13.02 y 10.88 por ciento y Tumbes entre 15.81 y 7.12 por ciento, estos tres departamentos forman la macrorregión Costa Norte.

Como se ha mencionado en párrafos anteriores, la enfermedad del Huanglongbing (HLB) asociada a la bacteria ‘*Candidatus Liberibacter asiaticus*’ es la amenaza más grave que ha enfrentado el cultivo de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] en Colima, México. En abril de 2010 se detectó y en poco tiempo se extendió por todas las zonas productoras, causando fuertes pérdidas de producción.

De acuerdo con datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP-SAGARPA 2016), durante 2015 se registraron 78,934.6 ha dedicadas al cultivo de limón mexicano, distribuidas principalmente en los estados de Michoacán, Colima, Oaxaca y Guerrero. La producción anual de fruta superó el millón de toneladas, con un valor superior a los 3,829 millones de pesos. Esta agroindustria genera una gran cantidad de empleos para

jornaleros y profesionales en el campo, los empaques, la industria, el transporte y la comercialización. Además, existe un considerable número de viveros productores de plantas, así como de empresas proveedoras de insumos que se benefician con este cultivo (Robles-González *et al.* 2014).

Hasta principios de 2004, el continente americano era considerado libre de HLB, pero en marzo de ese año la enfermedad fue detectada en el Estado de São Paulo, Brasil. En los Estados Unidos de América se detectó por primera vez en agosto de 2005, en el Estado de Florida, posteriormente en los Estados de Louisiana durante 2008, Georgia en 2009, Texas y California en 2012. También se ha reportado en Cuba, Belice, Jamaica, y otros países de la cuenca del Caribe, donde está causando fuertes daños a la citricultura (Wang y Trivedi 2013).

En México la enfermedad se detectó por primera vez en julio de 2009, en árboles de limón mexicano de traspatio en Tizimín, Yucatán (Trujillo 2010). Ese mismo año también se encontró en los estados de Quintana Roo, Nayarit y Jalisco en árboles de limón mexicano y limón persa (*C. latifolia Tanaka*). Durante 2010, se hicieron nuevas detecciones que incluyeron a Campeche, Colima, Sinaloa y Michoacán. Actualmente el HLB se ha detectado en 391 municipios de 22 Estados de la república mexicana (SENASICA 2016). Se ha vuelto endémico en las áreas productoras de limón mexicano y limón persa en los Estados de Colima, Michoacán Jalisco y Nayarit, donde ha causado un impacto económico y social muy importante. Tan solo en Colima, de 2010 a 2012 se estimó una caída en la demanda de mano de obra para labores de campo y cosecha por 2 435 empleos de tiempo completo (Avalos y González 2013).

Los síntomas del HLB, en limón mexicano, son muy evidentes y fácil de detectar en campo. Al principio, los árboles muestran uno o dos sectores pequeños de su copa con moteado amarillento, dando un aspecto sectorizado de la enfermedad, tal como lo describe Bové (2006) para otros cítricos. En los siguientes cuatro a cinco meses, el número y tamaño de los sectores sintomáticos en esos árboles, se incrementa significativamente, llegando a cubrir toda la copa con síntomas. La velocidad con que la enfermedad cubre la copa de los árboles está estrechamente relacionada a la cantidad de *psíldos* infectivos generados en la plantación o en plantaciones vecinas (Robles-González *et al.* 2013a).

En Colima, los primeros árboles con síntomas y diagnóstico positivo para HLB, se detectaron en abril de 2010 en una plantación comercial de limón mexicano de cuatro años de edad, muy cerca de la costa del Pacífico. La diseminación de la enfermedad fue muy rápida y en solo siete meses ya se habían detectado árboles positivos al HLB en todas las zonas productoras de limón mexicano en el estado de Colima (CESAVECOL 2011). En un muestreo sistemático realizado en julio de 2013, se determinó que el HLB, se encontraba afectando 100 por ciento de los árboles de todas las zonas productoras; para esta fecha, los árboles manifestaban síntomas en promedio de 50 por ciento de sus copas y presentaban ya fuerte afectación en su rendimiento de fruta (Robles-González *et al.* 2013b).

Magomere et al. (2009) tienen como objetivo caracterizar las pérdidas de rendimiento provocadas por el HLB en árboles de limón mexicano; al respecto señala que no es sencillo recabar información experimental precisa de las pérdidas de rendimiento que causa la enfermedad HLB, y que en los cítricos de Kenya las ramas infectadas con *Candidatus Liberibacter africanus* produjeron poco o nada de fruta comercial y que en algunos casos se registraron pérdidas en rendimiento de 100 por ciento, siendo que al ser una enfermedad relativamente nueva en México no se tiene información sobre los impactos que tiene sobre la producción de fruta en árboles de limón mexicano.

Vera *et al.* (2016), evaluaron las pérdidas económicas con la medida de dos estrategias contra el HLB en el Estado de Veracruz (México). Se estableció el proyecto de costos de producción para productores estratégicos en el área tropical. Con el apoyo de 26 productores brindaron información para calcular los costos de producción, ingresos netos, ingresos totales y precios de equilibrios por consenso. Se establece un escenario donde HLB está afectando, pero el productor decide sembrar variedades resistentes al HLB, para mantener el negocio, el huerto apenas comienza con el 30 por ciento de las tierras cultivadas. Los costos de producción aumentaron debido a que el productor tuvo que pagar la tala de árboles viejos, plantación de la variedad resistente al HLB y todo el personal encargado de cuidar este sector de la huerta. El productor también tuvo que considerar la pérdida de ingresos que no provienen de la nueva plantación que será productiva en más de un año.

Así, existen diferentes estudios sobre el impacto del HLB, cada cual se adecua al objetivo de investigación y a la información disponible.

d. Toronja o pomelo

En el Perú, la producción de toronja o pomelo, ocupa el sexto lugar en importancia dentro de los cítricos, con un 0.49 por ciento en el promedio nacional. En la Tabla 7, Loreto es el mayor productor de Toronja, en promedio desde el año 2000 al 2022, representa el 48.02 por ciento, seguido de Junín con 11.53 por ciento, con una producción promedio anual de 5,190.22 toneladas.

Tabla 7: Producción porcentual de toronja en principales departamentos

| Departamentos | 2020 (Porcentaje) | 2022 (Porcentaje) | Promedio porcentaje 2000 a 2022 |
|--|------------------------------|------------------------------|--|
| Loreto | 54.69 | 53.88 | 48.02 |
| Junín | 11.27 | 10.03 | 11.53 |
| Puno | 10.69 | 10.40 | 9.70 |
| Ica | 6.78 | 10.95 | 5.51 |
| Tumbes | 3.82 | 3.98 | 4.92 |
| San Martín | 1.13 | 0.56 | 3.81 |
| Lambayeque | 4.83 | 0.15 | 3.70 |
| Lima | 1.66 | 4.55 | 2.74 |
| Porcentaje total | 93.21 | 89.95 | 89.93 |
| Producción del porcentaje total (t) | 6,100.94 | 6,068.86 | 4,525.83 |
| Producción anual (t) | 6,359.04 | 6,589.05 | 5,190.22 |

Fuente: Direcciones Regionales Agrarias

China es el principal productor de toronja o pomelos, con 5.2 millones de toneladas, seguido de México (534,000 t), Sudáfrica (380,000 t), los Estados Unidos (336,000 t) y Turquía (249,000 t) (Simfruit.cl).

2.1.2. La enfermedad de los cítricos: El *Huanglongbing* (HLB) y su impacto económico

Huanglongbing (HLB) es una enfermedad bacteriana de los cítricos que limita su capacidad de absorber nutrientes, provocando disminución en producción y muerte del árbol (Bové 2006; Citrus Research Board 2011). El HLB se propaga por el *psílido* de los cítricos asiáticos, un insecto que se alimenta de hojas y genera la caída de frutas, frutos deformes de pequeño tamaño y jugo amargo, su rendimiento es menor y aumenta el costo de producción (USDA 2011a), al no haber cura, su prevención es importante. Para combatirla, en el enfoque de Bové a cualquier árbol que exhiba síntomas de HLB debería inmediatamente ser

erradicado por todos los productores en forma simultánea, con el consecuente aumento en costos de mantenimiento por la pérdida de árboles y el control de la enfermedad (Spreen y Baldwin 2013).

En las Américas, la enfermedad se reportó primero en Brasil en el Estado de São Paulo en 2004 (Coletta-Filho *et al.* 2004; Miranda *et al.*, 2012; Teixeira *et al.* 2005), aunque el vector ya estaba presente en la primera mitad del siglo XX (Costa Lima 1942), además en los Estados brasileños de Minas Gerais en 2005 (Castro *et al.* 2010) y Paraná en 2006 (Nunes *et al.* 2010). En los Estados Unidos se encontró en Florida en el 2005 (Durborow y López 2013) y California el 2008 (Blake 2008), el 2007 en Cuba (Petri y Nicolás 2015), en Yucatán-México el 2009 (Salcedo *et al.* 2010), República Dominicana y Belice en 2010 y 2011 por el Caribe (Petri y Nicolás 2015), en el Nordeste de Argentina el 2012 (Outi *et al.* 2014, Petri y Nicolás 2015) y en Paraguay en 2013 (COSAVE 2015).

China, Brasil y Estados Unidos, son los productores de cítricos más importantes en el mundo y han sido afectados por HLB generando impactos a nivel económico, social y ambiental. Según reportes de OIRSA (2009), en Guangdong (China) durante el período comprendido entre 1977 y 1981 fueron erradicadas 960,000 plantas de mandarinas y limones por el HLB, disminuyendo la producción de la región de 450,000 a 5,000 TM. Mientras en Florida (EE. UU.), se diseminó en tres años y se estima la pérdida por HLB y Canker en US \$ 9.3 billones (OIRSA 2009), se cambiaron las prácticas culturales, se implementaron restricciones al comercio interno y se asignó fondos de investigación (López y Durborow 2014). Para el 2007- 2008, Rahmani y Hodges (2009) estimaron el impacto económico en la industria de cítricos en US\$ 8.9 mil millones.

En Brasil la primera detección de HLB se produjo en junio de 2004 en el municipio de Araraquara, Estado de Sao Paulo (Coletta-Filho *et al.* 2004, Teixeira *et al.* 2005), siendo la enfermedad considerada el principal problema fitosanitario. Según Bassanezi *et al.* (2010) las epidemias de HLB son rápidas, teniendo consecuencia en reducción de la producción por la caída temprana de frutos en ramas sintomáticas. Miranda *et al.* (2012) estiman los impactos económicos de la diseminación del HLB en el Estado de São Paulo, donde el 2011 reportó 3.78 por ciento de árboles infectados, se utiliza el análisis beneficio-costos (ABC) para evaluar los impactos actuales y proyectados del HLB, con año base 2009 y escenarios futuros a 20 años.

Los beneficios se miden por pérdidas de producción evitadas y por la diferencia de ingresos comparando el escenario A de diseminación libre del HLB, con un segundo escenario B con control de la enfermedad (debido a la existencia del Programa Nacional Fitosanitario). Los costos miden tanto los gastos del gobierno como del Fundecitrus en el apoyo al programa fitosanitario para controlar y erradicar el HLB, así como los desembolsos de los productores debido a mayores gastos para controlar la enfermedad, comparando los costos y beneficios como los plantean Vo y Miller (1995), Miranda y López (2010), Aragón (2003) y Macleod (2007). Los costos de implementar el programa sanitario se estiman en R\$ 99 millones en 2009 (valor real), un tercio provienen de Fundecitrus y las transferencias gubernamentales, y los productores asumen R\$ 66 millones por inspección y eliminación de plantas.

Sulzbach *et al.* (2018) en la simulación para el Estado de Rio Grande do Sul (RS), sexto productor nacional con 5000 pequeños productores², aplicaron un muestreo no probabilístico para encuestar en 163 fincas de cítricos de 35 municipios de RS, para evaluar el riesgo de introducción y propagación, considerando los factores de la epidemiología del HLB, utilizando el *Analytic Hierarchy Process* para priorizar y ponderar la importancia de cada criterio en la composición del riesgo. El riesgo de introducción se reduce por la ausencia del HLB, y los principales factores de riesgo serían su presencia en un país vecino, el movimiento de fruta de regiones con HLB, árboles producidos en viveros no certificados, la proximidad menor a 1 km entre plantaciones, y la ausencia de gestión de la enfermedad, suman 73 por ciento del riesgo total. Los resultados sugieren que los riesgos relacionados en la introducción (89 por ciento de las fincas) y dispersión (54.6 por ciento de las fincas) del HLB. Los factores más importantes de la introducción y diseminación son la presencia de la enfermedad en un país vecino y la falta de conocimiento básico sobre el HLB entre los productores.

Durborow y López (2013) señalan que la detección del *psílido* asiático en California fue en 2008. Blake (2008), indica que California abastece a Estados Unidos con más del 80 por ciento de naranjas frescas y es el mayor exportador de cítricos frescos, el año 2009 el Estado contribuyó con casi 2,900 millones de dólares (USDA 2011a). El estudio presenta dos escenarios a veinte años para analizar cómo el HLB afectaría la producción de naranjas, frente a la propagación del *psílido* asiático y HLB por todo el Es-

² Brasil es el primer productor mundial de naranjas, el año 2015 produjo 18.9 millones de TM en 766 mil ha, concentrando la producción el Estado de Sao Paulo (SP) con 77 por ciento del total.

tado; se explora el impacto económico de HLB por la reducción de los rendimientos, el aumento de costos de gestión del HLB, o la falta de ellos. Además, indican que, en el escenario pesimista en un período de 20 años, si se permite que HLB se extienda en California, la pérdida total en valor actual de producción se estima en \$ 2.7 mil millones. Si los productores toman medidas para limitar la propagación de HLB, los daños totales en valor actual se estiman en \$ 2.2 mil millones y la pérdida de producción equivaldría entre 33 por ciento en el valor de producción con HLB, la producción disminuirá en más del 50 por ciento en 11 años después de la introducción de HLB, y sería sentida en la cadena citrícola.

El estudio de Salcedo *et al.* (2010), tuvo como objetivo cuantificar los impactos económicos que traería el HLB en la cadena citrícola mexicana (naranja, limón, toronja y mandarina). La metodología evalúa los impactos epidemiológicos en la actividad productiva primaria, para la agroindustria, y la economía en su conjunto mediante el modelo insumo-producto. Las pérdidas se estimaron en distintos horizontes de tiempo y en tres escenarios (bajo, moderado y alto) a partir de establecido el HLB. En el escenario con epidemia de alta intensidad en todas las zonas del país, la pérdida nacional con un impacto bajo del HLB, sería de 1.84 millones de t que equivale a 25 por ciento de la producción total y 4 millones de jornales, pero con impacto alto sería de 3 millones de t equivalentes a 41 por ciento del total nacional y 19.3 millones de jornales. Mencionan que los impactos estimados directos para el sector agrícola, los indirectos para las industrias, y los inducidos para la economía en su conjunto, para los escenarios de bajo, medio y alto riesgo, a los cinco años la pérdida total ascendería a 26,311; 82,815 y 126,439 y la de empleos directos de 16, 50 y 77 mil empleos directos, ante cada nivel de riesgo. La pérdida en el valor de la producción nacional sería mayor para el sector primario, a cinco años de la infestación con riesgo alto, la pérdida directa en el valor de la producción, ascendería a 3,800 millones de pesos de 2008, mientras la pérdida indirecta sería de 479 millones, la inducida a 65 millones y la total de 4,343 millones. Para la economía en su conjunto en un nivel de riesgo alto, la pérdida indirecta ascendería a 9,534 empleos, la inducida a 4,341 y la total a 55,249.

La investigación de Miranda *et al.* (2012), donde el objetivo fue estimar los impactos económicos potenciales de la diseminación del HLB en huertos de cítricos en el Estado de Sao Paulo (Brasil). Este estudio prospectivo fue realizado para un horizonte de 20 años y discute la importancia de un programa fitosanitario para el control de la propagación de la enfermedad. También se presentó, la metodología aplicada para

evaluar los impactos económicos y discutir la importancia de los programas fitosanitarios. Utilizó el Análisis Beneficio-Costo, y para proyectar el tamaño y la producción del huerto a lo largo de 20 años utilizó un modelo epidemiológico. Se proyectó los costos de producción y control de la enfermedad. En los resultados se señala que por cada Real invertido por el gobierno y por Fundecitrus³ en el programa fitosanitario, hay una pérdida evitada que asciende a 57.3 reales brasileños, que es una relación Beneficio-Costo alta para este tipo de inversión.

El estudio de Oliveira *et al.* (2013) tuvo por objetivo la estimación de las futuras pérdidas económicas ante el ingreso del HLB al Estado de Bahía (Brasil), el cual no poseía la enfermedad, con prospectiva a un horizonte de 20 años, donde se plantean tres escenarios futuros que son; sin HLB, pero con prevención de la enfermedad, con HLB sin control de la enfermedad y con HLB, aplicando medidas de control y eliminación de la *Diaphorina citri*. Se utilizó la regresión lineal como metodología para proyectar la producción, donde el número de plantaciones fue calculado como la diferencia del área plantada en el año por el año anterior. Para la evolución de incidencia y severidad se utilizó el modelo Gompertz y logísticos asociados a la edad de las plantaciones; el Valor Presente Neto se utilizó para la comparación de escenarios. Se concluye que se obtendrían pérdidas muy significativas si el Estado de Bahía tuviera la enfermedad. Por lo que, si no se aplicaran las medidas de control, los daños ascenderían a 1.8 mil millones de reales brasileños (US\$ 797,400,000.00).

Vera *et al.* (2015), evaluaron las pérdidas económicas con la medida de dos estrategias contra el HLB en el Estado de Veracruz (México). Se estableció el proyecto de costos de producción para productores estratégicos en el área tropical. Con el apoyo de 26 productores brindaron información para calcular los costos de producción, ingresos netos, ingresos totales y precios de equilibrios por consenso. Se establece un escenario donde HLB está afectando, pero el productor decide sembrar variedades resistentes al HLB, para mantener el negocio, el huerto apenas comienza con el 30 por ciento de las tierras cultivadas. Los costos de producción aumentaron debido a que el productor tuvo que pagar la tala de árboles viejos, plantación de la variedad resistente al HLB y todo el personal encargado de cuidar este sector de la huerta. El productor también tuvo que

³ El Fundecitrus es una asociación privada conformada por los citricultores y las industrias de jugos del Estado de San Paulo-Brasil que promueve el desarrollo sostenible de las plantaciones de cítricos, además es reconocida como una referencia mundial en el desarrollo de la ciencia para la citricultura.

considerar la pérdida de ingresos que no provienen de la nueva plantación que será productiva en más de un año. Spreen & Baldwin (2013) apuntan las conclusiones de su investigación a tres aspectos: la enfermedad del HLB tiene consecuencias que incrementan la mortalidad de los árboles de cítricos, reduce rendimientos productivos y aumenta los costos de mantenimiento lo que a fin de cuentas se refleja en una disminución paulatina pero agresiva de los beneficios monetarios.

Para el caso mexicano, Salcedo *et al.* (2010) evalúan las pérdidas económicas en los eslabones de la cadena agroalimentaria tras el ingreso de la enfermedad del HLB y también acompañan este análisis con una comparativa entre las medidas de control aplicadas en México y las medidas ejecutadas en otras partes del mundo. Los impactos holísticos en la economía fueron medidos con el modelo NAID-IMPLAN, mientras que para la medición del impacto en la industria citrícola se empezó por la identificación de variables y características que impactarían en el modelo para la posterior aplicación de un muestreo estadístico estratificado. Con esto, se generaron indicadores técnicos que permitieron cuantificar el impacto de la enfermedad del HLB, mostrando así considerables pérdidas en jornales, exportaciones y en la economía en general.

Robles-González *et al.* (2013) desarrollan su investigación en huertas de limón mexicano, en el Estado de Colima, con el objetivo de lograr la caracterización de los síntomas de la enfermedad en el árbol de cítrico, conocer sus efectos sobre el rendimiento del mismo y evaluar las variaciones, modificaciones y cambios perjudiciales en el fruto del árbol infectado. También indagaron en la dispersión de la enfermedad por el huerto estudiado. Los resultados concluyentes de la investigación mostraron un crecimiento vigoroso en plantas con signos de infección; también permitieron observar signos de infección como pequeños puntos amarillos y menor crecimiento del fruto. Finalmente, muestran que en un huerto sin control epidemiológico se detectaron 53 por ciento de los árboles infectados, con una alta tendencia a la infección total.

La FAO publica en su portal web (2021) la estrategia regional para la prevención y mitigación de la enfermedad del HLB en América Latina y El Caribe, con el fin de contribuir a la sostenibilidad de la citricultura regional en beneficio de un amplio sector agrícola, en particular de zonas de alta vulnerabilidad.

La estrategia regional engloba una serie de acciones integrales y coordinadas en los distintos niveles de gobierno (local, nacional, subregional y regional), orientadas en tres principales metas:

- Reducir las fuentes y carga de inóculo de forma eficaz y oportuna.
- Reducir la población de psíidos infectivos en áreas geográficas ya infectadas.
- Reducir el riesgo de infestaciones por poblaciones de psíidos externos que migren desde un área geográfica a otra no infestada.

Para el logro de estos objetivos, se conformó el Comité Regional de Expertos, el cual reúne a investigadores y personajes relacionados al desarrollo citricultor de diversos países como Belice, Brasil, Chile, Jamaica y México.

El Gobierno Mexicano (2021), ha apostado por una estrategia orientada al desarrollo y crecimiento tecnológico como arma principal para la lucha contra la enfermedad del HLB. En un trabajo conjunto entre el INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias) y el SENASICA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria), ambas instituciones se han abocado, en el caso del primero, a la generación de conocimiento e innovación tecnológica para atacar al vector transmisor; mientras que el segundo brinda soporte a esta iniciativa otorgando un programa oficial con un componente regulatorio convirtiendo así la información producida en políticas públicas de regulación cercana.

En la Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena, el 19 de mayo de 2016, se publica la Resolución N° 1850, donde se adopta el “Plan Andino de Prevención y Contingencia para la Enfermedad de los Cítricos Huanglongbing”, además tomando en consideración del Artículo 88, literal f), del Acuerdo de Cartagena; y la Decisión 515 “Sistema Andino de Sanidad Agropecuaria”; Decisión 779 “Declaración de Alerta Fitosanitaria Subregional por la enfermedad de los cítricos Huanglongbing (HLB)” (Anexo 1).

2.2. MARCO TEÓRICO

Factores en la producción agrícola

Los factores de producción, definidos por la FAO (1991), se asocian a la diversidad de recursos que contribuyen en la creación o elaboración de un producto. No obstante, bienes

libres como aire, fuerza gravitatoria, etc., que, si bien contribuyen en el proceso productivo, no son considerados y no se incluyen en las transacciones económicas.

La importancia en el área económica recae en que permite la combinación de los factores disponibles, y con ello lograr la eficiencia de producción, o maximización de los ingresos. Según Molina (2017), en la agricultura, el proceso de producción hace referencia a la totalidad de actividades necesarias para obtener un producto agrícola: preparación del terreno, siembra del cultivo, actividades culturales, cosecha, etc. Y para el proceso productivo, se requiere la interacción y complementación de los factores productivos, que Rosales (2020) clasifica en: tierra, trabajo, capital y habilidades empresariales:

- **Factor tierra.** El recurso natural que soporta las actividades humanas. En la actividad agrícola, es aprovechado para el proceso de crecimiento de los cultivos, como la fertilidad del suelo, profundidad y humedad.

- **Factor trabajo.** La tierra es un factor de cantidades fijas y la tecnología es escasa, por lo que el trabajo puede ser incrementado o disminuido de acuerdo con las necesidades.

- **Factor capital.** En las actividades primarias, se denomina como factores de capital a las herramientas, maquinaria y vehículos utilizados en el proceso productivo.

- **Factor habilidades empresariales.** En algunas ocasiones se considera la existencia de un cuarto factor de producción, debido a que la planificación, la organización y el liderazgo son indispensables para que cualquier actividad pueda llevarse a cabo con eficacia.

La demanda en el mercado agrario

Tal y como mencionan Yáñez & Teruel (1997), la economía agraria posee ciertas características muy propias que la diferencian de los demás sectores económicos o del estudio que se les pueda dar a estos, dada la naturaleza biológica de los procesos inmersos en ella. Dichos autores señalan algunos factores divergentes como la implicancia de fuerzas exógenas al control del hombre (la naturaleza, el trabajo con seres vivos), la Inter temporalidad entre el uso de factores productivos y la obtención de producto, la influencia de costos fijos independientemente de la etapa productiva en la que se esté, la alta variabilidad en los costos de transporte, la codependencia con otros sectores productivos o el alto grado de incertidumbre en la actividad agraria a causa de los riesgos que conlleva el proceso en sí de cultivo, extracción y venta. Dentro de los riesgos contemplados se puede identificar la aparición de plagas o enfermedades que dañen al fruto o al cultivo en su

totalidad, lo cual podría ser factor de alto impacto en el comportamiento normal del mercado agrario.

Productividad

Es la cantidad de producto obtenido por una unidad de un factor variable (Varían, 2015). Un incremento de productividad implica el aumento de la producción por unidad de recursos utilizados. En la agricultura, un incremento de productividad estará ligado a una mejora en la calidad de vida de la comunidad dedicada a la actividad, y estará sujeto a la eficiencia de los intermediarios. La productividad agrícola se cuantifica como el cociente entre la producción y los factores productivos de la actividad agrícola. Adreani (2017), señala que el cálculo preciso de la productividad agrícola es complicado, por la diversidad de dimensiones de los productos agrícolas. La producción suele cuantificarse por el valor de mercado del producto final, excluyendo a los productos intermedios. La productividad podrá ser medida por la eficiencia general con la que los factores productivos son utilizados de manera conjunta.

Prospectiva

Miklos (2007) define la prospectiva como la operación conjunta de factores cuantitativos y cualitativos que estudian el comportamiento potencial de actores para establecer posibles futuros o escenarios que origina una suerte de “embudo” que permite a una misma realidad derivarse en una serie de posibles futuros según las diversas situaciones que en el transcurso de un análisis puedan suscitarse. Estos escenarios futuristas pueden clasificarse de acuerdo a posibilidad de ocurrencia, grado de daño que puedan causar o implicancias que cada uno de ellos puedan acarrear. Esta clasificación estaría cercanamente ligada al estudio que se realice.

El valor de realizar un estudio prospectivo y los beneficios que se puedan obtener del mismo radica en la exactitud con la que se planteen los posibles escenarios por los que podrían dar curso los eventos (Cely 1999). Asimismo, Cely indica la estructura y pasos a seguir para utilizar esta herramienta:

“(...) Esta metodología se desarrolla en tres fases: análisis estructural, análisis del juego de actores y elaboración de escenarios, cuyo propósito es analizar el fenómeno en estudio desde un punto de vista retrospectivo y actual (...) para posteriormente presentar la realidad futura en forma de escenarios.” p. 26

En cuanto a la presente investigación, el análisis prospectivo se enfoca en determinar diversos escenarios de ocurrencia tras el ingreso de la enfermedad pandémica del HLB a tres productos (mandarina, limón y naranjas) y en tres regiones del país (Costa Norte, Costa Central y Selva Central). Dado que se trata de escenarios pronosticados, se dice que se trata de la aplicación de una visión prospectiva de la situación que permita anticipar, de la manera más precisa, lo que ocurriría en tres escenarios paralelos en los que la reacción por parte de los agentes involucrados difiere el uno del otro.

La prospectiva evalúa distintos escenarios que pueden ocurrir, y determina cual es el escenario que se desea construir, con las acciones del presente. La prospectiva es una anticipación para realizar las acciones presentes para obtener futuros posibles y deseables; la incertidumbre del futuro se puede apreciar con un número de escenarios que se establecen como probables, debe existir una diferencia entre el contenido de estos escenarios, los cuales están formados por la descripción de una situación futura y de la trayectoria de eventos que permiten pasar de una situación origen a una situación futura. Pueden ser de dos tipos: exploratorios que parten del pasado y presente para predecir el futuro, y de anticipación o normativo que parten de imágenes alternas del futuro que pueden ser aceptadas o rechazadas (Godet 2001).

En esta investigación se plantean tres escenarios de futuro para los cítricos, el primero es exploratorio para predecir la producción sin HLB y en condiciones normales, el segundo con un control de la enfermedad, en el cual se actúa hoy para realizar un futuro sin drásticas pérdidas de producción y económicas, y la tercera sin un control de la enfermedad (equivalente al modelo epidemiológico).

Modelo epidemiológico

Parra - Cabrera *et al.* (1999), se refieren a la epidemiología como el estudio o análisis complejo de la distribución de las enfermedades durante el tiempo, así como también el

análisis de otros temas asociados a las mismas tales como el estudio de los factores que las provocan, el riesgo existente de contraerlas, el grado de incidencia que poseen, la mortalidad que acarrearán, entre otros. Definen a la epidemiología como el estudio de la distribución de las enfermedades en el tiempo y estudio de los factores que lo ocasionan o de riesgo para esas enfermedades. Utilizan prevalencia puntual, incidencia y mortalidad, el modelo tiene como propósitos; esclarecer la causa de una enfermedad, al combinar los datos epidemiológicos con información de otras disciplinas tales como la genética, la bioquímica y la microbiología, evaluar la consistencia de los datos epidemiológicos con hipótesis de causas desarrolladas a nivel clínico o experimental, y proveer bases para desarrollar procedimientos preventivos y prácticos.

Pérdidas de producción y mercados por externalidades

Normalmente una externalidad de índole negativa tiene una repercusión considerable sobre los costos productivos (si se toma como referencia un análisis enfocado en la oferta). Esta puede venir por una influencia directa (que ataca frontalmente al precio de los insumos productivos) o indirecta (el aumento en los costos producidos por tasas impositivas aplicadas por el gobierno para internalizar la externalidad). Un claro ejemplo se observa en temas relacionados al medio ambiente, donde el uso de tasas impositivas aplicadas a empresas que emiten una externalidad negativa en su proceso productivo se hace cada vez más frecuente (Malpica 2018).

Rentabilidad en la producción agrícola o análisis beneficio costo

De acuerdo a Ricketts (2000), la rentabilidad es obtener un beneficio económico sobre los costos productivos en los que incurre una unidad productiva. Al incluir los costos y beneficios sociales, se podrán obtener indicadores de rentabilidad como el Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR), y en flujos de largo plazo se tendrán los indicadores Beneficio–Costo en función a beneficios nuevos, beneficios antiguos, costos nuevos y costos antiguos. Uno de los indicadores más usados para determinar la rentabilidad de un proyecto agropecuario es la relación beneficio – costo marginal, que medirá la viabilidad económica en la producción de un cultivo agrícola.

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{i=1}^{j=n} Q_j P_i}{\sum_{h=1}^{k=n} C_h}$$

Donde:

Q_j : Cantidad producida del cultivo

P_i : Precio de venta del producto en el mercado

C_h : Costo total de producción del cultivo

Si el indicador presenta el valor de 1, el proyecto no genera ganancias ni pérdidas, y toda la inversión se recuperará. En caso, el proyecto presente un indicador mayor a 0, se asume que las ganancias obtenidas generarán rentabilidad económica; un indicador con valor menor a 0 establecerá el proyecto como no rentable, generando pérdidas.

En el escenario de un posible ingreso de la enfermedad HLB en los cultivos de limón en la Costa Norte, mandarinas en Costa Central y la naranja en Selva Central, la aplicación de un plan de contingencia fitosanitario representaría necesariamente un análisis beneficio – costo por parte de la entidad gubernamental, quien tendría a su cargo la importante decisión de evaluar si corresponde o no dedicar esfuerzos y recursos en contener el avance de esta enfermedad tras el cálculo de las pérdidas proyectadas en todos los eslabones de la cadena productiva directa.

Para estudiar los efectos económicos de plagas o enfermedades, se cuantifican los beneficios y costos; tanto los de producción, prevención y manejo de control, estos dos últimos serían parte del programa nacional fitosanitario (FAO 2021); otro escenario sería el no controlar la enfermedad se sabe que los costos de producción aumentarán debido a la tala de árboles y nuevas plantaciones, el beneficio costo nos permite evaluar los rendimientos económicos de estas alternativas.

Cadena productiva directa

Gereffi (2001) define a la cadena productiva (*commodity chain*) como el conjunto de actividades que comprenden el diseño, producción y venta de un producto. Gereffi y Korzeniewicz (1994) amplían el concepto de cadena productiva, asociándola a la aparición de la globalización como estrategia de mejora continua y especializada. Dichos autores identifican dos tipos de cadena productiva, una dirigida al productor, caracterizada por grandes empresas que juegan roles de coordinadores centrales entre las redes de producción (empresas automotrices, aviadoras, de tecnología y relacionadas); y otra dirigida al comprador, en la cual las grandes compañías solamente ejercen funciones de pivotes, que

redireccionan la producción a los mayores focos exportadores, comúnmente localizados en países que se encuentran en vías de desarrollo.

Para la Dirección General de Promoción Agraria – DGPA (s.f.) del MINAGRI, la cadena de valor implica todos los agentes económicos participantes en el mercado, articulados desde la provisión de insumos, la producción, transformación y venta al consumidor final.

Los investigadores Buck *et al.* (1997) señalan una estandarización de la cadena productiva en el sector agrícola, indicando que algunos eslabones de esta se repiten independientemente de las características del producto cultivado, dadas las semejanzas en los procesos que presenta el sector. Los eslabones de producción primaria, acopio, transformación, transporte y comercio, y para finalizar el consumo; se presentan como factores comunes alrededor del mundo agricultor. En base a esta definición, se consideran como actores de la cadena productiva directa de la mandarina en la Costa Central, limón en Costa norte y naranjas en Selva Central, a: productores (pequeños y grandes de acuerdo a las hectáreas dedicadas al cultivo permanente del fruto), acopiadores, transportistas, empacadores, estibadores y desestibadores, mayoristas, comerciantes, procesadores, transformadores y exportadores. Cada uno de ellos posee un rol directo en la actividad comercial de los cítricos, debido que en algún momento del proceso de producción o comercio tienen en sus manos el producto, lo cual los hace actores centrales de dicho mercado, sujetos a variaciones en su bienestar personal de acuerdo a cambios ocurridos en la dinámica de mercado de dicho producto agrario.

Bienestar social

Casas (1996) define el bienestar social como “aquel asociado a las necesidades sociales, problemas y aspiraciones colectivas”. Igualmente, Blanco & Díaz (2005) lo califican como “la necesidad de tomar en consideración lo individual y lo social (...)”. Pena-Trapero (2009) indica que el bienestar social es el logro de un conjunto de elementos que proporcionan a una persona la tranquilidad y satisfacción humana.

En palabras que se apliquen más cercanamente a lo expresado en este contexto, el bienestar social se comprende como la mejora en el nivel de satisfacción de la sociedad; el estado en el que la utilidad común prima sobre la individual, haciendo que la vida del colectivo sea de

mayor calidad desde la perspectiva común. Rhoads (1990) menciona también que este concepto sirve de guía al gobierno en la búsqueda de la óptima asignación de recursos y correcta aplicación de políticas sociales.

Como en todo caso donde existan interrelaciones entre agentes, el bien común no necesariamente implica el bien individual. La actividad de un agente que busca su bienestar no necesariamente debe garantizar el bienestar del otro. Es en este punto que aparece el concepto de la economía del bienestar llamado “externalidad”.

Delacámara (2008) explica en su guía como las externalidades (es decir, una influencia no compensada, y muchas veces no planificada, de un agente sobre otro) se presentan frecuentemente en el ámbito ambiental, dada la continua interrelación entre los agentes de una comunidad o ecosistema. El ingreso de la enfermedad HLB a la costa central del Perú es un ejemplo de externalidad negativa dado que, en su búsqueda por mejorar su bienestar, el vector transmisor de la enfermedad produce un efecto no contemplado, planificado o siquiera intencionado sobre la calidad del cultivo cítrico, produciendo así un efecto menguante del “bienestar” de la planta productora y del fruto obtenido que se ven disminuidos como consecuencia de la actividad del insecto transmisor.

Externalidades

Una externalidad se produce al existir cualquier tipo de afectación debido a la actividad de un tercero no relacionado (Varian 2015). Las externalidades se consideran efectos o consecuencias alternas, no contempladas y a veces no estimables, que se producen a causa de realizar alguna actividad productiva tal y como lo mencionan Ayres & Kneese (1969), que señalan como un punto importante para lidiar con este efecto es la capacidad del ambiente para poder asimilar y procesar los efectos de una externalidad negativa sin verse directamente afectado por una situación cuya causa o solución no están a mano.

Laffont (1989) explica acerca de las consecuencias que tienen las externalidades negativas en la producción, diversas alternativas para poder disminuir el impacto de estas en los rendimientos. Si bien “internalizar” la externalidad es la alternativa por excelencia, dicho autor propone la opción de eludir con métodos de contingencia los efectos directos en la producción. Para el caso aplicativo en un escenario en el que el HLB ingrese al Perú, esta

posibilidad podría resultar altamente viable debido a que internalizar una externalidad efecto de un proceso medioambiental nocivo como lo es el ingreso de una pandemia resultaría muy complicado. Sin embargo, el lograr métodos de contingencia o “paliativos” por llamarlos de alguna forma, ayudarían a disminuir los altos efectos que tendría dicha infección de no aplicar un plan de contingencia.

Excedente del productor

Otra consecuencia del análisis del bienestar y la influencia de agentes externos en el comportamiento de un mercado es el concepto de excedente del productor. Ortiz de Zevallos y Guerra-García (1998) indican que el excedente del productor es la sumatoria completa de todas las diferencias comprendidas entre el precio que cada productor está dispuesto a aceptar y el precio que recibe realmente del mercado, de una determinada producción.

En el caso que se analiza, el ingreso de una externalidad negativa como lo es la pandemia del HLB en los cítricos, ocasionaría inconvenientes claros en los procesos productivos, y acarrearía como ya se analizó en apartados anteriores, un incremento de costos en la cadena productiva directa y todos los agentes que la conforman. Para tal caso, la teoría indica una disminución del excedente productivo, lo cual se vería reflejado en una baja en el nivel de bienestar social de aquellos agentes económicos incluidos en dicha cadena de valor.

Tecnología y difusión de la tecnología

a. Tecnología

Para Parkin (2019), es el uso de factores productivos en la fabricación de un bien. En agricultura, según Hayami y Ruttan (1989), la tecnología es mecánica (mecanización), cultural (adecuadas prácticas), química (fertilización y control de plagas), hidráulica (riego) o biológica (mejoras genéticas o hibridación). En la investigación se proponen las siguientes alternativas tecnológicas:

- Asistencia técnica a los productores de la cuenca del Jequetepeque.
- Uso de plántones de viveros certificados de alta calidad.
- Desarrollo de un sistema de fertilización química-orgánica.
- Análisis de suelos para medir los niveles de nutrientes faltantes.
- Programa de manejo integrado de plagas y enfermedades
- Sistema de riego tecnificado.

b. Difusión de tecnologías

Según Ramírez *et al.* (2015) América Latina y el Caribe es un claro ejemplo de innumerables cambios y transformaciones productivas en el sector agropecuario, donde organismos institucionales de innovación tecnológica (universidades, entidades públicas y privadas de investigación) son importantes para la difusión de tecnologías. La difusión tecnológica es el componente de la cadena de la innovación tecnológica y se apoya en la extensión agropecuaria; sin embargo, debe reunir cuatro condiciones especiales:

- La tecnología debe estar alineada con la demanda real del mercado, es decir, la demanda tecnológica de los productores debe estar referida sólo a los productos rentables o potencialmente rentables.
- La difusión tecnológica es enlace entre productores (demandantes) y ofertantes de tecnologías; ante ello, se demanda una mayor participación de los generadores de innovaciones, extensionistas y productores.
- Interés de los productores ante la adopción de la nueva tecnología, paralela a la accesibilidad a los factores de producción.
- Orientación al productor, extensionista y generador de la innovación mediante un sistema dinámico de información de mercados.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Ámbito de estudio

La investigación se realizó en tres macrorregiones, Selva Central, para la naranja, integrada por los departamentos de Junín y Pasco (provincia de Oxapampa); Costa Central, integrada por Lima e Ica, para la mandarina y Costa Norte, integrada por los departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes, para el caso del limón.

- Macrorregión Selva Central, productor de naranjas.

La producción de naranjas se da en el Departamento de Junín en las provincias de Chanchamayo (distritos de Perene, Pichanaqui, Chanchamayo, San Ramón y San Luis de Shauro), y en la provincia de Satipo (distritos de Satipo, Pangoa, Río Negro y Mazamari) (Gerencia y Direcciones Regionales Agrarias, 2023). El departamento se localiza en el centro del Perú, se divide en nueve provincias y 124 distritos, posee una superficie de 44,329 km² (4,432,900 has) que representa el 3.4 por ciento del territorio nacional, la población es de 1.24 millones de personas (INEI 2017).

En el Departamento de Junín, geográficamente su territorio comprende dos regiones; Sierra con 20,821 km² que representa el 47 por ciento de la superficie donde se ubican el valle del Mantaro, valle del Canipaco, la cordillera del Huaytapallana, la meseta del Bombón, las lagunas de Paca y Marcapomacocha y el lago Junín o Chinchaycocha; y la zona Ceja de Selva y Selva, con 23,508 km² que representa el 53 por ciento de la superficie en las que se ubican los valles de Chanchamayo, Ene, Perene y Tambo, la altitud oscila entre los 360 y 5000 msnm, siendo el distrito de Río Tambo, en la provincia de Satipo, el de menor altitud (362 msnm) y el distrito de Morococha, en la provincia de Yauli, el de mayor altitud (4,525 msnm) (BCRP, s.f.). Posee mayor población urbana que representa el 71 por ciento del total (INEI 2018).

La superficie agrícola de Junín es de 2,423,790.33 hectáreas (INEI 2012). La producción de naranja en el 2022 fue de 303,189,785 TM con un rendimiento promedio de 21,124 kilogramos por hectárea, y representó como el departamento de mayor producción de naranja con el 51.33 por ciento del total nacional (Gerencia y Direcciones Regionales Agrarias 2023).

El Departamento de Pasco está ubicado en la región central del Perú, con una superficie de 25319.59 kms², el 24 por ciento de su superficie corresponde a la sierra y 74 por ciento a la selva. Está dividido en tres provincias Pasco, Daniel Alcides Carrión y Oxapampa, que comprende un total de 29 distritos (BCRP, sucursal Huancayo s/f). Oxapampa tiene una superficie de 18,673.79 km² (1,867,379 has.) y área agrícola de 11,325.9 has. (INEI). La provincia de Oxapampa produce 2,070,198 de kilos de naranja, en promedio entre los años 2000 al 2022 (Gerencias y Direcciones Regionales Agrarias 2023).

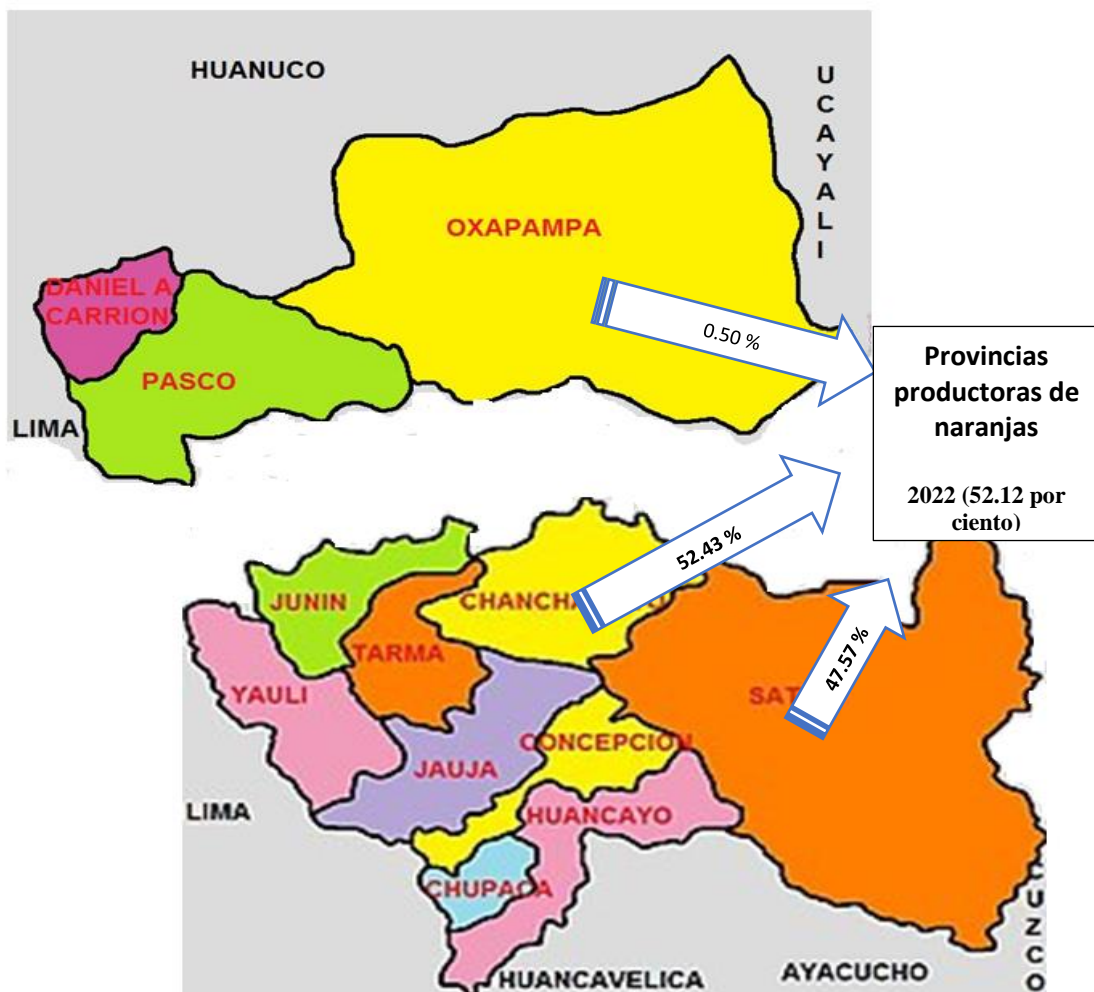


Figura 2: Macrorregión Selva Central productor de naranjas

➤ Macrorregión Costa Central, productores de mandarinas

El Departamento de Lima está conformada por diez provincias, uno es la provincia de Lima o Lima Metropolitana, que cuenta con 43 distritos y nueve provincias que conforman la región “Lima provincias”. La sede del Gobierno Regional “Lima Provincias” es la ciudad de Huacho, cuenta con 171 distritos y posee una superficie de 34,801.59 km² que representa el 2.7 por ciento del territorio nacional. La población proyectada al 2022 asciende a 10 millones 986 habitantes (INEI 2020).

El Departamento de Ica está conformado por cinco provincias y 44 distritos, posee una superficie total de 21,327 km² que representa el 1.6 por ciento del territorio nacional. Su área agrícola es de 167,178.9 has. La población proyectada al 2022 asciende a 1,020,050 habitantes (INEI 2020).

Ambos departamentos dedican casi el ocho por ciento de su extensión total a la actividad agrícola, siendo Lima e Ica unas de las principales regiones en aportar al PBI agrícola nacional con un 15 por ciento y 8.8 por ciento respectivamente (INEI 2022).

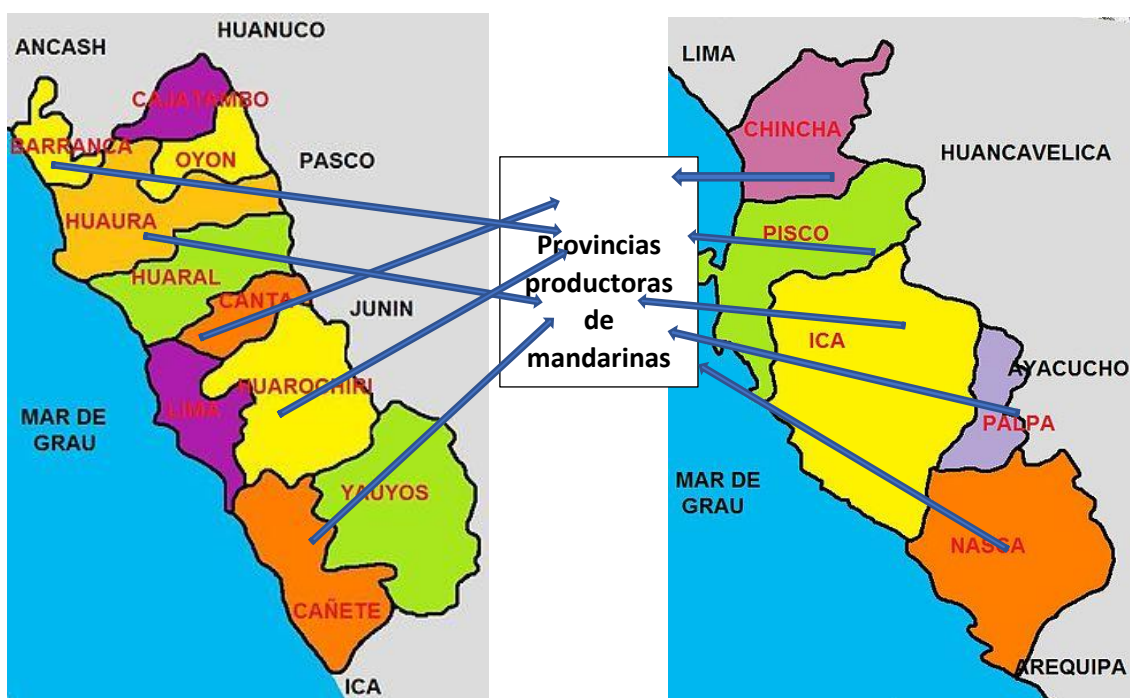


Figura 3: Departamentos de Lima e Ica, productores de mandarinas

➤ **Macrorregión Costa Norte, productores de limón.**

Para la producción de limón, la región de Piura se encuentra ubicada al noroeste del país con una superficie de 35,892 km². Limita al norte con Tumbes y Ecuador, al este con Cajamarca, al sur con Lambayeque y al oeste con el océano Pacífico, y cuenta con 1,858,617 habitantes siendo el segundo departamento más poblado del Perú y con una densidad demográfica 46.7 Hab/km² (INEI 2017).

El limón es uno de los cultivos permanentes de mayor importancia en la región de Piura, su producción se centra especialmente en el Valle San Lorenzo y para lo cual los productores de esta región se han agrupado, conformando "La Asociación de Productores de Limón", que rige la actividad productora de este cultivo pues genera un importante ingreso económico para la zona (MIDAGRI 2020). Se sabe que la estacionalidad de estas zonas provocó la entrada de limón Sutil en el mercado interno, posicionando al Valle de San Lorenzo (Tambo grande) con el mejor rendimiento en cuanto a calidad y cantidad, seguido por Sullana y Chulucanas; abasteciendo de esta manera a todo el mercado nacional en todo el país (SENASA 2021).

Piura cuenta con una superficie agrícola de 386,777 hectáreas (CENAGRO 2012). La producción de limón en el 2020 fue de 168,846 TM con un rendimiento de 10.72 toneladas por hectárea, y es la principal región productora de limón con el 54 por ciento del total nacional (SIEA 2021). Esta investigación se centrará en las zonas de mayor producción de limón como Valle de San Lorenzo, Sullana y Chulucanas, las cuales representan 87.9 por ciento de la producción de limón en la región de Piura (SIEA 2021).

Lambayeque es la segunda región en importancia en la producción de limón, con una participación regional del 18.65 por ciento. De acuerdo con las proyecciones de población, al 2022, el departamento tendría 1,338,994 habitantes, la provincia que concentra el mayor número de habitantes es Chiclayo, con 799,675 personas, agrupando las dos terceras partes de la población del departamento (66.8 por ciento). Le sigue la provincia de Lambayeque, que alberga 300,170 habitantes (25.1 por ciento), mientras que la provincia de Ferreñafe es la menos poblada, con 97,415 habitantes (8.1 por ciento) (INEI 2017).

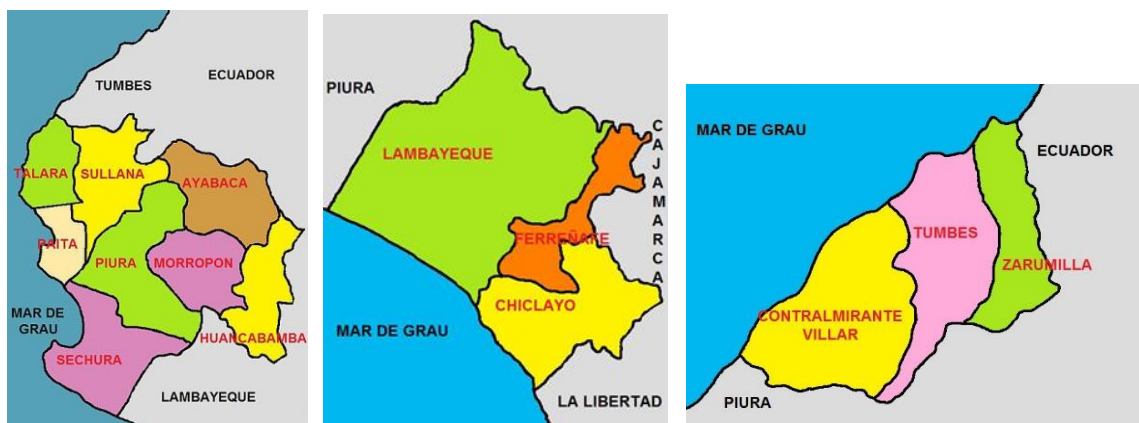


Figura 4: Macrorregión Costa Norte, Piura, Lambayeque y Tumbes, productores de limón

Tumbes es la tercera región en importancia en la producción de limón, con una participación regional de 6.58 por ciento. La provincia de Zarumilla concentra la mayor producción, con un 81.50 por ciento, seguido de la provincia de tumbes con una participación de 14.95 por ciento y Contralmirante Villar con 3.55 por ciento (Gerencia y Direcciones Regionales Agrarias, 2023), de acuerdo con las proyecciones de población, al 2022, el departamento tendría 259,556 habitantes (INEI 2020).

3.1.2. Objeto de estudio

El objeto de estudio es la posible introducción y propagación de la enfermedad del HLB en macrorregiones productoras de cítricos en el Perú, su impacto económico y la viabilidad de la implementación de la política pública. Así los productos estudiados son la producción de naranjas en la Selva Central (departamentos de Junín y Pasco-provincia de Oxapampa), mandarina en la Costa Central (departamentos de Lima e Ica) y el limón, en la Costa Norte (departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes).

3.1.3. Hipótesis general

Se plantea que, el ingreso del HLB tendría impacto negativo sobre la producción y el empleo en la cadena productiva directa de los cítricos en los principales departamentos productores, Junín y Pasco-Oxapampa (de naranja), Lima e Ica (de mandarina) y Piura, Lambayeque y Tumbes (de limón) hasta el año 2045, perjuicios que podrían ser mitigados con un programa fitosanitario de prevención, monitoreo y control, que sería económicamente beneficiosa para el país.

3.1.4. Hipótesis específicas

HE1: La producción regional de cítricos recae en pequeños y medianos productores especializados, y aquellos vinculados al mercado interno tendrían menores niveles de manejo agronómico, tecnológico y de organización, lo que los expone a un mayor impacto del HLB, en tanto, los productores vinculados al comercio exterior presentan mayor manejo productivo, tecnológico y de organización en su cadena productiva directa.

HE2: Los escenarios prospectivos al 2045 con ingreso de la pandemia del HLB generarían diferentes pérdidas productivas y económicas dependiendo de la existencia o no de un programa de prevención, monitoreo y control fitosanitario, siendo que al no existir el programa fitosanitario (escenario epidemiológico) las pérdidas monetarias al año 2045 serían mayores al 50 por ciento, mientras con el programa fitosanitario, las pérdidas monetarias serían menores del 20 por ciento, respecto al escenario BAU.

HE3: En la óptica económica, el análisis beneficio – costo de implementar un programa fitosanitario de prevención, monitoreo y control del HLB sustentaría la intervención de la política pública a fin de evitar pérdidas de producción y efectos negativos en la cadena productiva directa de cítricos con pérdidas de empleos y ganancias no realizadas.

3.1.5. Método

Teniendo en cuenta las definiciones dadas por Sampieri (2014), la investigación tiene un diseño no experimental ya que no existen manipulaciones de variables y los objetivos están más enfocados en la observación de los efectos de la enfermedad del HLB sobre los indicadores a nivel de producción y en el beneficio - costo; además los datos son observados de corte longitudinal (en el tiempo 1980-2022), pudiendo así ver las relaciones entre variables tanto en el tiempo como a nivel prospectivo, para el modelo epidemiológico se usó información transversal (datos del año 2022 colectados por encuestas), de forma de incorporar datos de la distribución de las plantaciones de cítricos y del manejo agronómico entre los productores.

3.2. MÉTODOS Y MODELOS EMPLEADOS

El estudio se realizó para las principales zonas productoras de la Costa Norte (limones), Costa Central (mandarinas) y Selva Central (naranjas). Para el año 2022, en el cultivo del

limón los principales productores fueron Piura (59.0 por ciento del total), Lambayeque (18.6 por ciento) y Tumbes (6.6 por ciento), totalizando el 84.3 por ciento del total nacional. El cultivo de la mandarina ocurre en la Costa Central del país, los principales productores son Lima (53.7 por ciento del total) e Ica (24.0 por ciento), ambos representan el 77.8 por ciento del total nacional. En el cultivo de la naranja los principales productores son Junín (51.3 por ciento del total), San Martín (14.7 por ciento), Lima (6.1 por ciento), Ica (5.5 por ciento), Puno (4.7 por ciento), Cusco (3.8 por ciento) y Pasco-Oxapampa (0.1 por ciento), totalizando el 86.2 por ciento del total nacional. (Gerencia y Direcciones Regionales Agrarias y MIDAGRI 2022). Por ello el estudio se centró en las tres macrorregiones antes mencionadas.

En los departamentos en estudio se consideró la información de las principales provincias productoras.

Tabla 8: Número de productores de cítricos (en U. A.) y de superficie cosechada en los principales departamentos productores del país en el año 2022

| | Provincias Distritos | U. A. (N°) | Superficie cosechada (ha) |
|------------|----------------------|---------------|------------------------------|
| Limón | Piura | 7,897 | 16,314 |
| | Piura | 5,008 | 10,713 |
| | Sullana | 1,505 | 4,086 |
| | Morropón | 1,279 | 1,436 |
| | Lambayeque | | 2,137 |
| | Olmos | - | 1,257 |
| | Motupe | - | 478 |
| | Jayanca | - | 308 |
| | Tumbes | | 2,282 |
| | Zarumilla | - | 1,733 |
| Mandarinas | Tumbes | - | 479.90 |
| | Contralmirante | - | 69.40 |
| | Villar | | |
| | Lima | 1,856 | 7,544 |
| | Huaral | 1,204 | 4,400 |
| Naranjas | Huaura | 468 | 1,475 |
| | Cañete | 134 | 1,287 |
| | Junín | 2,433 | 13,677 |
| Naranjas | Satipo | 723 | 6,391 |
| | La Merced | 1,703 | 7,286 |
| | Total | 12,186 | 83,353 |

Fuente: SIEA-MIDAGRI (2022)

La información se obtuvo de fuentes secundarias como información oficial de producción, superficies cultivadas, rendimientos, precios en diferentes niveles, entre otros, para los principales departamentos y provincias productoras en estudio, ello implica que se consideró en forma longitudinal los datos totales de la población sobre la base de datos registrados por las instituciones públicas, por ello para ciertas variables no se requirió de una muestra.

La información de fuentes primarias fueron obtenidas por encuestas respecto a variables agronómicas para el modelo epidemiológico y de desempeño productivo y económico, en las zonas productoras de estudios, mediante un muestreo estadístico, considerando como representativo para el caso de Costa Norte en el cultivo del limón el Departamento de Piura, para Costa Central en las mandarinas el Departamento de Lima, y para Selva Central en las naranjas el Departamento de Junín, el muestro se obtuvo de la siguiente forma:

El tamaño de la muestra fue calculado con el método estratificado, la fórmula que se utilizó, se muestra a continuación:

Dónde:

$$n = \frac{\sum_{h=1}^L W_h p_h q_h}{\frac{e^2}{Z_{(1-\alpha/2)}^2} + \frac{1}{N} \sum_{h=1}^L W_h p_h q_h}$$

N: Tamaño de la población

n: Tamaño de muestra

W_h : peso del estrato en la población

Z: Cuantil de la distribución normal obtenido según el nivel de confianza deseado

e: Error muestral deseado

p_h : proporción de éxitos de la categoría de interés en el estrato h.

q_h : Complemento de la proporción de éxitos en el estrato h.

Por tanto, después del desarrollo de la metodología se obtuvo una muestra de 345 UA para los productores de naranjas en el Dpto. de Junín, provincias de Chanchamayo y Satipo; 342 UA, para los productores de mandarinas en el Dpto. de Lima, provincias de Huaral y Cañete y 367 UA para los productores de limones en el Dpto. de Piura, provincias de Piura, Sullana y Morropón; a un nivel de confianza del 95 por ciento y un error muestral del 5 por ciento. El número de encuestas que se obtuvo a nivel distrital se muestran en las Tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9: Número de encuestas a nivel distrital para los productores de naranjas en el Departamento de Junín

| Provincia | Distrito | Producción TM | Participación producción (porcentaje) | Número de productores |
|-------------|--------------------|---------------|---------------------------------------|-----------------------|
| Chanchamayo | Perené | 62,179 | 28.6 | 99 |
| | Pichanaqui | 25,718 | 11.8 | 41 |
| | Chanchamayo | 16,007 | 7.4 | 25 |
| | San Ramón | 9,951 | 4.6 | 16 |
| | San Luis de Shauro | 8,518 | 3.9 | 14 |
| Satipo | Satipo | 38,726 | 17.8 | 61 |
| | Pangoa | 31,031 | 14.3 | 49 |
| | Mazamari | 12,815 | 5.9 | 20 |
| | Río Negro | 12,303 | 5.7 | 20 |
| TOTAL | | 217,248 | 100 | 345 |

Fuente: Elaborado con data del CENAGRO (2012)

El resultado del muestreo estratificado, para las naranjas, brindó los siguientes requerimientos para el levantamiento de información: 195 encuestas en Chanchamayo y 150 encuestas para Satipo (Tabla 9).

Tabla 10: Número de encuestas a nivel distrital para los productores de mandarinas en el Departamento de Lima

| Provincia | Distrito | Producción TM | Participación en la producción en porcentaje | Número de encuestas |
|-----------|----------------------|---------------|--|---------------------|
| Huaral | Huaral | 93,360 | 67.6 | 168 |
| | Aucallama | 52,777 | 27.1 | 68 |
| | Chancay | 4,555 | 5.3 | 13 |
| | San Vicente | 14,664 | 28.5 | 26 |
| | Imperial | 13,820 | 28.7 | 26 |
| | San Luis | 12,469 | 16.8 | 17 |
| Cañete | Quilmana | 9,484 | 14.4 | 13 |
| | Nuevo Imperial | 6,542 | 9.3 | 12 |
| | Lunahuaná | 443 | 0.6 | 0 |
| | Santa Cruz de Flores | 245 | 0.4 | 0 |
| | Chilca | 581 | 1.2 | 2 |
| Total | | 351,575 | 100 | 342 |

Fuente: Elaborado con data del CENAGRO (2012).

El resultado del muestreo estratificado brindó los siguientes requerimientos para el levantamiento de información: 249 encuestas en Huaral y 93 encuestas requeridas en Cañete (Tabla 10).

Tabla 11: Número de encuestas a nivel distrital para los productores de Limones en el Departamento. de Piura

| Provincia | Distrito | Número de productores |
|--------------|--------------|-----------------------|
| Piura | Tambo Grande | 192 |
| | Piura | 32 |
| | Las Lomas | 12 |
| | Catacaos | 1 |
| | Curamori | 1 |
| | Castilla | 1 |
| Sullana | Sullana | 65 |
| | Miguel Checa | 2 |
| | Marcavelica | 1 |
| Morropón | Chulucanas | 51 |
| | Buenos Aires | 3 |
| | La Matanza | 3 |
| | Salitral | 3 |
| Total | | 367 |

Fuente: Elaborado con data del CENAGRO (2012) y SIEA-MIDAGRI (2022)⁴.

El resultado del muestreo estratificado brindó los siguientes requerimientos para el levantamiento de información: 239 encuestas en Piura, 68 encuestas en Sullana y 60 encuestas requeridas en Morropón.

Productores

Asimismo, para la estimación de costos de producción de los cítricos se consideró datos secundario por entrevista a agentes de la asociación Procitrus y del SENASA, así como la entrevista a otros actores de la cadena productiva directa de cítricos para estimar costos asociados a transporte, logística, transformación, empaque, comercio local, regional, nacional e internacional que implican costos y jornales asociados; los informantes en este nivel fueron principalmente productores de cítricos, personal del SENASA, de Agencias Agrarias y la Dirección Regional de Agricultura, PROCITRUS, Empresas transformadoras en Piura, Lima, Ica y Junín, transportistas de carga, comerciantes de cítricos en nivel mayorista y minoristas, empresas exportadoras de cítricos, entre otros, que constituyen los actores de la cadena productiva directa.

Para la estimación de costos de producción se realizó una muestra no probabilística representativa a los productores con producción promedio de naranjas, mandarinas y limones, obtenidos de las encuestas muestrales, con la finalidad de obtener datos

⁴ Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias.

cuantitativos sobre los costos. La Tabla 12 muestra el número de encuestas de costos de producción aplicadas a productores promedios de cada categoría (pequeños y medianos), cuya selección de encuestados recayó en los datos obtenidos de la encuesta de producción que permitió identificar productores representativos del promedio muestral.

Tabla 12: Número de encuestas de costos de producción a nivel provincial a productores de cítricos

| Cítricos | Provincia | Pequeño productor | Mediano productor |
|--------------|-------------|-------------------|-------------------|
| Naranjas | Chanchamayo | 3 | 1 |
| | Satipo | 3 | 1 |
| Mandarinas | Huaral | 4 | 1 |
| | Cañete | 1 | 2 |
| | Chincha | 0 | 1 |
| Limonos | Piura | 1 | 1 |
| | Sullana | 1 | 0 |
| | Morropón | 1 | 0 |
| Total | | 14 | 7 |

Fuente: Elaborado a partir de los datos de la encuesta.

Tratamiento de los datos recolectados

Los datos recolectados mediante la aplicación del cuestionario a los productores de naranja, mandarinas y limones, se digitalizaron haciendo uso del programa Excel 2019. Primero se procedió con la identificación de los tipos de productores; posterior a ello se realizó el análisis de diversas características y variables.

3.2.1. Variables de análisis

Las variables utilizadas fueron:

Primer objetivo

Producción: Para la producción de naranjas (Junín y Pasco-Oxapampa), mandarinas (Lima e Ica) y limones (Piura, Lambayeque y Tumbes) se consideraron: Producción, superficie cosechada, rendimiento de producción por hectárea y cantidad de exportación.

Actores⁵: Jornaleros, acopiadores, conductores, empresas, ayudantes y vendedores regionales.

Factores de riesgo: Lugar de adquisición de plántones, desconocimiento de síntomas del HLB, número de veces que realiza control de plagas al año, distancia entre la unidad agropecuaria y el centro poblado, distancia entre la unidad agropecuaria y la carretera central, pertenecer a una asociación de cítricos, participación de alguna charla sobre HLB, movimiento de frutas en la unidad agropecuaria y disposición de eliminar un árbol si presenta HLB.

Segundo objetivo

Producción: Proporción de plantas con síntomas del HLB, proporción de plantas con síntomas de HLB en el año cero, tasa anual de progreso de incidencia. Proporción de área de la copa del árbol con HLB, tasa anual del progreso de la severidad, tasa anual de progreso de incidencia y proporción de área de la copa del árbol con HLB en el año cero.

Tercer objetivo

Beneficios: Valor de producción, pérdida de producción, reducción de empleo y pérdidas evitadas.

Costos: Gobierno, Procitrus⁶ y productores. Proveedores de insumos: viveros y otros. Productores primarios. Acopiadores: acopiador y transportista. Transformadores: procesadores, acopiadores, empacadores y mermas. Transportadores: transportistas, estibador y desestibador. Comercio: exportadores, mayoristas de Lima y Mercado regional. Consumo: consumidor interno, consumidor externo y consumidor regional. Implementación del Plan Fitosanitario.

⁵ Obtenido del estudio “Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú” (IICA 2018).

⁶ Procitrus es una asociación civil sin fines de lucro, conformada por personas naturales y jurídicas productoras de cítricos del Perú, además conforman el 85 por ciento de las exportaciones de cítricos del país. Por lo cual es de su interés la prevención del HLB en el mercado peruano.

3.2.2. Métodos de análisis

Para la verificación de la HE1 se revisó los resultados de las encuestas aplicadas en campo, siendo de 367 para limones, de 342 para mandarinas y 345 para naranjas. Con esa base de datos se obtuvieron los siguientes indicadores:

- **Datos del productor y del predio**
 - Características principales del hogar del productor y ocupación: miembros del hogar, parentesco con el jefe del hogar y ocupación.
 - Nivel educativo de los productores.
 - Nivel de ingreso mensual del productor y las fuentes de ingresos del productor.

- **Datos de la estructura agraria y destino de la producción**
 - Distribución de productores por provincia y tamaño de productor.
 - Porcentaje de árboles de cítricos por categoría de edad.
 - Destino de la producción según tipo de productor y destino de la venta.
 - Certificaciones de la producción de cítricos.
 - Procedencia de los plántones adquiridos por los productores.
 - Enfermedades que aquejan a las plantaciones de cítricos.
 - Manejo fitosanitario y principales plagas que afectan a las plantaciones.
 - Cadena de comercio de los cítricos.

- **Análisis Clúster**

Asimismo, se realizó un análisis clúster para cada región de estudio y tipo de producto, a fin de identificar los potenciales riesgos de ingreso y propagación del HLB, que podrían modificar el escenario prospectivo tendencial, el mismo realizado bajo el método del codo (Elbow Method, ecuación 1), que identifica el número óptimo de Clústeres que agrupan a todos los productores encuestados según características próximas, similitudes y comportamientos semejantes en las variables mixtas (cuantitativas y cualitativas), ante el ingreso del HLB. Así, el número de clústeres óptimo fue seleccionado mediante la metodología ELBOW.

$$distorsion = \sum_i^N \frac{||X_i - centroide||^2}{N} \dots\dots\dots(1)$$

- **El escenario tendencial de producción sin HLB**

Este escenario, se estimó con un modelo que permite demostrar la relación de la variable endógena “Y₁” (producción de mandarina, limón y naranja) explicada por las variables exógenas agronómicas y económicas que son: superficie cosechada, rendimiento y valor de la producción, con un análisis del periodo 1980 al 2022.

Forma funcional del modelo:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3$$

Donde,

Y_i: Producción (kg)

β₀: Intercepto

X_i: Superficie cosechada (sumatoria)

X₂: Rendimiento de producción por hectárea (promedio)

X₃: Cantidad exportación (agregado)

Tras realizar el análisis de variables, se estimó el comportamiento tendencial de la producción a lo largo del periodo de estudio (2023 – 2045), mediante un modelo de predicción lineal (naranja y mandarinas) y logarítmico para el limon, basado en los datos históricos de la producción de 1980 al 2022 con naturaleza de serie de tiempo. Esto permitió esbozar una función que proyecta la producción de los cítricos hasta el año 2045 con un alto grado de significancia y coeficiente de determinación estadística (Para la mandarina un R²: 0.9513, naranja un R²: 0.9815 y para el limón un R²: 0.7217) y que contaba con la aprobación de expertos que brindaron su validación en base al criterio que consideraban más adecuado para la proyección de la producción de los tres cítricos hasta el año 2045.

Se estimó un modelo lineal con el objetivo de estimar los parámetros β₁ y β₂ de la ecuación 1, a partir de los datos muestrales que disponemos (Anexo 1). Se consideraron los datos observados de la producción de cítricos de las tres macrorregiones: Costa Norte (limón), Costa Central (mandarina) y Selva Central (naranjas), desde 1980 a 2022, y se tuvo como apoyo el programas Excel 2019.

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_i \dots\dots\dots(1)$$

El modelo econométrico permite determinar el escenario tendencial 2023-2045 (*business as usual*) para la producción de cada cítrico para el lugar de estudio seleccionado, casos la macrorregión Costa Norte (Piura, Lambayeque y Tumbes), la macrorregión Costa Central

(Lima e Ica) y la Macrorregión Selva Central (Junín y Pasco-Oxapampa). Para la estructuración de los escenarios alternativos del HLB y sus potenciales efectos, serán en dos escenarios alternativos (optimista y pesimista), bajo el supuesto que ingresa la *Diaphorina citri* el año 2024 ò 2025 y el HLB se reconoce oficialmente el año 2026, para evaluar su impacto sobre la cadena productiva directa (pérdidas de producción, pérdidas de jornales y de ganancias no realizadas en la cadena productiva directa hasta el año 2045).

3.2.3. Modelo epidemiológico

Antes de presentar los flujos de aplicación del modelo epidemiológico para la obtención de la producción con HLB en los distintos escenarios planteados, es necesario conocer la interrelación entre los actores de las cadenas productivas del limon, mandarina y naranjas. En los resultados se realiza el análisis de cada flujo por hectárea, rango de edad de los árboles, y por cada año del periodo de estudio en los escenarios planteados.

Cadenas productivas del limón, mandarinas y naranjas e interrelación entre actores

La identificación y estructuración de las cadenas productivas directas de cítricos obedeció a talleres realizados con los actores directos e indirectos de la cadena productiva de cítricos, caso para el limón (en Piura), para mandarinas (en Huaral), y para naranjas con entrevistas a actores de la cadena productiva de Junín, estos talleres fueron apoyados por el IICA el año 2018. Esa información es la que se considera a fin de tener información de los actores a ser afectados por el ingreso del HLB a las macrorregiones del país (Figuras 5, 6 y 7).

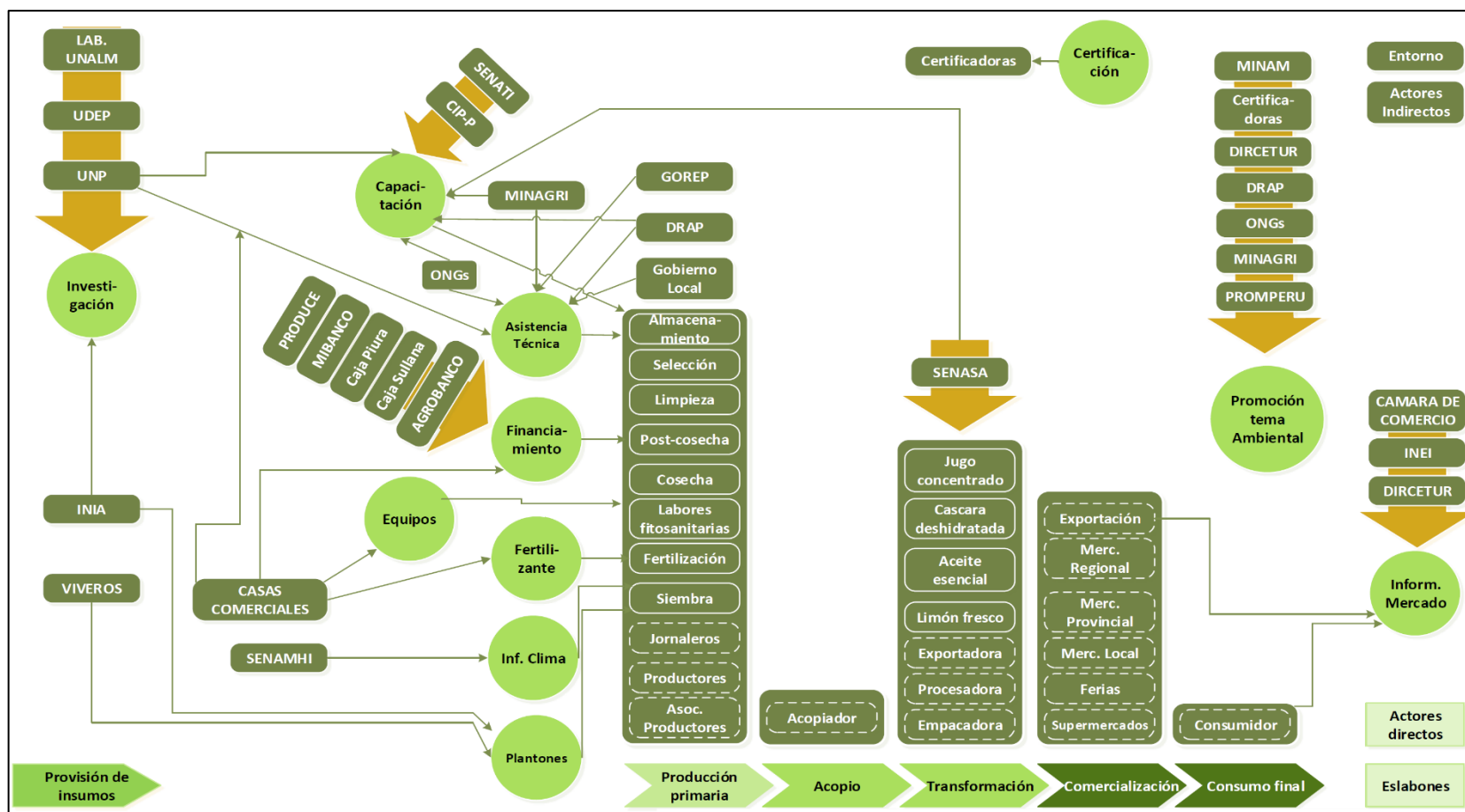


Figura 5: Cadena productiva del limón en Piura, interrelación entre actores

Fuente: Estudio “Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú”, IICA (2018).

En la Figura 5, se señalan los eslabones que conforman la cadena productiva del limón, conformada por eslabones que van desde la provisión de insumos, fases de producción, acopio, transformación, comercio, hasta el consumidor nacional y extranjero (IICA 2018).

En el eslabón de la producción primaria, los viveros y las casas comerciales proveen de insumos y maquinarias a los productores para la siembra, trasplante y fertilización, entre otros procesos (por lo general realizados con asistencia técnica o capacitación), hasta llegar al almacén desde donde se comercializa a mayoristas que distribuyen el limón a empacadoras y procesadoras, algunas de ellas son también exportadoras (IICA 2018).

Se han identificado once categorías que agrupan a los actores, señaladas mediante círculos como capacitación, investigación, asistencia técnica, financiamiento, entre otros. Algunos agentes regionales son relevantes para el dinamismo de la cadena en su territorio (IICA 2015), como el caso de SENASA que actúa en diversos eslabones productivos, de transformación y de comercio, brindando capacitación y asistencia técnica a los productores, inspección, verificación y certificación fitosanitaria, en el comercio y acondicionamiento del producto (IICA 2018).

La Dirección Regional de Piura también es un articulador entre los diversos eslabones, pues brindan capacitación y asistencia técnica a los productores, además canaliza los proyectos y programas para mejora del desarrollo de la agricultura (IICA 2015). También las Casas Comerciales proveen fertilizantes y plaguicidas, así como brindan asistencia técnica y abastecen de maquinaria a los productores (IICA 2018).

La Figura 6 muestra la cadena productiva de la mandarina con sus eslabones en los circuitos regional, nacional e internacional, identificando once categorías que agrupan a los actores (IICA 2018).

La Asociación de Productores de Cítricos del Perú (PROCITRUS) fue identificada por los actores durante el Taller como uno de los agentes relevantes en la dinamización de la cadena productiva de mandarina ya que brindan asistencia técnica, capacitación y promoción. Las casas comerciales proveen fertilizantes y maquinarias, además de capacitación y asistencia técnica a los productores. Por su lado, la Dirección Regional de Lima también brinda capacitación, asistencia técnica y además provee de información de mercado (IICA 2018).

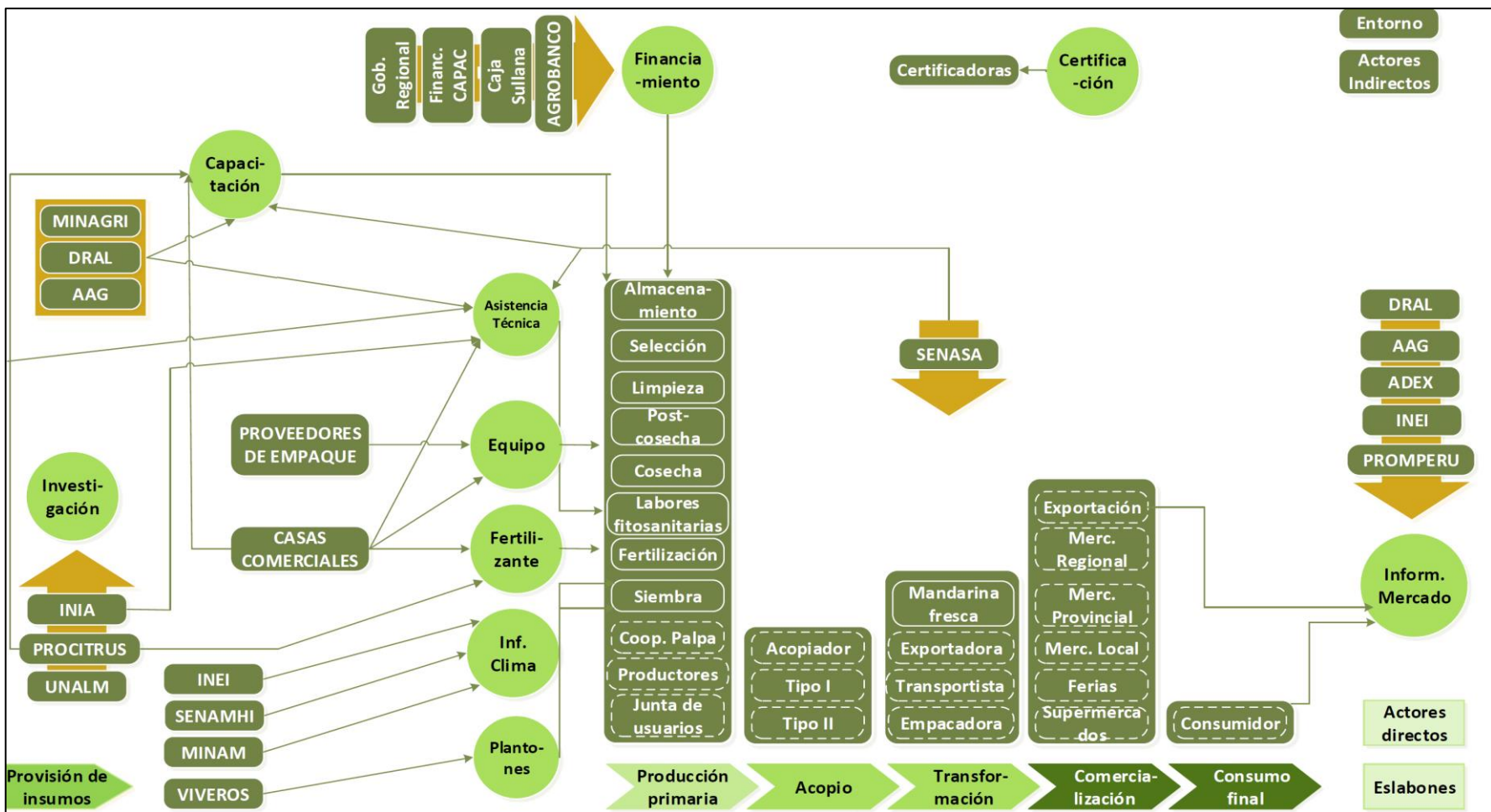


Figura 6: Cadena productiva de la mandarina en el Departamento de Lima

Fuente: Estudio “Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú”, IICA (2018).

La Figura 7, muestra la cadena productiva de la naranja conformada por eslabones que van desde la provisión de insumos, fases de producción, acopio, transformación, comercio, hasta el consumidor nacional y extranjero (IICA 2018).

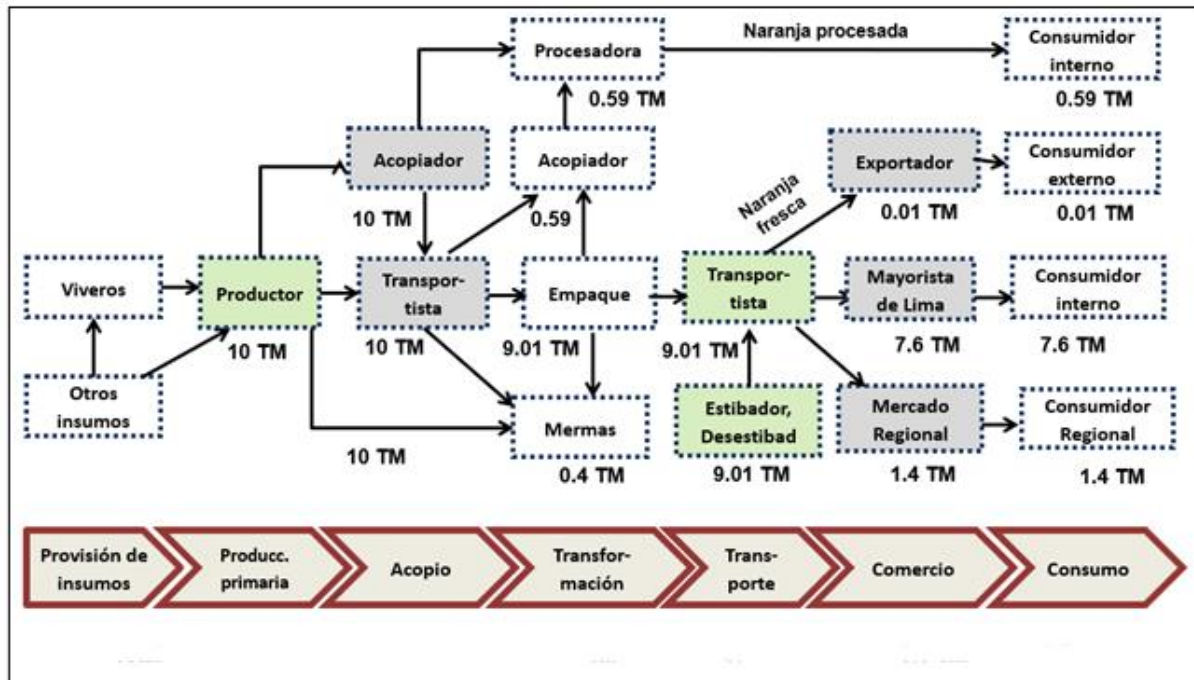


Figura 7: Cadena productiva de la naranja de Junín

Fuente: Estudio “Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú”, IICA (2018).

Para la demostración de la hipótesis 2, se utilizó los flujos de aplicación del modelo epidemiológico para la obtención de la producción con HLB en los distintos escenarios planteados y para los tres cítricos en estudio.

En la Figura 8, la zona de HLB muestra que la Severidad total (S_n) está en función de las variables de severidad (s_t) e incidencia (y_t) las cuales poseen sus propias características. Con los datos de las encuestas aplicadas, se obtiene el Rendimiento con HLB (RY_t) que se encuentra en función a la Severidad total (S_n), que se utilizan en todos los escenarios para la obtención de la producción con la enfermedad del HLB.

Así, la estimación de la producción con HLB en los escenarios planteados, se diferencian entre sí en el cálculo por hectárea del número de árboles, en la superficie cosechada y en la producción por rango de edades de árboles; en tanto los rendimientos se mantienen en todos

los escenarios, su afectación deviene de la superficie afectada por la enfermedad. La estimación de la producción con HLB se obtuvo al multiplicar la “producción en una hectárea” (libre de HLB) y los rendimientos con HLB (RYt) según los rangos de edades, respectivamente.

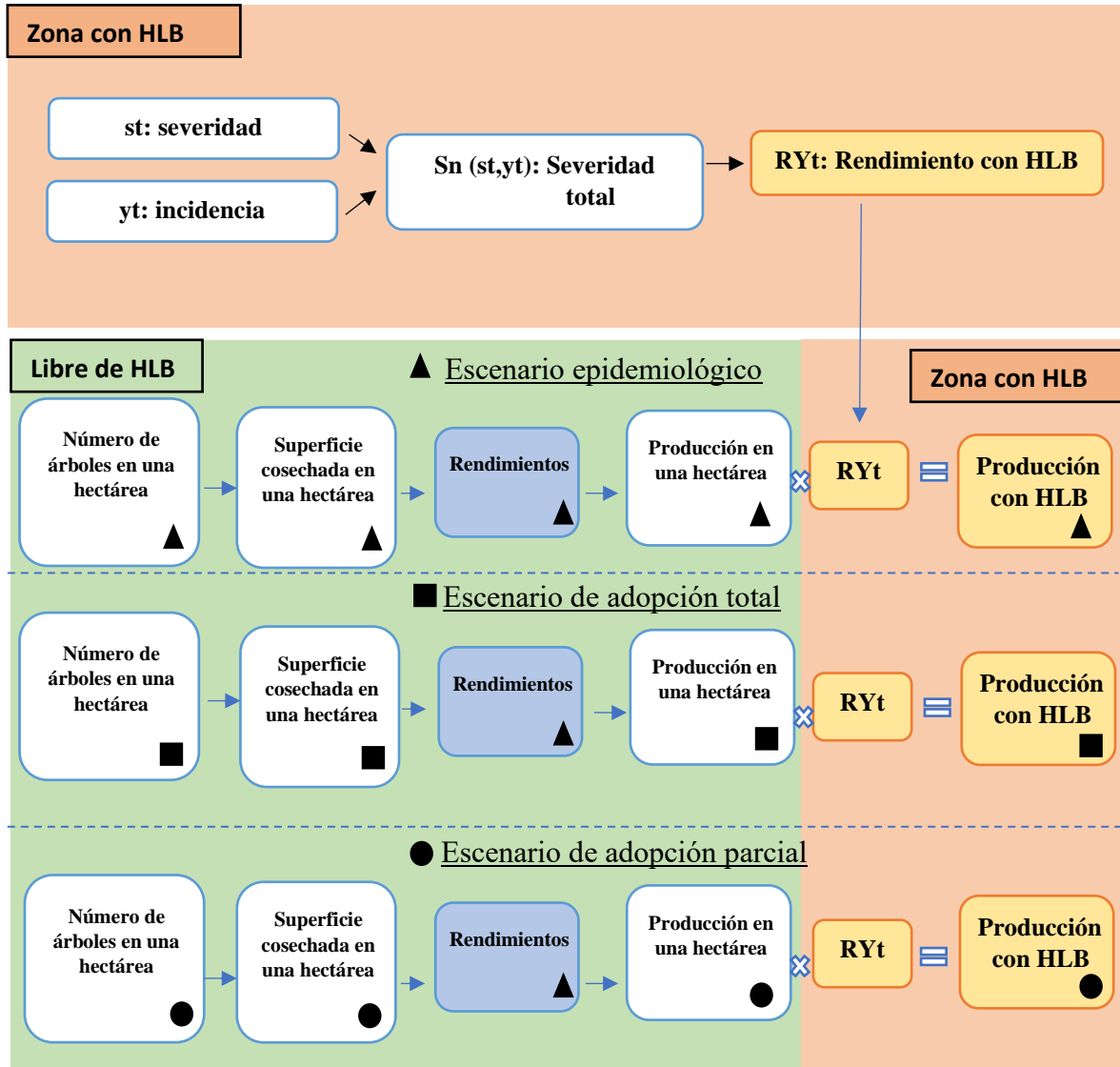


Figura 8: Flujos de aplicación modelo epidemiológico para la obtención de producción con HLB en los distintos escenarios planteados

Fuente: Katherine Guadalupe (2022), que elaboró con información de Bassanezi & Bassanezi (2008).

Para la elaboración de los distintos escenarios, se consideró primero el tipo epidemiológico (con existencia de la enfermedad del HLB y sin PF). Además, se estimaron otros escenarios con HLB y PF, pero con adopción parcial de 25 por ciento de los productores, adopción parcial de 30 por ciento, adopción parcial de 40 por ciento, adopción parcial de 50 por ciento,

adopción parcial de 75 por ciento, y finalmente adopción total del 100 por ciento de productores (Tabla 19).

Para la elaboración del escenario productivo-epidemiológico se tuvo, como base el modelo epidemiológico de Bassanezi *et al.* (2011), además de considerar los aspectos regionales de los modelos reportados en los estudios de SIAP-SAGARPA (2012 y 2015) para el caso de México, suponiendo la incidencia de árboles sintomáticos (y_t) y la severidad del HLB en cada árbol sintomático (S_t) para cada año, y sin control de enfermedad. La ecuación 2 propuesta por Bassanezi *et al.* (2011) calcularon la proporción de plantas sintomáticas en bloques, en función de los años posteriores a la aparición del primer árbol sintomático:

$$y_t = e^{(-(-\ln y_0) \cdot e^{-rG \cdot t})} \dots\dots\dots(2)$$

Donde y_t es la proporción de árboles sintomáticos en t (años), el sub índice y_0 es la proporción de árboles sintomáticos cuando se registra la primera ocurrencia, y rG es la tasa de crecimiento anual de la incidencia de la enfermedad.

La ecuación 3, evalúa la severidad total del HLB en bloques, que se calcula con un modelo logístico:

$$S_t = \frac{S_0}{S_0 + (1 - S_0) e^{-rS \cdot t}} \dots\dots\dots(3)$$

La ecuación 3, donde S_t es la proporción de síntomas en las hojas de un árbol dependiendo de los años posteriores a la aparición de los síntomas; S_0 es la severidad inicial o la proporción de síntomas en la corona cuando aparecen por primera vez, y t es la edad del árbol cuando la enfermedad se registra por primera vez.

Bassanezi (2008) argumenta que la tasa de severidad (rS) varía según la edad de las plantas; y, por lo tanto, determina como parámetro las siguientes tasas: de 0 a 2 años, la tasa es de 3.68; de 3 a 5 años, de 1.84; de 6 a 10 años, de 0.92; y más de 10 años, de 0.69.

Con los valores obtenidos de las ecuaciones (2) y (3) se calcula la severidad total del HLB en el huerto en el tiempo para cada rango de edad (Bassanezi & Bassanezi, 2008).

$$S_n = \sum_{j=0}^{j=n} (y_j - y_{j-1}) S_{t-j} \dots\dots\dots(4)$$

Luego de ello, relaciona la producción con la gravedad de la enfermedad, representada por un modelo exponencial negativo:

$$RYt = e^{-1,85*S} \quad (5)$$

donde RYt representa la proporción de producción de huertos infectados en relación a los huertos saludables; S (Severidad de los síntomas) es la proporción de la corona con síntomas; y -1.85 es un parámetro para la variedad de naranja dulce.

Como en el Perú no existe el HLB, los modelos consideraron en los parámetros las informaciones de campo para la naranja dulce de Brasil, aplicada a los tres productos a fin de tener homogeneidad en los parámetros para las estimaciones prospectivas, en el caso del limón se simuló también con parámetros para el limón mexicano, que es equivalente al limón sutil peruano.

Escenario epidemiológico (con HLB y sin PF)

Los flujos de aplicación del modelo epidemiológico para la obtención de producción con HLB en los distintos escenarios planteados. En la figura 7, la zona que muestra que la severidad total (S_n) está en función de las variables de severidad (s_t) e incidencia (y_t) y que poseen sus propias funciones. Luego se obtiene el Rendimiento con HLB (RYt) que se encuentra en función a la Severidad total, que será indispensable en todos los escenarios para la obtención de la producción con HLB.

Naranjas

Para el caso de las naranjas, el escenario de producción con HLB y sin PF al 2045 supone que:

- Los árboles se renuevan cada 25 años (siete árboles se retiran y se plantan por ha),
- Se mantienen 255 árboles por ha,
- Los árboles nuevos de 0-2 años no producen frutos, y
- El año 2026 ingresa la enfermedad al Perú. La superficie cosechada considera cambios en cantidad de árboles de categoría de edad, Tabla 13, por ello la cantidad de árboles toman los valores de w_0 para 0 a 2 años, x_0 para 3 a 5 años, y_0 para 6 a 10 años y z_0 para más de 10 años, y el año cero los valores son 34, 58, 114 y 49 árboles respectivamente.

Tabla 13: Número de árboles en una hectárea por categoría de edades a través del tiempo

| | t | wt (0-2 años) | xt (3-5 años) | yt (6-10 años) | zt (+ 10 años) |
|------|----|-------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| 2026 | 0 | w0 | x0 | y0 | z0 |
| 2027 | 1 | w0+7 | x0 | y0 | z0-7 |
| 2028 | 2 | w1+7-x1/4 | x1+w1/4 | y1 | z1-7 |
| 2029 | 3 | w2+7-x2/4 | x2+w2/4-x2/4 | y2+x2/4 | z2-n |
| | : | | | | |
| | : | | | ... | |
| 2044 | 18 | q17+7-x17/4+z17/4 | x17+w17/4-x17/4 | y17+x17/4-y17/4 | z17-7+y17/4 |
| 2045 | 19 | w18+7-x18/4+z18/4 | x18+w18/4-x18/4 | y18+x18/4-y18/4 | z18-7+y18/4 |

Para la superficie cosechada se considera las tres últimas categorías, siendo la suma igual a kt en el tiempo t . Asimismo, at , bt , y ct representan la participación de superficie cosechada de cada categoría (Tabla 14, ecuación 5).

$$xt + yt + zt = kt.....(5)$$

Tabla 14: Participación superficie cosechada en una ha por categoría de edad de los árboles a través del tiempo

| Año | t | at (3-5 años) | bt (6-10 años) | ct (+ 10 años) | kt (xt+yt+zt) |
|------|----|---------------|----------------|----------------|---------------|
| 2026 | 0 | x0/k0 | y0/k0 | z0/k0 | k0 |
| 2027 | 1 | x1/k1 | y1/k1 | z1/k1 | k1 |
| 2028 | 2 | x2/k2 | y2/k2 | z2/k2 | k2 |
| 2029 | 3 | x3/k3 | y3/k3 | z3/k3 | k3 |
| 2044 | 18 | x17/k17 | y17/k17 | z17/k17 | k17 |
| 2045 | 19 | x18/k18 | y18/k18 | z18/k18 | k18 |

El cálculo de superficie cosechada por ha, de la naranja, considera un rendimiento de 22 t/ha (promedio 2018-2022 y el tiempo (t) incrementa en 1 por año adicional), y se divide la producción total el año t (P_t) entre 22 t y se obtiene la superficie cosechada total en el tiempo ($Spct$), que se multiplica con at , bt , y ct para obtener superficie de cada categoría de edad, así, dt , et , y ft representa la superficie cosechada de las categorías de 3 a 5 años, 6 a 10 años y más de 10 años (Tabla 15).

Tabla 15: Producción total, superficie cosechada total y por categoría de edad de los árboles, a través del tiempo

| | t | Pt (producción) | Spc t (superficie cosechada) | dt (3-5 años) | et (6-10 años) | ft (+ 10 años) |
|------|----|--------------------|---------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| 2026 | 0 | P0 | P0/22 | (Spc0) (a0) | (Spc0) (b0) | (Spc0) (c0) |
| 2027 | 1 | P1 | P1/22 | (Spc1) (a1) | (Spc1) (b1) | (Spc1) (c1) |
| 2028 | 2 | P2 | P2/22 | (Spc2) (a2) | (Spc2) (b2) | (Spc2) (c2) |
| 2029 | 3 | P3 | P3/22 | (Spc3) (a3) | (Spc3) (b3) | (Spc3) (c3) |
| 2044 | 18 | P18 | P18/22 | (Spc18) (a18) | (Spc18) (b18) | (Spc18) (c18) |
| 2045 | 19 | P19 | P19/22 | (Spc19) (a19) | (Spc19) (b19) | (Spc19) (c19) |

Los rendimientos en el tiempo se resolvieron con el *Solver* de Excel 2019, donde el objetivo fue α para un valor igual a cero, Pt la producción total, PAt la producción de 3 a 5 años, PBt la producción de 6 a 10 años, y PCt la producción mayor a 10 años (Tabla 16, ecuación 6).

$$\alpha = \sum_{t=0}^{21} (Pt - PAt - PBt - PCt) \dots \dots (6)$$

Tabla 16: Rendimiento y producción por categoría de edades a través del tiempo

| | t | RA t (3-5 años) | RB t (6-10 años) | RC t (+ 10 años) | PAt (3-5 años) | PBt (6-10 años) | PCt (+ 10 años) |
|------|----|--------------------|---------------------|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| 2026 | 0 | RA0 | RB0 | RC0 | (Spc0) (RA0) | (Spc0) (RB0) | (Spc0) (RC0) |
| 2027 | 1 | RA1 | RB1 | RC1 | (Spc1) (RA1) | (Spc1) (RB1) | (Spc1) (RC1) |
| 2028 | 2 | RA2 | RB2 | RC2 | (Spc2) (RA2) | (Spc2) (RB2) | (Spc2) (RC2) |
| 2044 | 18 | RA18 | RB18 | RC18 | (Spc18)(RA18) | (Spc18)(RB18) | (Spc18) (RC18) |
| 2045 | 19 | RA19 | RB19 | RC19 | (Spc19)(RA19) | (Spc19)(RB19) | (Spc19) (RC19) |

RA t, RB t y RC t son los rendimientos para cada categoría, siendo que $7 \leq RA t \leq 14$; $14 \leq RB t \leq 20$; $26 \leq RC t \leq 45$; $at = 0$, solo se añade cuando sea necesario.

Finalmente, para calcular la producción total con HLB y sin PNF, se multiplicó PAt, PBt y PCt que son producción por rango de edades sin HLB por RYt que serían los rendimientos con HLB según la categoría que corresponde. Por lo que la suma total de los resultados ($\delta t + \epsilon t + \theta t$) a través del tiempo será la producción total (Pt) con HLB y sin PNF.

Escenario de adopción total (con HLB y 100 por ciento de productores aplican el PF)

El escenario se simula que todos los productores de naranja adoptan el PF, con los supuestos anteriores, pero en este caso se elimina 2 por ciento de árboles anual/ha, variando la superficie cosechada, pero la cantidad de árboles de cada categoría toman valores de w_0 de

0 a 2 años, x_0 de 3 a 5 años, y_0 de 6 a 10 años y z_0 para más de 10 años. El escenario epidemiológico calcula la participación de superficie cosechada por edades y obtiene la nueva superficie por categoría de edad (PA_t, PB_t y PC_t), las que se multiplican con los rendimientos sin HLB, para obtener la producción total de este escenario, se suman estas tres categorías que es la nueva producción total (Tabla 17).

Tabla 17: Número de árboles en una hectárea por categoría de edades a través del tiempo, con una eliminación del 2 por ciento de árboles anualmente

| | t | W _t (0-2 años) | X _t (3-5 años) | Y _t (6-10 años) | Z _t (+ 10 años) |
|------|----|--|---|---|--------------------------------------|
| 2026 | 0 | $w_0 - \mu(2\%)/4 + \mu(2\%)$ | $x_0 - \mu(2\%)/4$ | $y_0 - \mu(2\%)/4$ | $z_0 - \mu(2\%)/4$ |
| 2027 | 1 | $w_0 + 7 - \mu(2\%)/4 + \mu(2\%)$ | $x_0 - \mu(2\%)/4$ | $y_0 - \mu(2\%)/4$ | $z_0 - 7 - \mu(2\%)/4$ |
| 2028 | 2 | $w_1 + 7 - x_1/4 - \mu(2\%)/4 + \mu(2\%)$ | $x_1 + w_1/4 - \mu(2\%)/4$ | $y_1 - \mu(2\%)/4$ | $z_1 - 7 - \mu(2\%)/4$ |
| 2029 | 3 | $w_2 + 7 - x_2/4 - \mu(2\%)/4 + \mu(2\%)$ | $x_2 + w_2/4 - x_2/4 - \mu(2\%)/4$ | $y_2 + x_2/4 - \mu(2\%)/4$ | $z_2 - 7 - \mu(2\%)/4$ |
| ... | | ... | ... | | |
| ... | | ... | | | |
| 2044 | 18 | $w_{17} + 7 - x_{17}/4 + z_{17}/4 - \mu(2\%)/4 + \mu(2\%)$ | $x_{17} + w_{17}/4 - x_{17}/4 - \mu(2\%)/4$ | $y_{17} + x_{17}/4 - y_{17}/4 - \mu(2\%)/4$ | $z_{17} - 7 + y_{17}/4 - \mu(2\%)/4$ |
| 2045 | 19 | $w_{18} + 7 - x_{18}/4 + z_{18}/4 - \mu(2\%)/4 + \mu(2\%)$ | $x_{18} + w_{18}/4 - x_{18}/4 - \mu(2\%)/4$ | $y_{18} + x_{18}/4 - y_{18}/4 - \mu(2\%)/4$ | $z_{18} - 7 + y_{18}/4 - \mu(2\%)/4$ |

Escenarios de adopción parcial (con HLB y un porcentaje de los productores que cumplen los protocolos del PF)

En estos casos, la superficie cosechada se divide entre adoptantes y no adoptantes. Los escenarios de 25, 40, 50 y 75 por ciento de productores que adoptan el PF ocasionan la remoción del 3 por ciento de árboles anuales (por el HLB). Para la parte de productores que no realizan ningún control se usa el escenario epidemiológico. Posteriormente se suma la producción de ambos tipos de productores (Tabla 18).

Tabla 18: Número de árboles en una hectárea por categoría de edades a través del tiempo, con una eliminación del 3 por ciento de árboles anualmente

| t | | Wt (0-2 años) | Xt (3-5 años) | Yt (6-10 años) | Zt (+ 10 años) |
|------|----|--|---|---|--------------------------------------|
| 2026 | 0 | $w_0 - \mu(3\%)/4 + \mu(3\%)$ | $x_0 - \mu(3\%)/4$ | $y_0 - \mu(3\%)/4$ | $z_0 - \mu(3\%)/4$ |
| 2027 | 1 | $w_0 + 7 - \mu(3\%)/4 + \mu(3\%)$ | $x_0 - \mu(3\%)/4$ | $y_0 - \mu(3\%)/4$ | $z_0 - 7 - \mu(3\%)/4$ |
| 2028 | 2 | $w_1 + 7 - x_1/4 - \mu(3\%)/4 + \mu(3\%)$ | $x_1 + w_1/4 - \mu(3\%)/4$ | $y_1 - \mu(3\%)/4$ | $z_1 - 7 - \mu(3\%)/4$ |
| 2029 | 3 | $w_2 + 7 - x_2/4 - \mu(3\%)/4 + \mu(3\%)$ | $x_2 + w_2/4 - x_2/4 - \mu(3\%)/4$ | $y_2 + x_2/4 - \mu(3\%)/4$ | $z_2 - 7 - \mu(3\%)/4$ |
| | | ... | ... | ... | ... |
| | | ... | ... | ... | ... |
| 2043 | 17 | $w_{16} + 7 - x_{16}/4 + z_{16}/4 - \mu(3\%)/4 + \mu(3\%)$ | $x_{16} + w_{16}/4 - x_{16}/4 - \mu(3\%)/4$ | $y_{16} + x_{16}/4 - y_{16}/4 - \mu(3\%)/4$ | $z_{16} - 7 + y_{16}/4 - \mu(3\%)/4$ |
| 2044 | 18 | $w_{17} + 7 - x_{17}/4 + z_{17}/4 - \mu(3\%)/4 + \mu(3\%)$ | $x_{17} + w_{17}/4 - x_{17}/4 - \mu(3\%)/4$ | $y_{17} + x_{17}/4 - y_{17}/4 - \mu(3\%)/4$ | $z_{17} - 7 + y_{17}/4 - \mu(3\%)/4$ |
| 2045 | 19 | $w_{18} + 7 - x_{18}/4 + z_{18}/4 - \mu(3\%)/4 + \mu(3\%)$ | $x_{18} + w_{18}/4 - x_{18}/4 - \mu(3\%)/4$ | $y_{18} + x_{18}/4 - y_{18}/4 - \mu(3\%)/4$ | $z_{18} - 7 + y_{18}/4 - \mu(3\%)/4$ |

Para estimar la producción de los escenarios parciales, se acuden a los mismos supuestos anteriores, y se elimina el 3 por ciento de árboles anual/ha de productores que adoptan el PNF. Se evaluó la superficie a través del tiempo que varía respecto al escenario de adopción, así, el número de árboles cambia en el tiempo en cantidad de árboles de cada categoría, estos toman los valores que de w_0 de 0 a 2 años, x_0 de 3 a 5 años, y_0 de 6 a 10 años y z_0 para más de 10 años, en el tiempo cero los valores son 34, 58, 98 y 77 árboles. El porcentaje de productores que no adoptan el PF fue equivalente a la superficie cosechada que no aplica al programa, donde se considera la metodología del escenario epidemiológico. Finalmente, la suma de la producción de los productores adoptantes y no adoptantes en los escenarios, será igual a la producción total de esos escenarios.

Escenario epidemiológico con HLB y sin PF para la mandarina y limón

El primer escenario para la mandarina, producción al 2045 en la macrorregión Costa Central, donde se comprueba la presencia de HLB y no existe ningún plan de contingencia de parte del gobierno; se consideran los supuesto⁷ siguientes:

- Los árboles se renuevan cada 20 años.
- Anualmente existen 36 árboles removidos y 36 plántones sembrados por hectárea.
- En una hectárea siempre se mantendrían 616 árboles.
- Los árboles de 0 a 2 años no producen fruto.

⁷ Supuestos establecidos por juicio de expertos de la zona de producción de mandarina, resultado de las encuestas y del taller de estudio “Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú”, (IICA 2018).

- El vector de la enfermedad ingresa al Perú en el año 2024-2025.
- El rendimiento de la mandarina por hectárea es 37.55 toneladas

Para el caso del limón, producción al 2045 en la macrorregión Costa Norte, se consideran los siguientes supuestos para la construcción del primer escenario

- Los árboles se renuevan cada 20 años.
- Anualmente se remueven 10 árboles y se siembran diez (10) plántones nuevos en una hectárea.
- En una hectárea siempre se mantendrán 300 árboles.
- Los árboles de la categoría de 0-2 años no producen frutos.
- En el año 2026 ingresa la enfermedad al Perú.
- El rendimiento del limón por hectárea es 12 toneladas.

Para evaluar los cambios en la superficie cosechada, producción y rendimientos se utilizan al igual que la naranja, las tablas 13, 14, 15, 16, 17 y 18, lo que cambian en algunos casos son los parámetros y/o supuestos para cada cultivo en particular.

Para determinar, el análisis beneficio – costo de implementar un programa fitosanitario (PF) de prevención, monitoreo y control del HLB que sustentaría la intervención de la política pública a fin de evitar pérdidas de producción y efectos negativos sobre el empleo e ingresos monetarios en la cadena productiva directa de los cítricos en el país, debido al impacto que causaría el HLB hasta el año 2045, se considera la siguiente metodología:

Pérdidas evitadas y las simulaciones de escenarios en la relación Beneficio/Costo (B/C), para los tres productos materia de estudio. Para su demostración, se utilizó el ratio beneficio – costo de implementar un programa nacional fitosanitario, en ese caso la interpretación es si es positivo y mayor a uno, se sustenta la intervención de la política pública que evite pérdidas de producción y efectos negativos en la cadena productiva directa de los tres productos, limón, mandarina y naranja, en las macrorregiones Costa Norte, Costa Central y Selva Central respectivamente.

Para el análisis beneficio / costo (ABC) se plantearon diversos escenarios ante el posible ingreso del HLB a las macrorregiones consideradas en el estudio, de tal forma que se pudiera evidenciar la factibilidad de implementar una política pública que contuviera el avance de la enfermedad ante distintos niveles de gravedad e impacto en la producción de los cítricos.

Cada escenario es distinto del otro en cuanto al nivel de adopción de los productores de limón mandarina y naranja al Programa Fitosanitario (PF) como también en la rapidez de propagación de la enfermedad, teniendo en consideración que al ser menor el nivel de adopción del PF, será mayor la magnitud y velocidad de propagación de la enfermedad en cultivos de mandarina, y viceversa (Tabla 19).

Tabla 19: Escenarios alternativos del análisis beneficio / costo para adopción del Programa Fitosanitario y evaluación de resultados

| No | Tipo de escenario | Características |
|----|--------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Tendencial, sin HLB | Producción sin ingreso del HLB |
| | Con HLB | Producción con HLB y sin PF |
| 2 | Epidemiológico | Adoptan el PF |
| 3 | Adopción Parcial 25 por ciento | 25 por ciento de productores |
| 4 | Adopción Parcial 30 por ciento | 30 por ciento de productores |
| 5 | Adopción Parcial 40 por ciento | 40 por ciento de productores |
| 6 | Adopción Parcial 50 por ciento | 50 por ciento de productores |
| 7 | Adopción Parcial 75 por ciento | 75 por ciento de productores |
| 8 | Adopción Total 100 por ciento | 100 por ciento de los productores |

El análisis de beneficio-costo se utilizó a fórmula de Miranda *et al.* (2012):

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{j=0}^n R_j / (1+i)^j}{\sum_{j=0}^n C_j / (1+i)^j}$$

Y se aplicó como se indica a continuación:

- Estimación en términos monetarios los costos y beneficios relacionados en cada escenario y por cada producto.
- Incorporación de información sobre el programa fitosanitario (PF) además de sus costos y beneficios.

- Distribución de los costos y beneficios a través del tiempo.
- Conversión de la corriente futura de costos y beneficios a su valor actual neto (VAN) con una tasa social de descuento de ocho por ciento.
- Evaluación, ratio de beneficios/costos por la implementación del PF.

Si, la ratio B/C, se comportan, como se indican a continuación, sabremos si es o no beneficiosa la política pública a implementar:

Si, $B/C > 1$ demostraría que la política pública, implementada, es beneficiosa.

Si, $B/C < 1$ demostraría que la política pública, implementada, no es beneficiosa.

La tasa social de descuento utilizada es del ocho por ciento, debido que es la tasa que considera el gobierno peruano para evaluar los proyectos públicos (Seminario 2017).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados de las encuestas aplicadas, las proyecciones de la producción de la naranja, mandarina y limón en sus respectivas macrorregiones en los diferentes escenarios prospectivos y los cálculos del Análisis Beneficio Costo (ABC) para cada escenario de adopción del PF planteado. Por último, un análisis de los resultados obtenidos.

4.1. RESULTADOS DE LAS ENCUESTAS A LA POBLACIÓN OBJETIVO

4.1.1. Caracterización del productor

Las características del productor de cítricos (de limones en Piura, mandarinas en Lima y naranjas en Junín), en promedio 76 por ciento son hombres y 24 por ciento mujeres, 74 de ellos jefes de hogar con edad promedio de 54 años (Tabla 20), predominando la presencia masculina con edad avanzada para enfrentar nuevas condiciones productivas y de gestión económica que plantea el HLB. En la información de las encuestas, a pesar de ser lugares distantes donde se tomaron los datos, no se aprecia diferencias significativas entre los productores de los diferentes departamentos. La principal ocupación de los encuestados es ser agricultor, en el caso de mujeres es la conducción del hogar, si bien los productores realizan otras actividades para obtener ingresos, no todos lo hacen (Tabla 20 y Figura 8).

Tabla 20: Características del productor de cítricos en Perú

| | Limón | Mandarinas | Naranjas | Promedio |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|------------|
| | porcentajes | porcentajes | porcentajes | porcentual |
| Hombres | 79 | 79 | 71 | 76 |
| Mujeres | 21 | 21 | 29 | 24 |
| Jefe de hogar | 80 | 67 | 75 | 74 |
| Edad promedio (años) | 55 | 52 | 54 | 54 |
| Principal ocupación | | | | |
| - Agricultor | 86 | 83 | 88 | 86 |
| - Ama de casa | 13 | 13 | 12 | 13 |
| - Comerciante | 7 | 2 | 1 | 3 |
| - Otros | 5 | 5 | 3 | 4 |
| Nivel educativo | | | | |
| Superior (completo e incompleto) | 3.0 | 13.2 | 0.6 | 5.5 |
| Técnico (completo e incompleto) | 15.0 | 20.4 | 2.1 | 12.5 |
| Secundaria (completa e incomp.) | 66.4 | 55.6 | 46.2 | 56.3 |
| Primaria (completo e incompleto) | 13.5 | 8.8 | 47.3 | 23.0 |
| Sin instrucción | 2.1 | 2.0 | 3.8 | 2.6 |
| No. Encuestas | 366 | 342 | 345 | 351 |

Fuente: Encuestas a productores de limón en provincias de Piura, Sullana y Morropón (Piura 2022), mandarinas en Huaral y Cañete (Lima 2022), y naranjas en Chanchamayo y Satipo (Junín 2021).

El nivel educativo del productor citrícola es mayormente de nivel primario y secundario (completa e incompleta), siendo de menor nivel los productores de naranjas en Selva Central, en tanto, los productores de mandarinas en Costa Central poseen mayor nivel educativo en educación superior (universitaria y técnica, completa e incompleta), en los productores de limones en Costa Norte es también significativo la instrucción técnica (Figura 9).

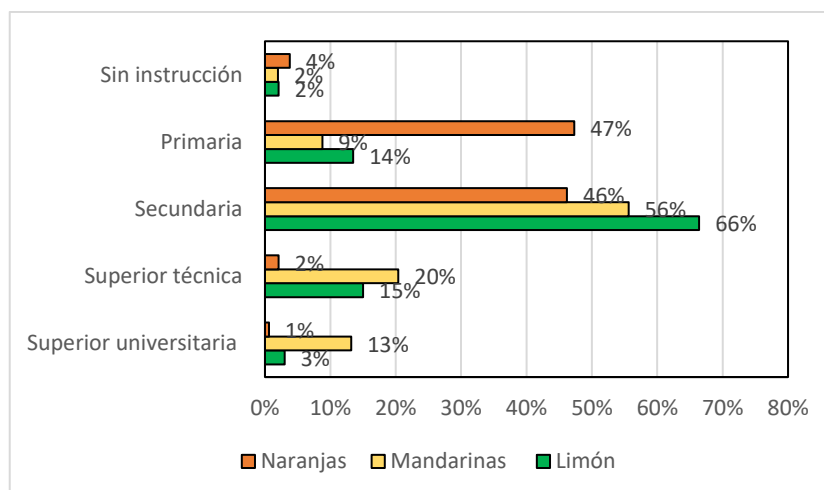


Figura 9: Estructura del nivel educativo del productor de cítricos

Fuente: Encuestas a productores de limón en provincias de Piura, Sullana y Morropón (Piura 2022), mandarinas en Huaral y Cañete (Lima 2022), y naranjas en Chanchamayo y Satipo (Junín 2021).

El ingreso mensual del productor de cítricos es de un salario mínimo (930 soles) en un tercio de productores de naranjas, un quinto en el limón y un sexto en mandarinas, siendo los de mayores ingresos los de mandarinas, Tabla 21. Asimismo, en más del noventa por ciento de productores de cítricos sus ingresos provienen de esa producción, en tanto, en menos del 10 por ciento, sus ingresos principales provienen de otras actividades.

Tabla 21: Fuente de ingresos del productor de cítricos en las zonas de estudio

| | Limón porcentaje | Mandarinas porcentaje | Naranjas porcentaje | Promedio porcentual |
|--|---------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| Nivel de ingresos mensual (soles) | | | | |
| Menos de 930 soles | 20 | 15 | 32 | 22 |
| De 930 a 1500 soles | 56 | 23 | 47 | 42 |
| Más de 1500 soles | 24 | 62 | 21 | 35 |
| Principal fuente de ingresos | | | | |
| - Trabaja en su propia chacra | 81 | 78 | 90 | 83 |
| - Trabaja en chacra de terceros | 5 | 14 | 6 | 8 |
| - Negocio propio o de terceros | 11 | 3 | 3 | 6 |
| - Trabaja en otras actividades | 3 | 6 | 1 | 3 |
| No. Encuestas | 366 | 342 | 345 | 351 |

Fuente: Encuestas a productores de limón en provincias de Piura, Sullana y Morropón (Piura 2022), mandarinas en Huaral y Cañete (Lima 2022), y naranjas en Chanchamayo y Satipo (Junín 2021).

4.1.2 Estructura Agraria

De acuerdo a esta clasificación del III CENAGRO⁸, la Tabla 23, muestra la distribución a nivel provincial y distrital por tipo de productores y promedio de hectáreas que conducen. Considerando la pequeña agricultura integrado por minifundios y pequeños productores (menores a 10 ha), los productores de limones en promedio departamental de Piura conducen 4.0 ha por U. A., en los productores de mandarinas en promedio departamental de Lima tienen 7.4 ha por U. A.; y en los productores de naranja el promedio departamental de Junín es 5.1 ha por U. A., con promedio general en las tres regiones de 5.5 ha, se concluye que la producción cítrica depende principalmente de pequeños productores.

En productores de limones más del 97 por ciento son pequeños (poseen U. A. menores a 10 ha), en la provincia de Piura conducen en promedio 4.0 ha, en la provincia de Sullana 3.7 ha, y en la provincia de Morropón 4.1 ha por U. A.; en mandarinas más del 50 por ciento son pequeños, los de la provincia de Huaral conducen en promedio 5.3 ha y en la provincia de Cañete 13.0 ha por U. A.; en naranjas más del 70 por ciento pequeños, en la provincia de Chanchamayo en promedio conducen 5.6 ha, y en la provincia de Satipo cada U.A. conducen 4.4 ha, (Tabla 22).

⁸ El III CENAGRO (1994) clasifica a los productores en función de la extensión de sus propiedades agrarias en distintos intervalos: de 0 a 2.99 ha se consideran minifundios, de 3 a 9.99 ha se clasifican como pequeños productores, de 10 a 29.9 ha son medianos productores, y con más de 30 ha son grandes productores.

Tabla 22: Distribución porcentual del tipo de productores por provincia y distrito

| Productor | Provincia | Distrito | Tipo de productores | | | Promedio ha en UA |
|-----------|----------------|-----------------|------------------------|------------------------|--------|----------------------|
| | | | Pequeño porcentajes | Mediano porcentajes | Grande | |
| Limón | Piura | | 99.6 | 0.4 | | 4.0 |
| | Sullana | | 98 | 2 | | 3.7 |
| | Morropón | | 97 | 3 | | 4.1 |
| Naranja | Chanchamayo | Perené | 70 | 30 | | 5.6 |
| | | Pichanaki | 86 | 14 | | |
| | | Chanchamayo | 85 | 15 | | |
| | | San Luis Shauro | 73 | 27 | | |
| | | San Román | 78 | 22 | | |
| | Satipo | Satipo | 95 | 5 | | 4.4 |
| | | Pangoa | 89 | 11 | | |
| | | Rio Negro | 77 | 23 | | |
| Mandarina | Huaral | Mazamari | 95 | 5 | | 5.3 |
| | | Huaral | 83 | 15 | 2 | |
| | | Aucallama | 84 | 16 | | |
| Mandarina | Cañete | Chancay | 85 | 15 | | 13.0 |
| | | San Vicente | 81 | 15 | 4 | |
| | | Imperial | 85 | 4 | 12 | |
| | San Luis | 82 | 18 | | | |
| | Quilmana | 77 | 15 | 8 | | |
| | Nuevo Imperial | 78 | 11 | 11 | | |
| | Chilca | 50 | 0 | 50 | | |

Fuente: Elaborado con información de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en las provincias de Chanchamayo y Satipo (Junín 2021), a los productores de mandarina en las provincias de Huaral y Cañete (Lima 2022) y a los productores de limón en Piura, Sullana y Morropón (Piura 2022).

En la Tabla 23, se presenta la distribución de la cantidad de árboles en una hectárea según el nivel del productor, para los tres cítricos. En el caso del limón, la densidad de árboles en el Departamento de Piura posee en promedio 300 árboles por ha, pero con variaciones, en la provincia de Piura, el promedio es 373 árboles por ha, en Sullana 288 árboles por ha y Morropón 240 árboles por ha, que indica que Piura tiene mayor densidad en 29.5 por ciento y 55.4 por ciento respectivamente, lo que puede influir en los rendimientos debido a las prácticas de cultivo de los productores en cada lugar. En mandarinas, la densidad promedio de árboles en Huaral es 582 árboles por ha, en Cañete es 647 árboles por ha, representando Cañete mayor densidad en 11.2 por ciento que Huaral. Los productores de naranja de Junín

poseen en promedio 255 árboles por ha, en la provincia de Chanchamayo poseen 269 árboles por ha y en la provincia de Satipo 235 árboles por ha.

Asimismo, se presenta la distribución de la edad de las plantaciones por cada cítrico, siendo que la mayor proporción de árboles se registran en las edades de 6 a 10 años y de más de 10 años, caracterizando la estructura agraria de árboles en mayor edad productiva.

Tabla 23: Porcentaje y número de árboles de naranjas, mandarinas y limones por edades por hectárea por provincia a nivel productor

| Producto | Provincia | Clasificación de productores (III CENAGRO 2012) | Proporción de edad de árboles por hectárea en porcentajes | | | | Árboles por hectárea | |
|------------|-------------|---|---|----------|-----------|-----------|----------------------|------------|
| | | | 0-2 años | 3-5 años | 6-10 años | + 10 años | | |
| Naranjas | Chanchamayo | Minifundio | 5 | 27 | 47 | 21 | 265 | |
| | | Pequeño | 8 | 27 | 41 | 24 | 270 | |
| | | Mediano | 7 | 23 | 50 | 20 | 272 | |
| | Satipo | Minifundio | 13 | 22 | 35 | 30 | 246 | |
| | | Pequeño | 12 | 15 | 31 | 42 | 235 | |
| | | Mediano | 8 | 13 | 30 | 49 | 224 | |
| | Total | | | 9 | 22 | 39 | 30 | 255 |
| Mandarinas | Huaral | Minifundio | 1 | 5 | 43 | 51 | 590 | |
| | | Pequeño | 1 | 5 | 28 | 67 | 634 | |
| | | Mediano | 1 | 8 | 40 | 51 | 595 | |
| | | Grande | 1 | 0 | 0 | 100 | 507 | |
| | Cañete | Minifundio | 0 | 5 | 63 | 32 | 688 | |
| | | Pequeño | 0 | 20 | 28 | 52 | 637 | |
| | | Mediano | 9 | 11 | 29 | 51 | 566 | |
| | | Grande | 0 | 43 | 14 | 43 | 698 | |
| | Total | | | 2 | 15 | 33 | 51 | 616 |
| | Limón | Piura | Pequeño | 6 | 25 | 40 | 29 | 349 |
| Mediano | | | 11 | 19 | 46 | 24 | 396 | |
| Sullana | | Pequeño | 6 | 24 | 43 | 27 | 280 | |
| | | Mediano | 9 | 17 | 46 | 28 | 295 | |
| Morropón | | Pequeño | 14 | 20 | 30 | 36 | 256 | |
| | | Mediano | 11 | 17 | 35 | 37 | 224 | |
| Promedio | | | 10 | 20 | 40 | 30 | 300 | |

Fuente: Elaborado con información de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en las provincias de Chanchamayo y Satipo (Junín, 2021), a productores de mandarina en las provincias de Huaral y Cañete (Lima, 2022), y a productores de limón en Piura, Sullana y Morropón (Piura 2022).

La Tabla 24, presenta el destino de la producción de cítricos, en el caso de limones, en Piura y Morropón casi todo se vende al acopiador, en tanto en Sullana 20 por ciento pasa por la feria provincial; en mandarinas de Huaral esta es mayormente colectada por los acopiadores, pero en Cañete la provisión a las acondicionadoras es importante en 42 por ciento; en las naranjas se destinan 97 por ciento de la producción al acopiador, además, todos los productores destinan parte de su producción al autoconsumo (menos al 3 por ciento).

Tabla 24: Porcentaje del destino de la producción según provincia productora y producto

| | Provincia | Autoconsumo | Acopiador | Venta en ferias | Compostera |
|-----------|-------------|-------------|-----------|-----------------|------------|
| Limón | Piura | 1 | 98 | 1 | |
| | Sullana | 3 | 77 | 20 | |
| | Morropón | 1 | 99 | 0 | |
| Mandarina | Huaral | 3 | 95 | 1 | 1 |
| | Cañete | 0 | 58 | 0 | 42 |
| Naranja | Chanchamayo | 1 | 97 | 1 | 1 |
| | Satipo | 3 | 97 | 0 | 0 |

Fuente: Elaborado con información de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en las provincias de Chanchamayo y Satipo (Junín, 2021), a productores de mandarina en las provincias de Huaral y Cañete (Lima, 2022), y a productores de limón en Piura, Sullana y Morropón (Piura, 2022).

La Tabla 25, muestra las certificaciones de productores de cítricos, en promedio 15 por ciento del total de productores posee alguna certificación, de éstos, principalmente en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y comercio justo (en limón y mandarinas principalmente), en tanto en naranjas destacan las certificaciones en BPA.

Tabla 25: Porcentaje de productores de cítricos que poseen algún tipo de certificación

| | Productores certificados | Buenas Prácticas Agrícolas | Orgánica | Comercio justo | Otras certificaciones |
|-----------|--------------------------|----------------------------|----------|----------------|-----------------------|
| Limón | 3 | 30 | 0 | 60 | 10 |
| Mandarina | 21 | 20 | 17 | 59 | 4 |
| Naranja | 22 | 70 | 29 | 1 | 0 |
| Promedio | 15 | 40 | 15 | 40 | 5 |

Fuente: Elaborado con información de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en la región Junín 2021, a productores de mandarina en la región Lima 2022 y a productores de limón en la región Piura en 2022.

La Figura 10, muestra que más del 73 por ciento de los productores son propietarios o poseionarios de la unidad agraria, existe alguna importancia de arrendatarios en el caso de productores de mandarinas en Costa Central y de otras modalidades.

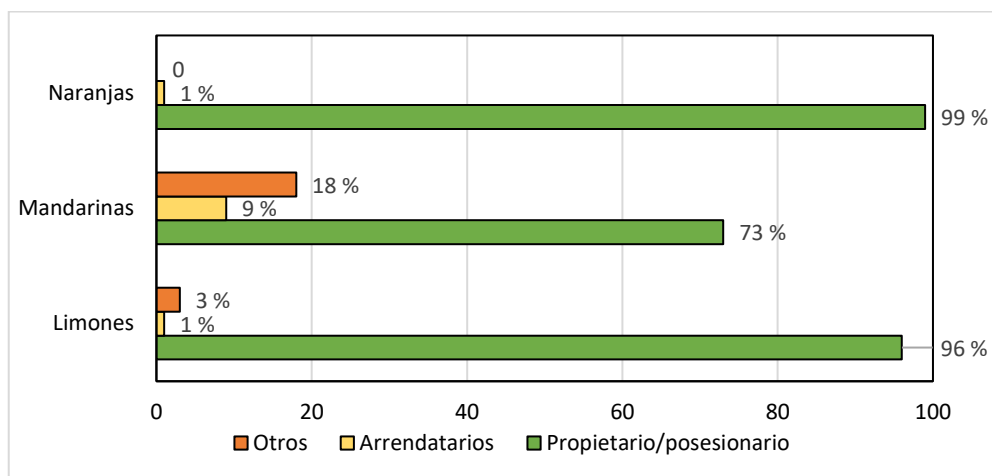


Figura 10: Tenencia de la U. A. por los productores de Cítricos (en porcentaje)

Fuente: Elaborado con información de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en la región Junín 2021, a productores de mandarina en la región Lima 2022 y a productores de limón en la región Piura en 2022.

La Tabla 26, muestra la adquisición de plántones según su proveniencia; así, en promedio 51 por ciento de los productores las adquieren de viveros informales, que sería una gran debilidad para enfrentar el HLB, si se considera también solo 18 por ciento adquiere de viveros certificados, en el caso de la naranja esto es inexistente, aunque del otro lado destaca la provisión de viveros certificados en el caso de productores de mandarinas (34 por ciento del total), igualmente la propia provisión de plántones o de otros agricultores (31 por ciento del total) tampoco garantiza la trazabilidad para evitar la propagación de la enfermedad.

En lo que respecta a la práctica de la poda, el 96 por ciento de los agricultores realiza este proceso en sus cultivos, el 67 por ciento lo hace una vez al año, el 23 por ciento dos veces al año, y 11 por ciento más de dos veces al año, Tabla 26, siendo la poda una práctica extendida, pero presenta variabilidad en la frecuencia con que los productores realizan las prácticas.

En las plagas y enfermedades que afectan a los cultivos de cítricos, se identifican varias afecciones, principalmente mancha negra, queresa y gomosa en limones, queresa en

mandarinas y gumosa, fumagina y tristeza en naranjas (Tabla 26), esta identificación puede ser de utilidad para implementar estrategias de manejo de enfermedades en plantaciones.

Para contrarrestar estas contingencias se implementan diversas estrategias, el 82 por ciento promedio usa el control químico, y el 11 por ciento realiza podas y esto es importante en el limón, el 7 por ciento elimina plantas afectadas, siendo esto más importante en las naranjas, Tabla 26, ello muestra diferentes estrategias para manejar los cultivos de cítricos y reflejan las preferencias de manejo de enfermedades.

Tabla 26: Adquisición de plántones, podas de árboles, principales enfermedades y plagas en cítricos según porcentaje de productores de cítricos

| | Limones | Mandarinas | Naranjas | Promedio |
|-----------------------------------|---------|------------|----------|----------|
| Adquisición de plántones | | | | |
| - Viveros informales | 41 | 54 | 59 | 51 |
| - Viveros certificados | 21 | 34 | 0 | 18 |
| - Plántones propios | 20 | 8 | 28 | 19 |
| - De otros agricultores | 18 | 4 | 13 | 12 |
| Podas de árboles | | | | |
| - Sí realiza | 95 | 95 | 97 | 96 |
| - Lo hace una vez al año | 82 | 75 | 42 | 67 |
| - Lo hace dos veces al año | 16 | 19 | 33 | 23 |
| - Lo hace más dos veces al año | 2 | 6 | 25 | 11 |
| Principales enfermedades | | | | |
| - Fumagina | 0 | 6 | 26 | 10 |
| - Gomosa | 14 | 6 | 38 | 19 |
| - Queresa | 27 | 29 | 10 | 22 |
| - Tristeza | 0 | 4 | 22 | 9 |
| - Antracnosis | 1 | 0 | 1 | 1 |
| - Mancha negra | 51 | 4 | 0 | 19 |
| - Otro | 7 | 8 | 2 | 6 |
| Plagas en las plantaciones | | | | |
| - Mosca de la fruta | | 12 | 96 | |
| - Arañita roja | | 38 | 1 | |
| - Acaro | | 38 | 1 | |
| - Pulgones | | 7 | | |
| - Otros | | 4 | 2 | |
| Control de enfermedades | | | | |
| - Control químico | 65 | 97 | 86 | 82 |
| - Poda | 30 | 1 | 1 | 11 |
| - Elimina el plánton | 5 | 2 | 13 | 7 |

Fuente: Elaborado con información de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en la región Junín 2021, a productores de mandarina en la región Lima 2022 y a productores de limón en la región Piura en 2022.

La Figura 10, muestra el destino de comercialización, la venta de producción es diversa, predominando la venta en el mercado local (56 por ciento en mandarinas, 42 por ciento en naranjas y 37 por ciento en limones), mayoristas de Lima (40 por ciento para naranjas y 34 por ciento para mandarinas), los acopiadores regionales en limones en 38 por ciento y transformadores en limón en 20 por ciento.

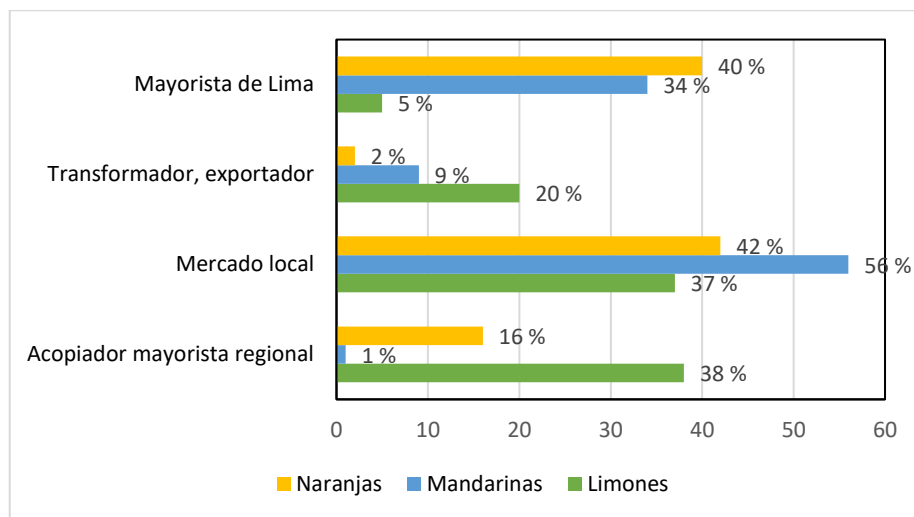


Figura 11: Porcentaje de destino de venta de la producción de cítricos

Fuente: Elaborado con información de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en la región Junín 2021, a productores de mandarina en la región Lima 2022 y a productores de limón en la región Piura en 2022.

4.1.3. Análisis clúster

Para el escenario tendencial (BAU, sin HLB) se identifican atributos para el ingreso, monitoreo y manejo del HLB, así mediante el método ELBOW se generan los clúster agrupando a los productores semejantes ante la contingencia de la enfermedad (Tabla 27). Para cada producto se presentan dos grupos de productores.

Para el caso de limones, el Clúster 2, que compone 220 (60 por ciento) de productores es superior al Clúster 1 con 146 (40 por ciento) de productores. En el Clúster 1 si bien la distancia a centros poblados o carretera es más cercana (14 minutos promedio), pero tiene atributos más positivos dado que el 57 por ciento de productores se proveen de plantones de viveros certificados, el 35 por ciento de ellos pertenecen a una asociación de cítricos, el 89

por ciento participó de algún evento sobre HLB y tiene menor movimiento de entradas y salidas de frutas cítricas en la U. A., así como 45 por ciento de productores están dispuestos a eliminar plantas enfermas y los plántones de los alrededores de las plantas enfermas.

En las mandarinas, el Clúster 1 agrupa a 63 por ciento de productores y el Clúster 2 al 37 por ciento del total. El Clúster 2 se manifiesta superior debido a sus atributos positivos al dedicar más días al año a evaluar las plagas en la U. A., tiene mayor distancia promedio al centro poblado o carretera principal, en promedio 37 minutos, la adquisición de plántones en viveros certificados es 36 por ciento del total de productores, siendo que en los otros atributos no se manifiestan diferencias significativas entre ambas agrupaciones Clúster 1 y Clúster 2.

Para las naranjas, el Clúster 1 se compone por 55 por ciento de productores y el Clúster 2 con 45 por ciento de productores. No existen diferencias significativas entre el Clúster 1 y el Clúster 2, debido que si bien el Clúster 2 tiene atributos positivos como mayor adquisición de plántones de viveros certificados en 24 por ciento del total, pertenece a alguna asociación de cítricos el 32 por ciento de productores, pero la distancia a los centros poblados o carretera principal es menor de 27 minutos promedio, solo el 30 por ciento manifiesta conocer los síntomas del HLB, menos agricultores participaron de algún evento del HLB, y 90 por ciento de productores declara haber movimiento de entrada y salida de frutos de la U. A., pues es sabido que el HLB se desplaza con los humanos, que transportan la enfermedad en plántones, esquejes, frutas enfermas o plantas hospedadoras del vector, entre otros.

En general, el Clúster 1 en limones y naranjas y el Clúster 2 en mandarinas en alguna forma presentan atributos positivos para enfrentar el HLB, sin embargo, estos deben ser potenciados por la política pública y el fortalecimiento de conocimientos de los productores respecto al HLB.

Tabla 27: Características de clústeres de productores de cítricos según atributos de riesgo ante el ingreso del HLB

| Factores de Riesgo | Mandarinas | | Naranjas | | Limonas | | | | | | | |
|---|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|
| | Clúster 1 | Clúster 2 | Clúster 1 | Clúster 2 | Clúster 1 | Clúster 2 | | | | | | |
| No. Productores | 215 | 127 | 190 | 145 | 146 | 220 | | | | | | |
| Porcentajes | (63) | (37) | (55) | (45) | (40) | (60) | | | | | | |
| Días que dedica a evaluar y realizar control de plagas al año. | 28 | 56 | 0 | 1 | 2 | 1 | | | | | | |
| Distancia media en minutos entre U. A. y poblado urbano o carretera principal. | 14 | 30 | 37 | 27 | 12 | 25 | | | | | | |
| Adquisición de plántones en viveros (%) | informal o propio 68 | certificado 32 | informal o propio 64 | certificado 36 | informal o propio 97 | certificado 3 | informal o propio 76 | certificado 24 | informal o propio 43 | certificado 57 | informal o propio 78 | certificado 22 |
| Conoce síntomas del HLB. (%) | 18 | 19 | 45 | 30 | 49 | 45 | | | | | | |
| Pertenece a asociación de cítricos. (%) | 12 | 11 | 13 | 32 | 35 | 15 | | | | | | |
| Participó de algún evento sobre el HLB. (%) | 11 | 10 | 97 | 79 | 89 | 75 | | | | | | |
| Hay movimiento de frutas cítricas en la UA (%). | 17 | 11 | 4 | 90 | 86 | 90 | | | | | | |
| Con un árbol enfermo de HLB, está dispuesto a eliminar la planta enferma y de los alrededores inmediatamente (%). | 91 | 89 | 95 | 100 | 45 | 25 | | | | | | |

Fuente: Elaborado con información de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en la región Junín 2021, a productores de mandarina en la región Lima 2022 y a productores de limón en la región Piura en 2022.

4.2. ESCENARIO TENDENCIAL

El escenario tendencial, en la que producción del 2023 al 2045 se desarrolla de forma previsible en base a la ciencia prospectiva y la previsión de las situaciones que podrían derivarse del estudio. Se consideraron supuestos básicos mencionados en la metodología.

Se evaluaron distintos escenarios de proyección al 2045 de la producción macrorregional de cítricos, en la Costa Norte, Costa Central y Selva Central y se consideró el modelo de predicción lineal par naranjas y mandarina y logarítmica para el limón, por su intensa variabilidad en la producción (Tabla 28).

Tabla 28: Modelos de predicción lineal estimados para los cítricos al año 2045 y coeficiente de determinación estadística

| Modelo de predicción | Lineal | | Logarítmica |
|---|---------|-----------|-------------|
| | Naranja | Mandarina | Limón |
| Coficiente de determinación estadística (%) | 98.15 | 95.13 | 72.17 |

Fuente: Elaborado con data histórica del año 1980 al año2022 con el programa Excel 2019

El modelo lineal permite la recreación del primer escenario de proyección de la producción de los cítricos en las macrorregiones de estudio al 2045, naranjas en la Selva Central del Perú, en los dos departamentos de Junín y Pasco-Oxapampa; mandarinas en la Costa Centro, en los departamentos de Lima e Ica y limones en la Costa Norte, en los departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes.

El supuesto principal para este escenario es que la enfermedad del HLB no ingresará al Perú y la producción seguirá creciendo de forma proyectada en condiciones normales y sin eventos que perjudiquen su crecimiento (Tabla 29 y Figuras 12,13 y 14).

**Tabla 29: Estimación de la producción de naranja, mandarina y limón al 2045
(en toneladas)**

| Tiempo | Años | Naranja | Mandarina | Limon |
|--------|-------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2022 | 459,765 | 508,590 | 312,440 |
| 0 | 2023 | 464,947 | 514,322 | 242,341 |
| 1 | 2024 | 476,584 | 527,195 | 243,808 |
| 2 | 2025 | 486,200 | 537,832 | 245,242 |
| 3 | 2026 | 496,448 | 549,169 | 246,646 |
| 4 | 2027 | 506,499 | 560,287 | 248,020 |
| 5 | 2028 | 516,612 | 571,473 | 249,366 |
| 6 | 2029 | 526,705 | 582,638 | 250,685 |
| 7 | 2030 | 536,804 | 593,810 | 251,977 |
| 8 | 2031 | 546,901 | 604,979 | 253,245 |
| 9 | 2032 | 556,999 | 616,150 | 254,488 |
| 10 | 2033 | 567,097 | 627,320 | 255,708 |
| 11 | 2034 | 577,195 | 638,490 | 256,906 |
| 13 | 2036 | 597,390 | 660,830 | 259,237 |
| 14 | 2037 | 607,488 | 672,000 | 260,372 |
| 15 | 2038 | 617,585 | 683,170 | 261,488 |
| 16 | 2039 | 627,683 | 694,340 | 262,585 |
| 17 | 2040 | 637,781 | 705,511 | 263,664 |
| 18 | 2041 | 647,879 | 716,681 | 264,725 |
| 19 | 2042 | 657,977 | 727,851 | 265,769 |
| 20 | 2043 | 668,074 | 739,021 | 266,797 |
| 21 | 2044 | 678,172 | 750,191 | 267,809 |
| 22 | 2045 | 688,270 | 761,361 | 268,806 |

Fuente: Elaborado con data histórica del año 1980 al año 2022 con el programa Excel 2019.

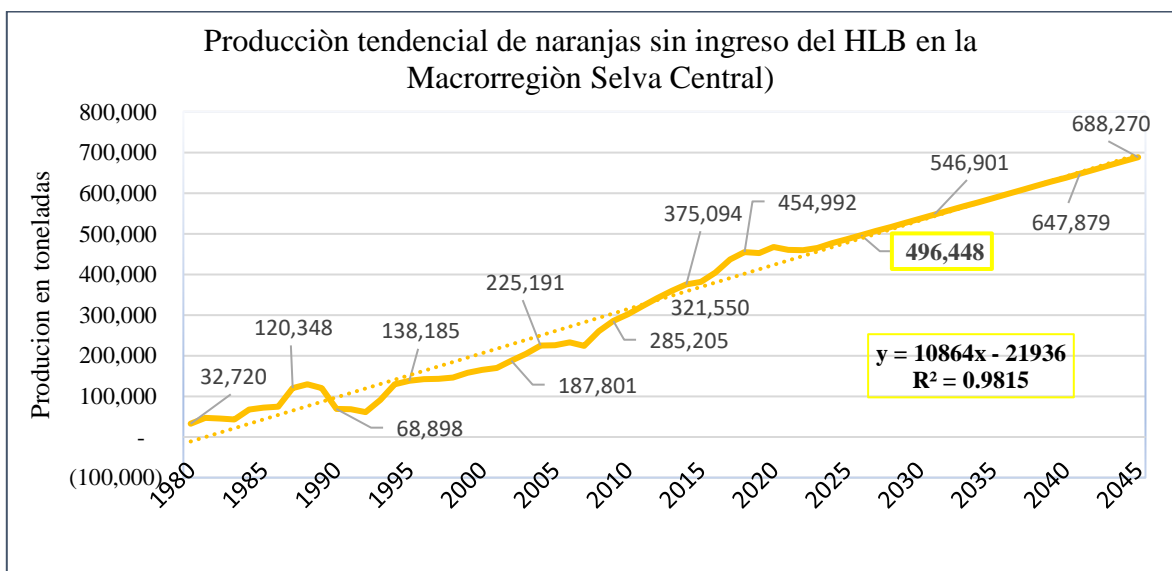


Figura 12: Producción tendencial de naranjas de la macrorregión Selva Central, 1980 - 2045

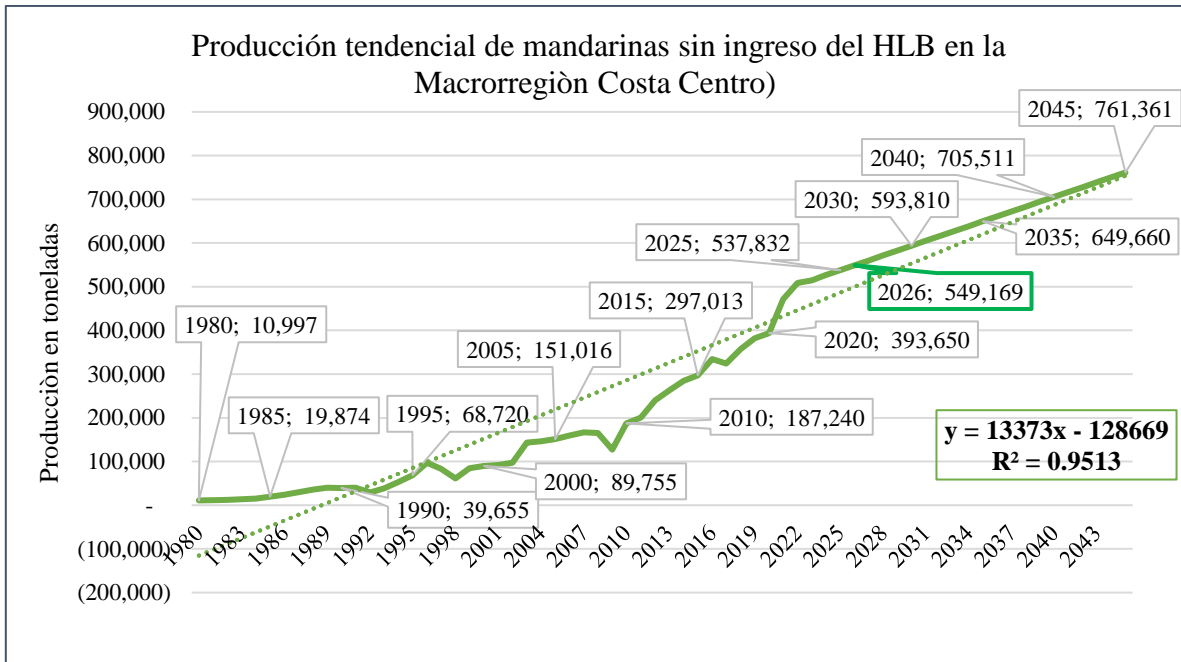


Figura 13: Producción tendencial de mandarinas de la macrorregión Costa Centro, 1980 – 2045

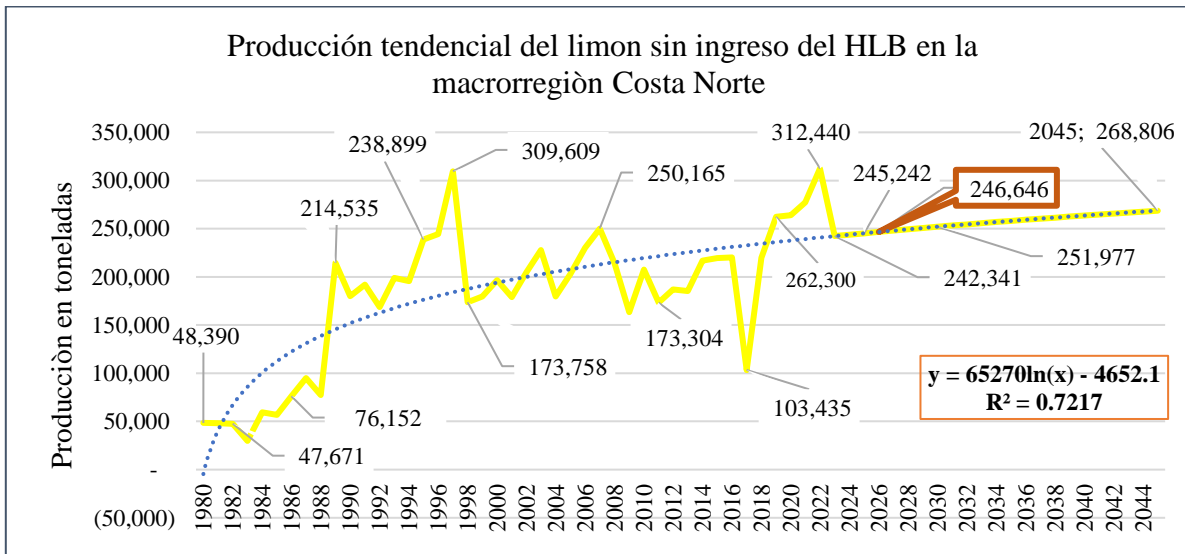


Figura 14: Producción tendencial de limón de la macrorregión Costa Norte, 1980 – 2045

4.3. ESCENARIOS CON HLB

El modelo epidemiológico presentado en las ecuaciones (2), (3), (4) y (5), en el capítulo III sección 3.2.3, las curvas de severidad (st), incidencia (yt), severidad total (Sn), y rendimientos con HLB (RYt) los resultados se asemejan a los obtenidos en la investigación de Bassanezi & Bassanezi (2008), y Bassanezi (s.f.).

4.3.1 Naranjas, mandarinas y limones

Los escenarios que se presentan a continuación corresponden a naranjas y mandarinas. En la Figura 15 se observa el comportamiento de la curva de severidad en árboles por categoría de edad. El indicador de severidad se incrementa con mayor rapidez en árboles jóvenes, entre 0 y 2 años, lo que produce incluso que en un primer año de infección con la enfermedad del HLB la copa del árbol infectado se afecte en 20 por ciento, mientras en árboles de mayor edad (3 a 5 años) la infección es de 10 por ciento, de 6-10 años es de 5 por ciento y mayor a 10 años 3 por ciento. La información del primer síntoma afecta al 100 por ciento a los árboles jóvenes en el 2028, a dos años de iniciada la infección. Por lo que podemos concluir que, los árboles de mayor edad y resistencia, la propagación de la enfermedad y el contagio total tomará más tiempo en comparación a árboles jóvenes; en el primer caso, el total de árboles se contagiarán al 100 por ciento el año 2036 a diferencia de árboles jóvenes que estarán totalmente infectados para el año 2028 (Figura 14).

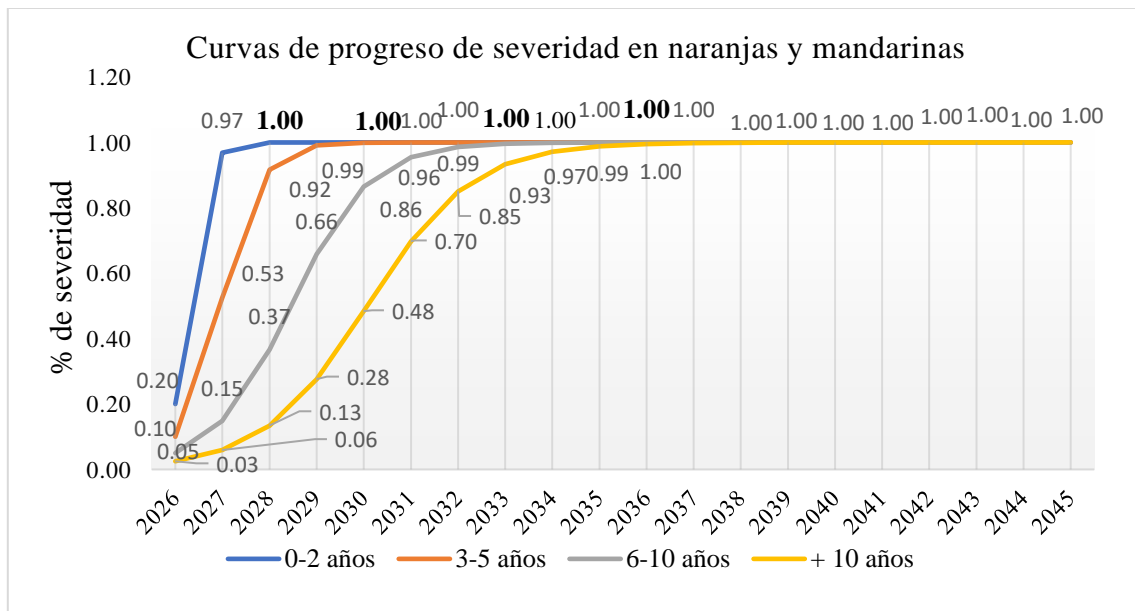


Figura 15: Curvas de progreso de severidad del HLB (proporción de árboles donde la copa está infectada por el HLB)

En la Figura 16, se muestra la curva de severidad en la producción de limones, si lo comparamos con la severidad de naranjas y mandarinas, las únicas diferencias es que la enfermedad afecta a los árboles de limones (de 3 a 5 años), en un 100 por ciento en el año 2029, mientras que en naranjas y mandarinas en el 2030, sucede lo mismo, en árboles de entre 6 a 10 años de edad, los limones se ven afectados por la enfermedad al 100 por ciento en el año 2032, mientras que las naranjas y mandarinas en el 2033 (Figuras 14 y 15).

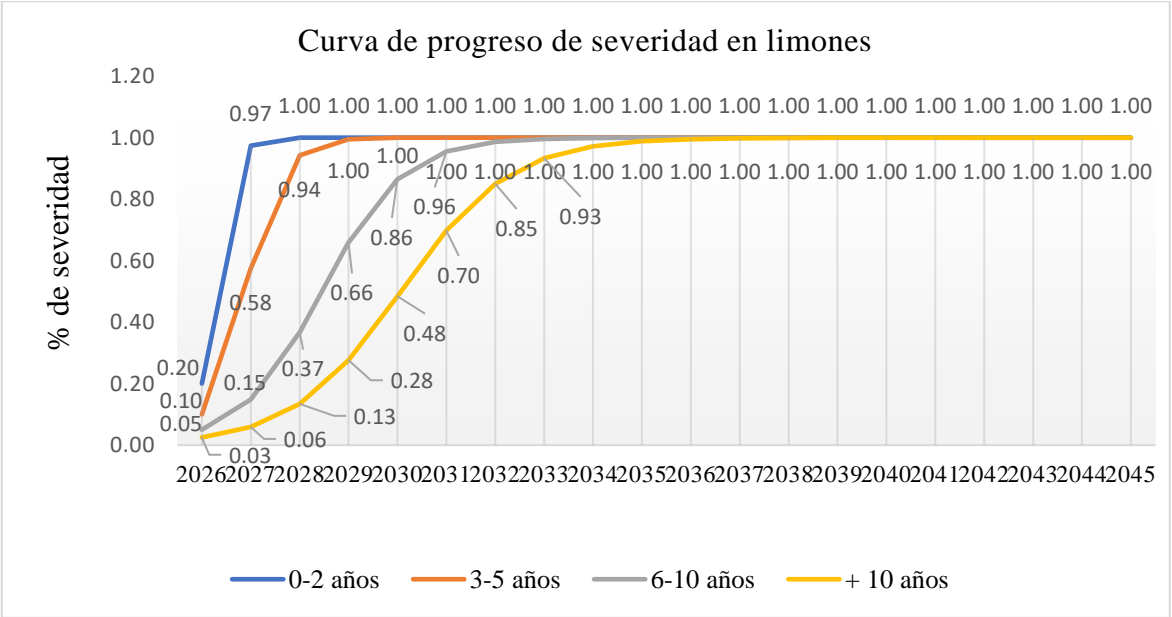


Figura 16: Curvas de progreso de severidad del HLB (proporción de copa afectada del árbol) por categoría de edad de los árboles tras la aparición del primer síntoma

En la Figura 16, se muestra las curvas de incidencia donde la enfermedad detectada ha infectado a los árboles jóvenes de 0 a 2 años y de 3 a 5 años, en un 2 por ciento, los de 6 a 10 años y más de 10 años, no son infectados. En el segundo año los árboles jóvenes de 0 a 2 años y de 3 a 5 años son infectados en un 36 y 12 por ciento respectivamente; los árboles jóvenes de 0 a 2 años y de 3 a 5 años se enferman al 100 por ciento en el año 2032 y 2037 respectivamente. Los árboles de 6 a 10 años y mayores a 10 años, el contagio es de 99 y 95 por ciento, en el año 2045 respectivamente.

Mientras que en la Figura 17, observamos similar comportamiento en la afectación de la enfermedad en arboles jóvenes de 0 a 2 años y de 3 a 5 años, que a los 7 y 12 años

respectivamente, ya están infectados al 100 por ciento. Mora-Aguilera *et al.* (2015), menciona que la mayor severidad de síntomas fisiológicos e histológicos causados por HLB se encuentran en limón mexicano.

De este análisis se desprende que los árboles mayores a 6 años son más resistentes a la enfermedad del HLB.

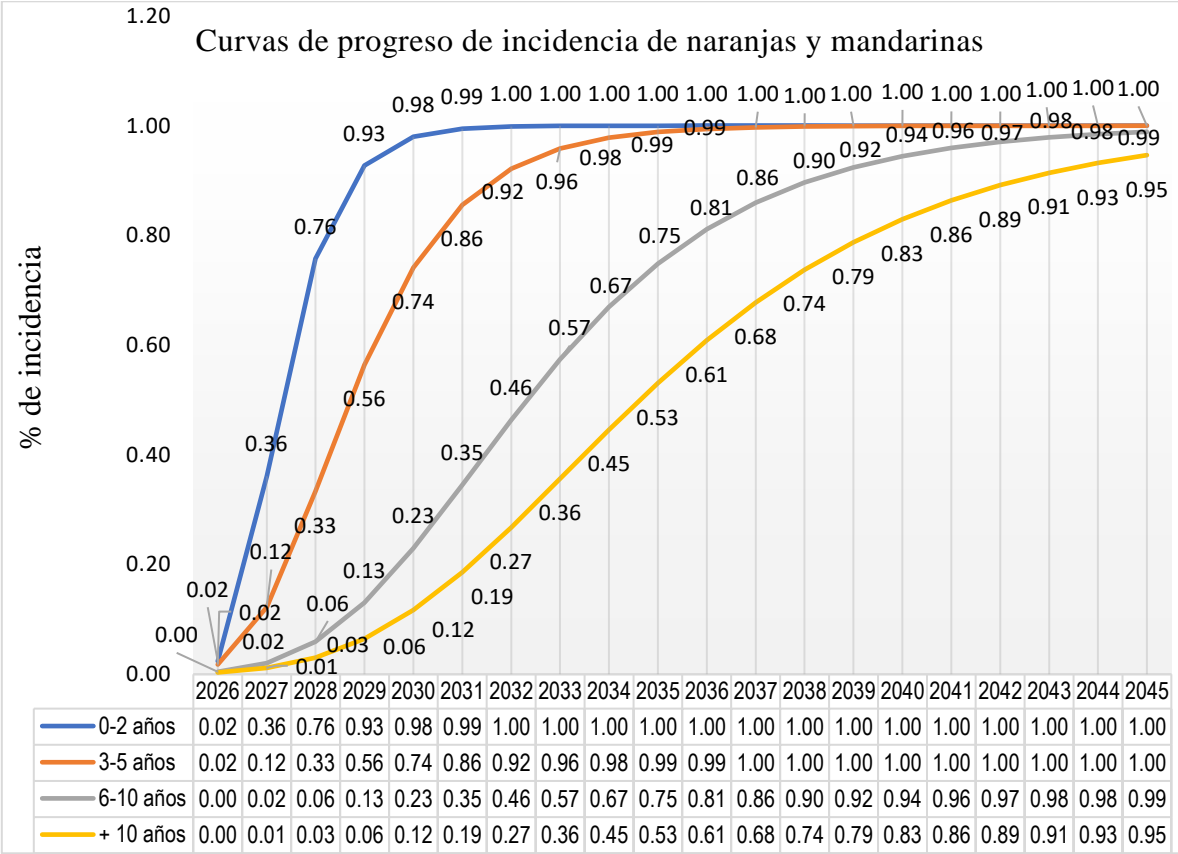


Figura 17: Curvas de progreso de incidencia del HLB, proporción de árboles con sintomatología por hectárea, cuando la enfermedad se detecta por primera vez

Fuente: Elaborado con información de encuestas aplicadas a productores de naranjas en Junín (2021) y de mandarinas en Lima (provincias de Huaral y Cañete en 2022) y el modelo epidemiológico de Bassanezi & Bassanezi (2008).

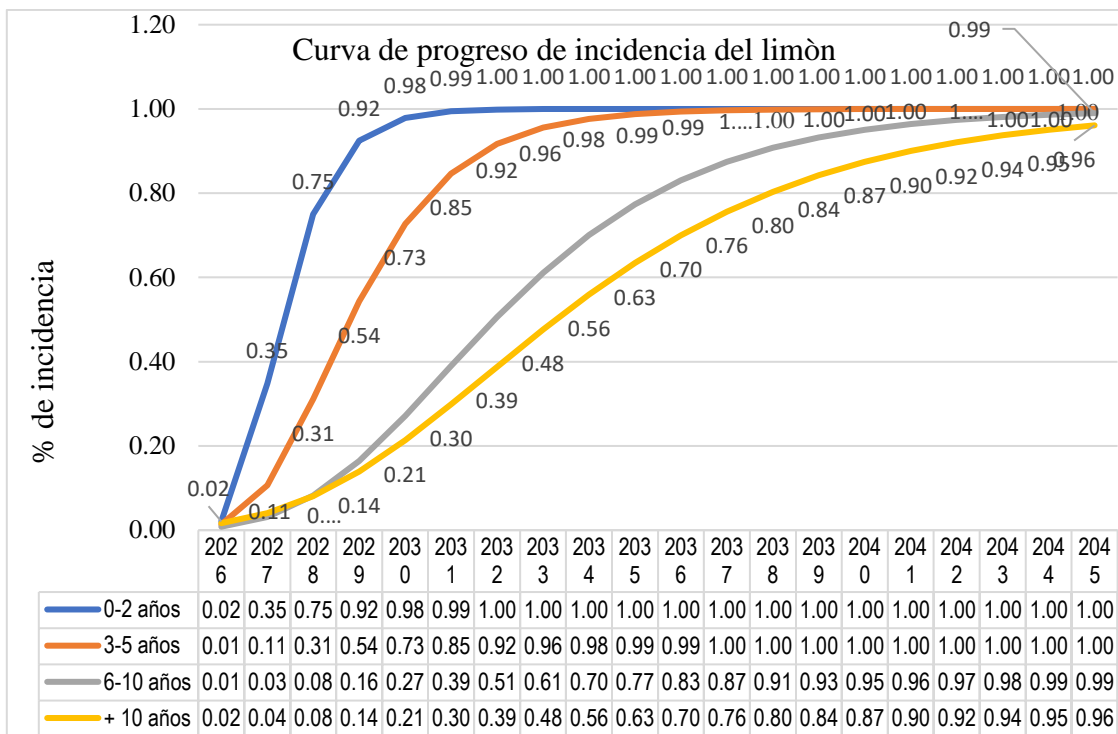


Figura 18: Curvas de progreso de incidencia del HLB, proporción de árboles con sintomatología por hectárea (la enfermedad se detecta por primera vez)

Fuente: Elaborado con información de encuestas aplicadas a productores de limon en Piura (2022) y el modelo epidemiológico de Mora-Aguilera *et al.* (2015).

Las curvas de severidad total en una hectárea de árboles plantados, explican la producción relativa (producción de árboles enfermos y relación con árboles sanos) y la severidad del HLB en función de la edad de las plantaciones tras la aparición del primer síntoma. La Figura 18 y 19, reflejan que la edad de los árboles de 0 a 2 años y de 3 a 5 años, alcanzan el 100 por ciento de niveles de contagio y propagación en el año 2034 y 2040 respectivamente. Los árboles de 6 a 10 y mayores a 10 años de edad, llegan al 98 y 89 por ciento de contagio y propagación en el año 2045. En el caso de los limones, de 0 a 2 años, la enfermedad lo ataca al 100 por ciento, un año después (2035)

En nuestro caso la severidad en el limón sutil se da un año después que naranjas y mandarinas.

Con estos datos se demuestra que los árboles de mayor edad son menos propensos y más resistentes a la enfermedad del HLB.

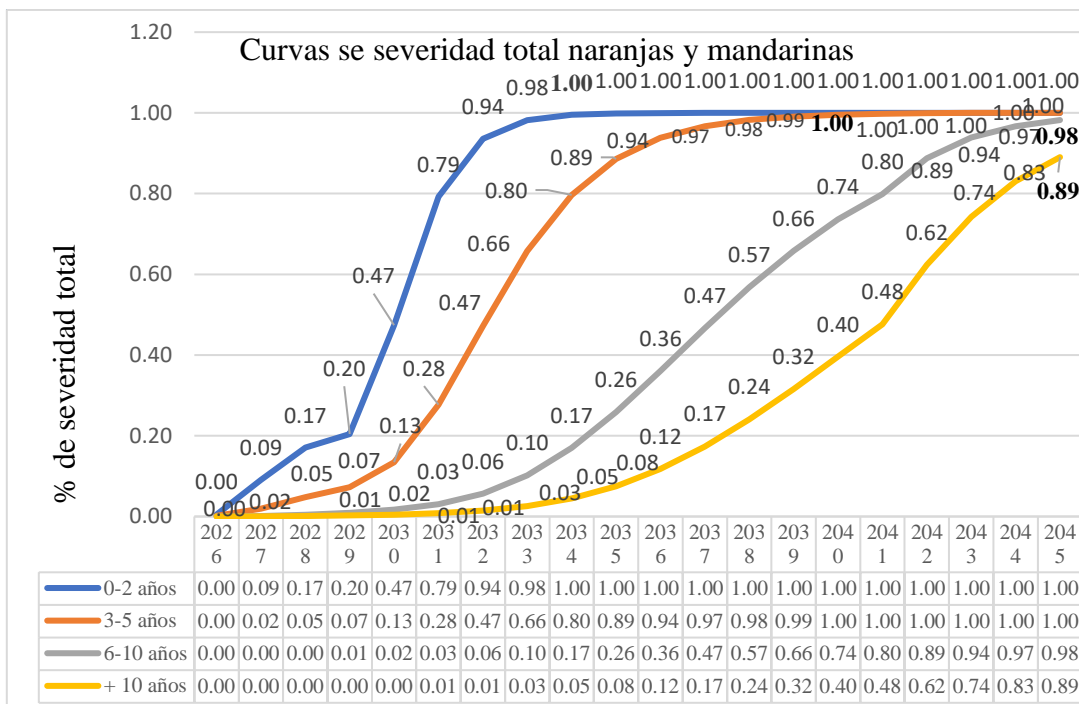


Figura 19: Curvas de severidad total en una hectárea, producción relativa de árboles enfermos y relación con árboles sanos y la severidad del HLB

Fuente: Elaboración propia con datos de Bassanezi & Bassanezi (2008) y datos de encuestas a productores de naranjas en Junín (2021).

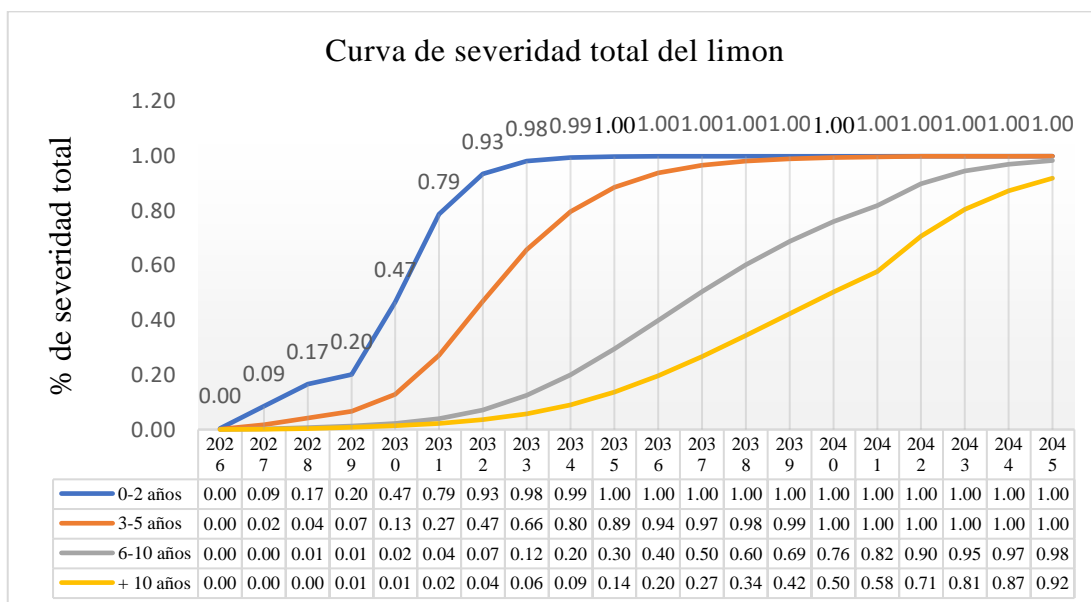


Figura 20: Curvas de severidad total, del limon, en una hectárea (producción relativa de árboles enfermos y su relación con árboles sanos y la severidad total del HLB)

Fuente: Elaborado con información de encuestas aplicadas a productores de limon en Piura (2022) y el modelo epidemiológico de Mora-Aguilera *et al.* (2015).

Por último, se analiza el comportamiento de las curvas de rendimiento para la producción de naranjas y mandarinas con HLB. En la figura 20 se observa como los árboles de 0 a 2 años sufren el mayor descenso en su rendimiento al ser infectadas con el HLB, llegando a perder al 2030 el 57 por ciento y solo un 43 por ciento del rendimiento normal a cinco años de detectada la enfermedad. Los árboles de 3 a 5 años bajan su rendimiento al 17 por ciento en el año 2038 es decir una perdida en producción del 83 por ciento. En cuanto a los árboles de 6 a 10 años y más de 10 años sus rendimientos se estancan en 17 y 20 por ciento en los años 2038 y 2045 respectivamente. Estos bajos rendimientos definitivamente perjudicaran a los agricultores en sus ingresos brutos futuros, por la baja producción.

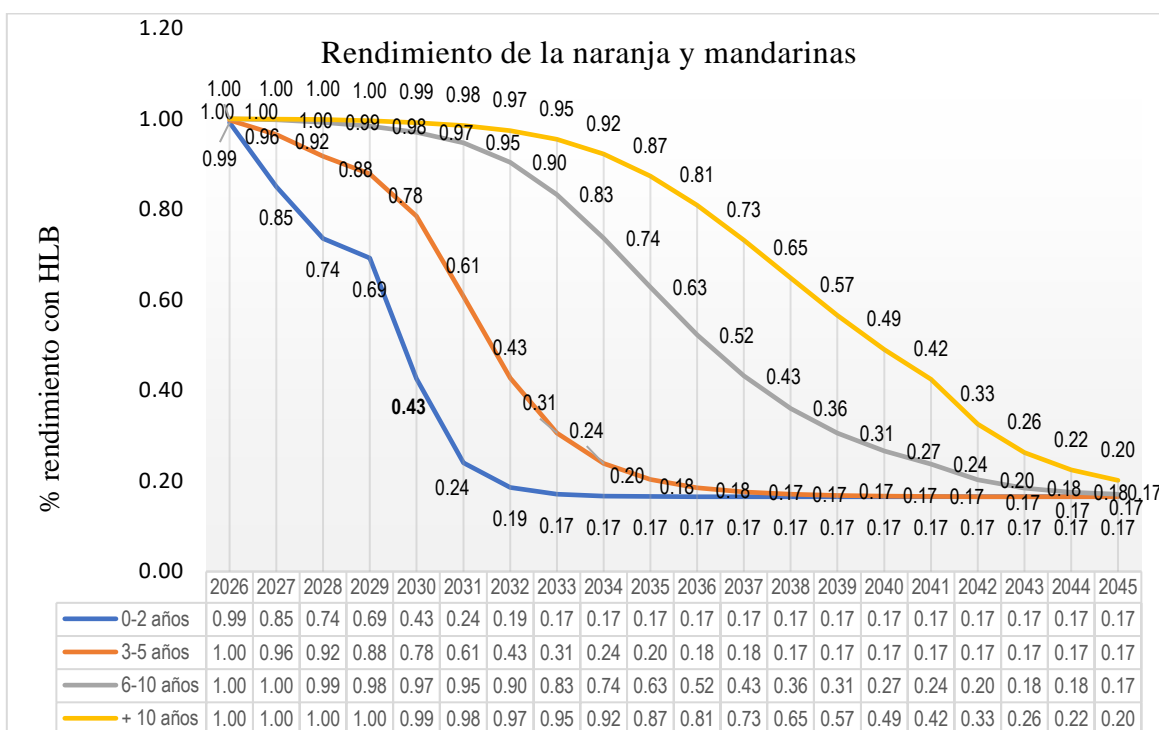


Figura 21: Rendimientos de producción con HLB, proporción de árboles con síntomas por hectárea, cuando aparece el primer síntoma

Fuente: Elaborado con información de encuestas aplicadas a productores de limon en Piura (2022) y el modelo epidemiológico de Mora-Aguilera *et al.* (2015).

Comparando los datos de las Figuras 21 y 22, para el año 2030, respecto a los rendimientos, se comprueba que para los cuatro periodos (edad de los árboles) de las naranjas y mandarinas con respecto a los limones, las pérdidas de producción para los primeros son de 57, 22, 3 y 1 por ciento, mientras que las pérdidas del limón son de 57, 21, 4 y 2 por ciento

respectivamente. Notamos que para las edades de 0 a 2 años las pérdidas son iguales para los tres productos; para edades de 3 a 5 años, las pérdidas son mayores para las naranjas en 1 por ciento; mientras que para las edades de 6 a 10 y mayores a 10 años, las pérdidas para los limones son mayores en 1 por ciento respectivamente.

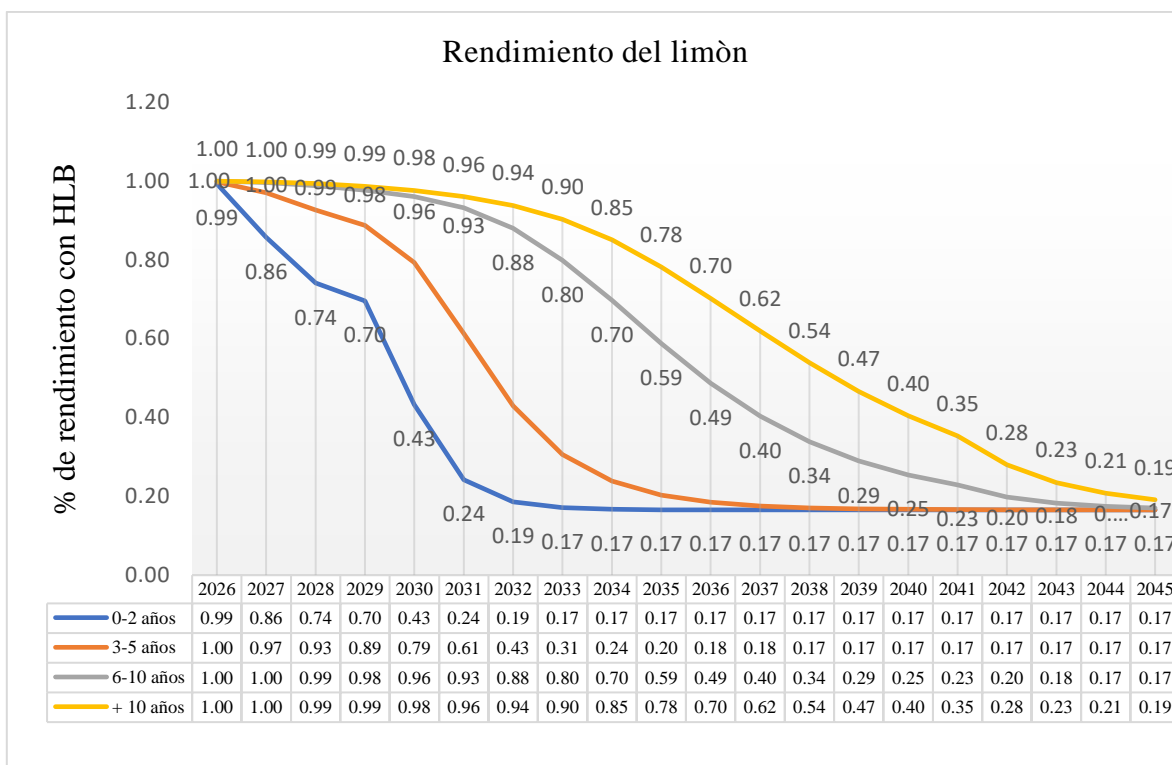


Figura 22: Rendimientos de producción del limón con HLB, en función de la edad de las plantaciones tras la aparición del primer síntoma

Fuente: Elaborado con información de encuestas aplicadas a productores de limon en Piura (2022) y el modelo epidemiológico de Mora-Aguilera *et al.* (2015).

4.4. ESCENARIOS EPIDEMIOLÓGICOS CON HLB Y SIN PF PARA LOS CÍTRICOS

Para este escenario y de acuerdo con la metodología planteada, se realiza la proyección de la producción al año 2045, en la que el vector de la enfermedad ingresa al Perú en el año 2024-2025 y el contagio o la enfermedad del HLB, para los tres cítricos, ocurre en el año 2026. Si comparamos el escenario de la producción tendencial, con el escenario de pérdidas de producción por HLB, las producciones en los tres cítricos disminuyen desde el 80 por

ciento, a partir del 2041 hasta llegar a un 83 por ciento en al año 2045 (Tabla 30 y Figuras 22 y 23).

Tabla 30: Producción tendencial, escenario epidemiológico y pérdida de producción por HLB en toneladas, 2025-2045

| Años | Producción de naranjas (toneladas) | | | Producción de mandarinas (toneladas) | | | Producción de limones (toneladas) | | |
|------|------------------------------------|---------|---|--------------------------------------|---------|---|-----------------------------------|---------|---|
| | Tendencial | Con HLB | Pérdidas de producción con HLB (Porcentaje) | Tendencial | Con HLB | Pérdidas de producción con HLB (Porcentaje) | Tendencial | Con HLB | Pérdidas de producción con HLB (Porcentaje) |
| 2025 | 486,200 | 486,200 | 0 | 537,832 | 537,832 | 0 | 245,242 | 245,242 | 0 |
| 2026 | 496,448 | 477,689 | 4 | 549,169 | 540,036 | 2 | 246,646 | 236,292 | 4 |
| 2027 | 506,499 | 477,538 | 6 | 560,287 | 538,818 | 4 | 248,020 | 235,884 | 5 |
| 2028 | 516,612 | 468,789 | 9 | 571,473 | 530,077 | 7 | 249,366 | 227,618 | 9 |
| 2029 | 526,705 | 452,455 | 14 | 582,638 | 515,828 | 11 | 250,685 | 219,332 | 13 |
| 2030 | 536,804 | 429,364 | 20 | 593,810 | 495,150 | 17 | 251,977 | 205,562 | 18 |
| 2031 | 546,901 | 399,722 | 27 | 604,979 | 467,128 | 23 | 253,245 | 188,868 | 25 |
| 2032 | 556,999 | 365,231 | 34 | 616,150 | 432,258 | 30 | 254,488 | 170,258 | 33 |
| 2033 | 567,097 | 328,511 | 42 | 627,320 | 392,571 | 37 | 255,708 | 151,051 | 41 |
| 2034 | 577,195 | 292,350 | 49 | 638,490 | 346,945 | 46 | 256,906 | 131,658 | 49 |
| 2035 | 587,292 | 259,026 | 56 | 649,660 | 303,024 | 53 | 258,082 | 114,202 | 56 |
| 2036 | 59,739 | 229,925 | 62 | 660,830 | 243,623 | 63 | 259,237 | 99,230 | 62 |
| 2037 | 607,488 | 202,740 | 67 | 672,000 | 192,002 | 71 | 260,372 | 86,895 | 67 |
| 2038 | 617,585 | 180,291 | 71 | 683,170 | 171,912 | 75 | 261,488 | 77,054 | 71 |
| 2039 | 627,683 | 162,780 | 74 | 694,340 | 157,738 | 77 | 262,585 | 69,383 | 74 |
| 2040 | 637,781 | 142,466 | 78 | 705,511 | 148,089 | 79 | 263,664 | 63,500 | 76 |
| 2041 | 647,879 | 131,436 | 80 | 716,681 | 140,630 | 80 | 264,725 | 53,584 | 80 |
| 2042 | 657,977 | 122,563 | 81 | 727,851 | 132,451 | 82 | 265,769 | 49,344 | 81 |
| 2043 | 668,074 | 118,512 | 82 | 739,021 | 129,010 | 83 | 266,797 | 47,117 | 82 |
| 2044 | 678,172 | 117,026 | 83 | 750,191 | 128,053 | 83 | 267,809 | 45,983 | 83 |
| 2045 | 688,270 | 116,936 | 83 | 761,361 | 128,404 | 83 | 268,806 | 45,440 | 83 |

Fuente: Fuente: Elaborado con datos históricos del MIDAGRI (marzo 2023), modelos epidemiológicos de Bassanezi & Bassanezi (2008) y Mora-Aguilera *et al.* (2015), datos de las encuestas aplicadas a productores de naranjas en Junín (2021), de mandarinas en Lima (2022) y limon en Piura (2022).

En la Figura 22, se puede observar la proyección tendencial y el descenso de la producción de naranjas, mandarinas y limones en toneladas, consecuencia de la enfermedad, que disminuye desde el año 2026 al año 2045, de 477,689 toneladas a 116,936 toneladas

respectivamente, por no existir un programa fitosanitario. Lo mismo sucede con las mandarinas y los limones, que dejan de producir 409,779 y 199,259 toneladas respectivamente. La Figura 23, se refleja los porcentajes de caída de la producción de naranjas, mandarinas y limones del 4 por ciento al 83 por ciento desde el año 2026 al 2045.

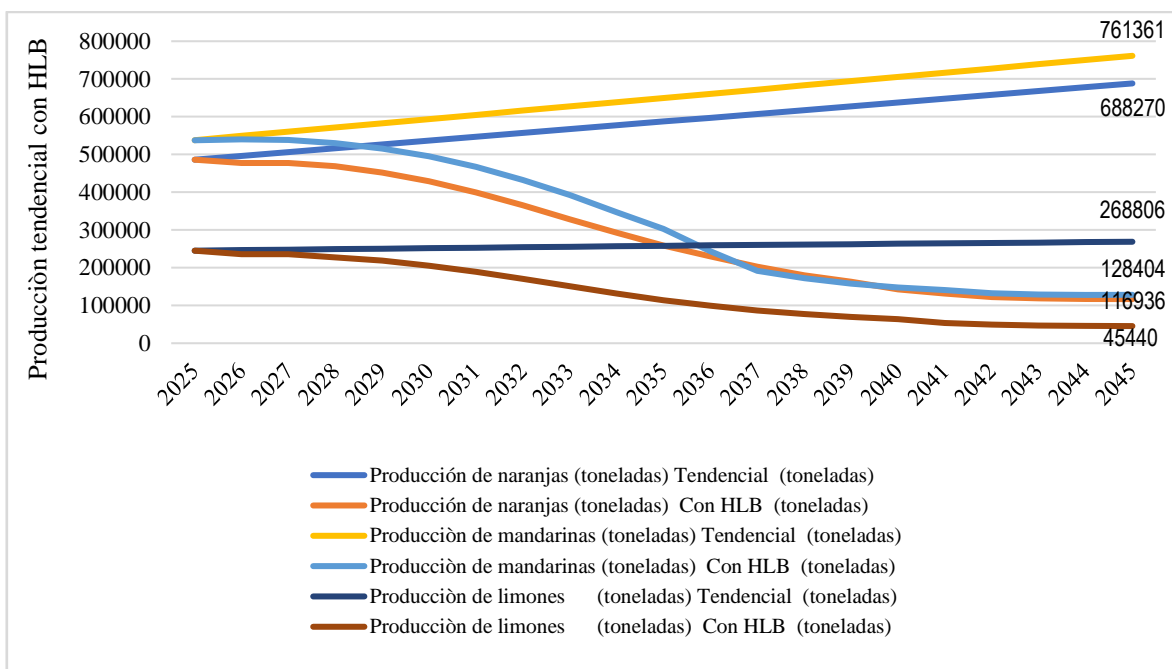


Figura 23: Producción tendencial y escenario epidemiológico en toneladas, 2025-2045

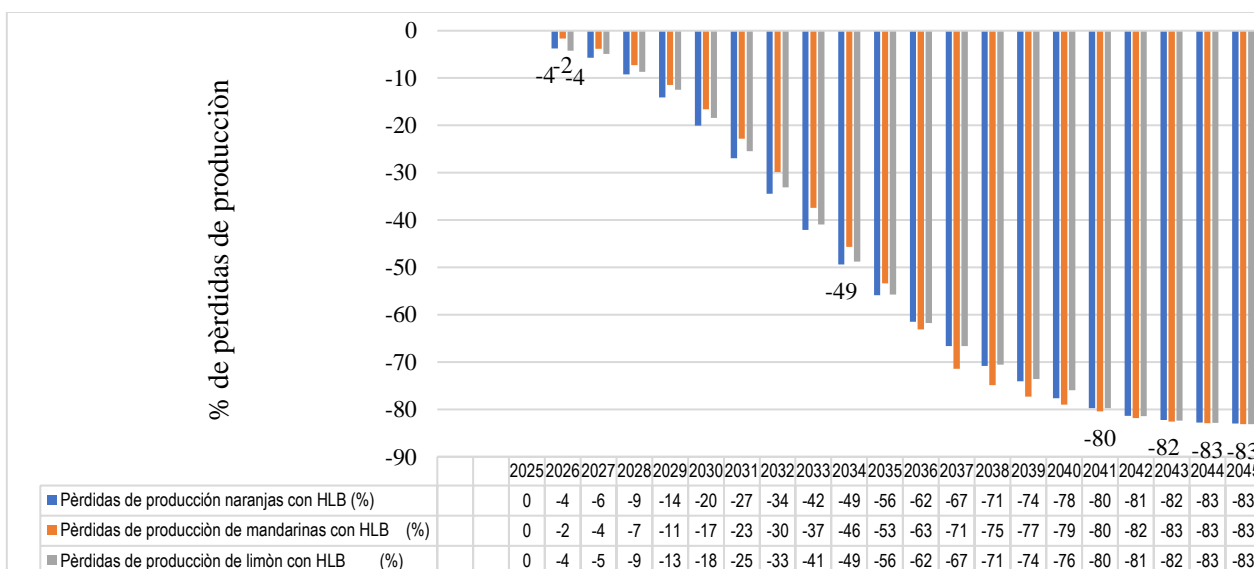


Figura 24: Pérdida de producción por HLB de naranjas, mandarinas y limones, en porcentajes

4.5. ESCENARIO DE ADOPCIÓN TOTAL (CON HLB Y EL 100 POR CIENTO DE LOS PRODUCTORES APLICAN EL PF)

Cuando los productores de cítricos, adoptan el Programa fitosanitario, la producción de naranjas será menor a la producción tendencial (escenario BAU), en la Tabla 31 y en la Figura 24 se muestran dicho comportamiento. Antes es necesario explicar la política pública de contención y prevención.

El gobierno, por intermedio del MIDAGRI, ejecutan programas y proyectos de inversión pública, por ejemplo, SENASA, en su página web indica que “tiene por objetivo proteger al país del ingreso de plagas y enfermedades, para preservar nuestra riqueza agrícola y ganadera; permitiendo que consumidores peruanos y del mundo puedan disfrutar de alimentos sanos e inocuos”. El ejemplo más claro es el Programa de Erradicación de la Mosca de la Fruta, con un presupuesto mayor a 400 millones de soles, el objetivo es que los productores accedan a servicios fitosanitarios suficientes y adecuados, libres de la mosca de la fruta.

La presente investigación, tiene por objetivo específico buscar un respaldo económico para un Programa Fitosanitario (PF) que tenga como objetivo el control y erradicación del *Huanglongbing* en las diversas macrorregiones productoras de cítricos en nuestro país. Para el efecto se ha realizado escenarios de adopciones parciales en la que los productores de cítricos acatan los lineamientos del PF bajo diversos porcentajes.

En la Figura 24, se visualiza la tendencia creciente de la producción de naranjas, y se encuentra paralelo al escenario (tendencial donde hay HLB, BAU) y los productores adoptan el PF al 100 por ciento los lineamientos del programa. Cuando se adopta el PF, las pérdidas totales se reducen, para el año 2045 sería de 3.9 por ciento.

Tabla 31: Producción tendencial sin HLB, producción con HLB, producción con PF al 100 por ciento estricto y pérdida porcentual de producción con HLB, 2025 – 2045 (toneladas y porcentajes)

| Años | Producción tendencial sin HLB (toneladas) | Producción con HLB y sin PF (toneladas) | Producción con adopción del PF (toneladas) | Perdida de producción con adopción de PF (Porcentaje) | Producción tendencial sin HLB (toneladas) | Producción con HLB y sin PF (toneladas) | Producción con adopción del PF (toneladas) | Perdida de producción con adopción de PF (Porcentaje) | Producción tendencial sin HLB (toneladas) | Producción con HLB y sin PF (toneladas) | Producción con adopción del PF (toneladas) | Perdida de producción con adopción del PF (Porcentaje) |
|------|---|---|--|---|---|---|--|---|---|---|--|--|
| | Naranjas | | | | Mandarinas | | | | Limones | | | |
| 2025 | 486,200 | 486,200 | 486,200 | 0 | 537,832 | 537,832 | 537,832 | 0 | 245,242 | 241,568 | 245,242 | 0 |
| 2026 | 496,448 | 477,689 | 490,185 | 1.3 | 549,169 | 540,036 | 546,608 | 0.5 | 246,646 | 236,292 | 242,678 | 1.6 |
| 2027 | 506,499 | 477,538 | 493,910 | 2.5 | 560,287 | 538,818 | 550,990 | 1.7 | 248,020 | 235,884 | 239,035 | 3.6 |
| 2028 | 516,612 | 468,789 | 498,249 | 3.6 | 571,473 | 530,077 | 556,140 | 2.7 | 249,366 | 227,618 | 239,024 | 4.1 |
| 2029 | 526,705 | 452,455 | 506,018 | 3.9 | 582,638 | 515,828 | 560,704 | 3.8 | 250,685 | 219,332 | 236,431 | 5.7 |
| 2030 | 536,804 | 429,364 | 513,801 | 4.3 | 593,810 | 495,150 | 564,819 | 4.9 | 251,977 | 205,562 | 236,456 | 6.2 |
| 2031 | 546,901 | 399,722 | 521,664 | 4.6 | 604,979 | 467,128 | 568,609 | 6 | 253,245 | 188,868 | 236,540 | 6.6 |
| 2032 | 556,999 | 365,231 | 529,645 | 4.9 | 616,150 | 432,258 | 572,213 | 7.1 | 254,488 | 170,258 | 236,707 | 7 |
| 2033 | 567,097 | 328,511 | 537,759 | 5.2 | 627,320 | 392,571 | 575,766 | 8.2 | 255,708 | 151,051 | 236,963 | 7.3 |
| 2034 | 577,195 | 292,350 | 546,010 | 5.4 | 638,490 | 346,945 | 575,718 | 9.8 | 256,906 | 131,658 | 235,980 | 8.1 |
| 2035 | 587,292 | 259,026 | 554,394 | 5.6 | 649,660 | 303,024 | 575,297 | 11.4 | 258,082 | 114,202 | 235,230 | 8.9 |
| 2036 | 597,390 | 229,925 | 562,905 | 5.8 | 660,830 | 243,623 | 602,423 | 8.8 | 259,237 | 99,230 | 234,726 | 9.5 |
| 2037 | 607,488 | 202,740 | 564,862 | 7 | 672,000 | 192,002 | 648,619 | 3.5 | 260,372 | 86,895 | 234,473 | 9.9 |
| 2038 | 617,585 | 180,291 | 568,320 | 8 | 683,170 | 171,912 | 657,792 | 3.7 | 261,488 | 77,054 | 234,468 | 10.3 |
| 2039 | 627,683 | 162,780 | 573,668 | 8.6 | 694,340 | 157,738 | 667,279 | 3.9 | 262,585 | 69,383 | 234,708 | 10.6 |
| 2040 | 637,781 | 142,466 | 600,817 | 5.8 | 705,511 | 148,089 | 677,226 | 4 | 263,664 | 63,500 | 235,184 | 10.8 |
| 2041 | 647,879 | 131,436 | 620,574 | 4.2 | 716,681 | 140,630 | 687,154 | 4.1 | 264,725 | 53,584 | 254,528 | 3.9 |
| 2042 | 657,977 | 122,563 | 630,347 | 4.2 | 727,851 | 132,451 | 697,813 | 4.1 | 265,769 | 49,344 | 255,384 | 3.9 |
| 2043 | 668,074 | 118,512 | 640,523 | 4.1 | 739,021 | 129,010 | 709,175 | 4 | 266,797 | 47,117 | 256,399 | 3.9 |
| 2044 | 678,172 | 117,026 | 650,972 | 4 | 750,191 | 128,053 | 721,062 | 3.9 | 267,809 | 45,983 | 257,509 | 3.8 |
| 2045 | 688,270 | 116,936 | 661,505 | 3.9 | 761,361 | 128,404 | 733,161 | 3.7 | 268,806 | 45,440 | 258,657 | 3.8 |

Fuente: Elaborado con datos históricos del MIDAGRI (marzo, 2023), modelos epidemiológicos de Bassanezi & Bassanezi (2008) y Mora-Aguilera *et al.* (2015) y datos de encuestas aplicadas a productores de naranjas, mandarinas y limones, en Junín (2021), Lima (2022) y Piura (2022).

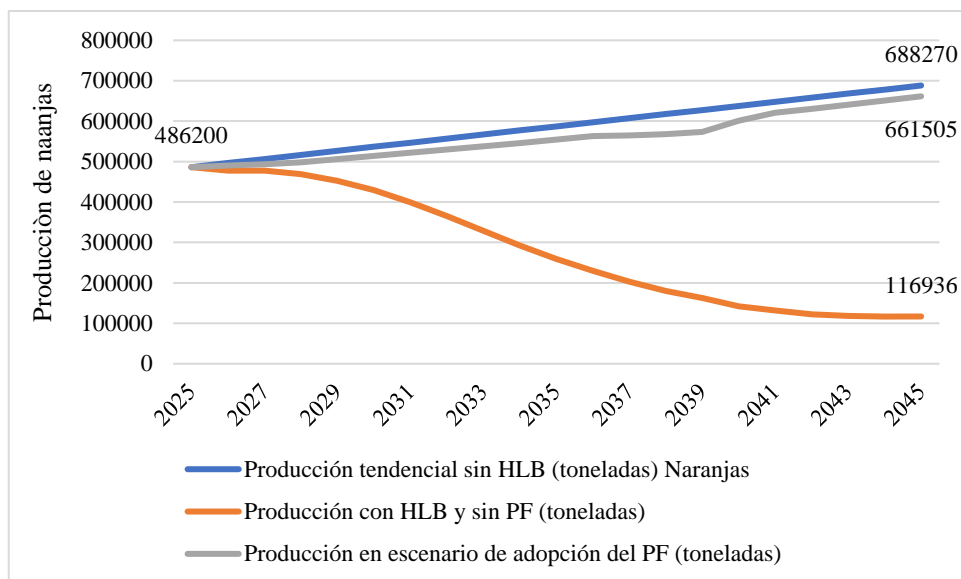


Figura 25: Producción tendencial de las naranjas, producción con HLB y adopción del PF y producción con HLB y sin PF

4.6. ESCENARIOS DE ADOPCIÓN PARCIAL CON HLB Y SOLO UN PORCENTAJE DE PRODUCTORES ADOPTAN EL PF

Si los agricultores, productores de cítricos, adoptan parcialmente el PF en un 25, 30, 40, 50 o 75 por ciento, y observando los escenarios de las Tablas 32, 33 y 34 se puede verificar que menor será la caída de la producción de los cítricos. Por ejemplo, los productores de naranjas que adoptan el PF en un 25 por ciento (Tabla 32, Figura 21) las pérdidas en su producción, tienen una caída del 60 por ciento al año 2045 y los que adoptan al 75 por ciento, las pérdidas solo caen un 15 por ciento.

Tabla 32: Producción tendencial de naranjas sin HLB y producción con escenarios de adopción parcial del PF de los productores, 2025 – 2045

| Años | Producción tendencial sin HLB (toneladas) | Producción con adopción parcial al 25 por ciento (toneladas) | Producción con adopción parcial al 30 por ciento (toneladas) | Producción con adopción parcial al 40 por ciento (toneladas) | Producción con adopción parcial al 50 por ciento (toneladas) | Producción con adopción parcial al 75 por ciento (toneladas) |
|--|---|--|--|--|--|--|
| | Sin HLB | Con HLB | | | | |
| 2025 | 486,200 | 486,200 | 486,200 | 486,200 | 486,200 | 486,200 |
| 2026 | 496,448 | 482,594 | 482,843 | 483,340 | 483,837 | 485,079 |
| 2027 | 506,499 | 483,017 | 483,222 | 483,631 | 484,040 | 485,063 |
| 2028 | 516,612 | 477,482 | 478,101 | 479,340 | 480,578 | 483,675 |
| 2029 | 526,705 | 468,204 | 469,860 | 473,170 | 476,480 | 484,756 |
| 2030 | 536,804 | 453,840 | 456,872 | 462,935 | 468,999 | 484,157 |
| 2031 | 546,901 | 434,245 | 439,011 | 448,543 | 458,074 | 481,903 |
| 2032 | 556,999 | 410,525 | 417,314 | 430,890 | 444,466 | 478,406 |
| 2033 | 567,097 | 384,613 | 393,584 | 411,526 | 429,469 | 474,324 |
| 2034 | 577,195 | 358,687 | 369,857 | 392,198 | 414,538 | 470,389 |
| 2035 | 587,292 | 334,619 | 347,880 | 374,400 | 400,920 | 467,222 |
| 2036 | 597,390 | 313,631 | 328,790 | 359,108 | 389,426 | 465,221 |
| 2037 | 607,488 | 291,529 | 308,007 | 340,962 | 373,918 | 456,306 |
| 2038 | 617,585 | 273,658 | 291,333 | 326,684 | 362,035 | 450,412 |
| 2039 | 627,683 | 260,361 | 279,116 | 316,626 | 354,136 | 447,912 |
| 2040 | 637,781 | 253,409 | 275,114 | 318,525 | 361,936 | 470,463 |
| 2041 | 647,879 | 256,044 | 280,640 | 329,832 | 379,024 | 502,003 |
| 2042 | 657,977 | 257,541 | 284,352 | 337,976 | 391,599 | 525,657 |
| 2043 | 668,074 | 262,675 | 291,400 | 348,852 | 406,303 | 549,931 |
| 2044 | 678,172 | 268,319 | 298,513 | 358,900 | 419,287 | 570,255 |
| 2045 | 688,270 | 273,096 | 304,287 | 366,668 | 429,049 | 585,001 |
| Pérdida de producción en el 2045 (respecto a la producción sin HLB) (Porcentaje) | | 415,173 | 383,983 | 321,602 | 259,221 | 103,269 |
| | | 60 | 56 | 47 | 38 | 15 |

Fuente: Elaborado con datos históricos del MIDAGRI (marzo 2023), modelo epidemiológico de Bassanezi & Bassanezi (2008) y datos de 345 encuestas aplicadas a productores de naranjas en Junín (2021).

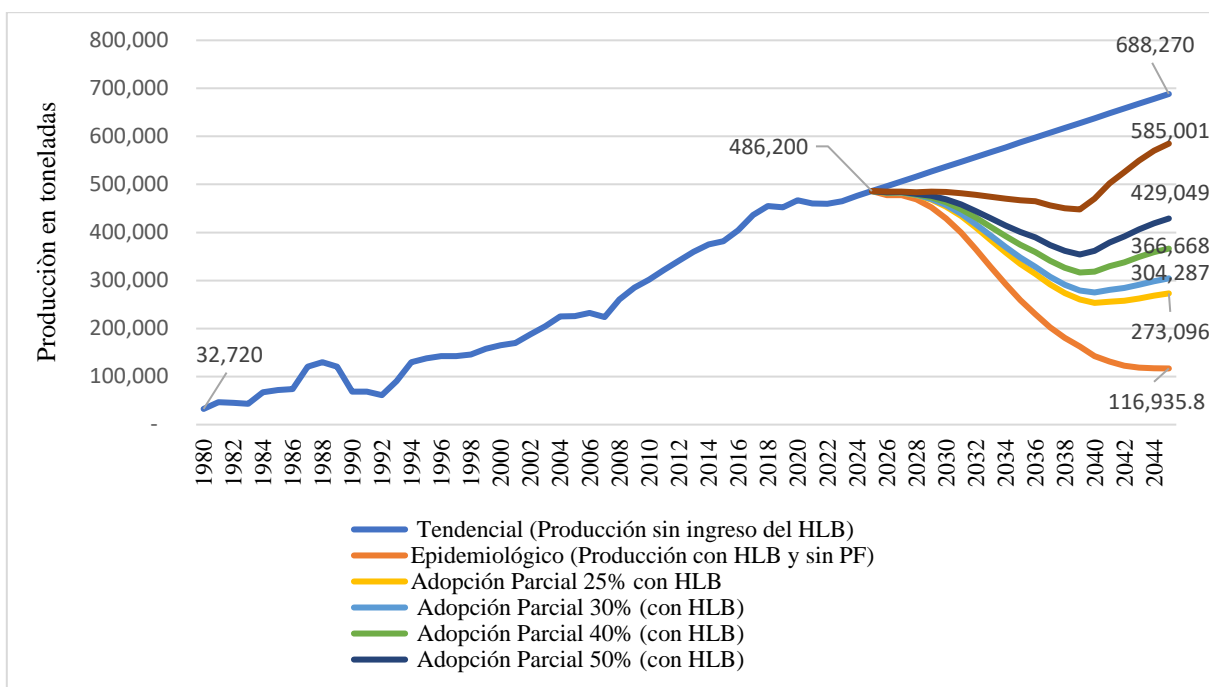


Figura 26: Producción tendencial de naranjas, escenario epidemiológico, escenario de adopción total y escenarios de adopción parcial en toneladas, 2026 – 2045

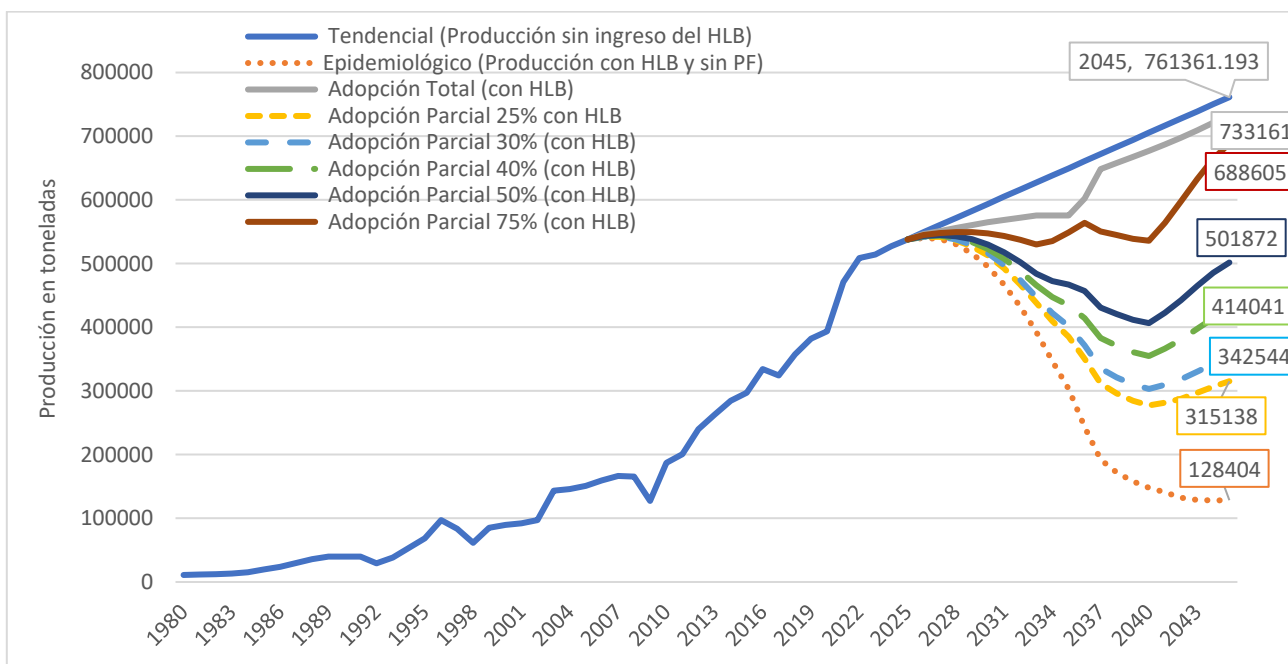


Figura 27: Producción tendencial de mandarinas, escenario epidemiológico, escenario de adopción total y escenarios de adopción parcial en toneladas, 1980 – 2045

Los productores de mandarinas, que adoptan el PF en los diversos porcentajes (Tabla 33, Figura 22) pierden producción desde el 58.6 por ciento al 9.6 por ciento, para el año 2045.

Tabla 33: Producción tendencial de mandarinas sin HLB y producción con escenarios de adopción parcial del PF de los productores, 2025 – 2045

| Años | Producción tendencial (toneladas) | Producción con adopción parcial al 25 por ciento | Producción con adopción parcial al 30 por ciento | Producción con adopción parcial al 40 por ciento | Producción con adopción parcial al 50 por ciento | Producción con adopción parcial al 75 por ciento |
|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|
| | | (toneladas) | (toneladas) | (toneladas) | (toneladas) | (toneladas) |
| Sin HLB | | Con HLB | | | | |
| 2025 | 537,832 | 537,832 | 537,832 | 537,832 | 537,832 | 537,832 |
| 2026 | 549,169 | 541,679 | 542,008 | 542,665 | 543,322 | 544,965 |
| 2027 | 560,287 | 541,861 | 542,470 | 543,687 | 544,904 | 547,947 |
| 2028 | 571,473 | 536,593 | 537,896 | 540,502 | 543,108 | 549,624 |
| 2029 | 582,638 | 527,047 | 529,291 | 533,778 | 538,266 | 549,485 |
| 2030 | 593,810 | 512,567 | 516,051 | 523,018 | 529,985 | 547,402 |
| 2031 | 604,979 | 492,498 | 497,572 | 507,720 | 517,868 | 543,238 |
| 2032 | 616,150 | 467,247 | 474,244 | 488,240 | 502,235 | 537,224 |
| 2033 | 627,320 | 438,370 | 447,530 | 465,849 | 484,169 | 529,967 |
| 2034 | 638,490 | 409,797 | 422,367 | 447,508 | 472,649 | 535,501 |
| 2035 | 649,660 | 385,050 | 401,455 | 434,266 | 467,076 | 549,102 |
| 2036 | 660,830 | 350,356 | 371,703 | 414,396 | 457,090 | 563,823 |
| 2037 | 672,000 | 311,487 | 335,384 | 383,179 | 430,973 | 550,459 |
| 2038 | 683,170 | 296,238 | 321,103 | 370,834 | 420,564 | 544,890 |
| 2039 | 694,340 | 284,831 | 310,249 | 361,087 | 411,924 | 539,016 |
| 2040 | 705,511 | 277,292 | 303,132 | 354,813 | 406,494 | 535,697 |
| 2041 | 716,681 | 281,696 | 309,910 | 366,336 | 422,763 | 563,829 |
| 2042 | 727,851 | 287,443 | 318,441 | 380,438 | 442,435 | 597,427 |
| 2043 | 739,021 | 296,921 | 330,503 | 397,668 | 464,832 | 632,744 |
| 2044 | 750,191 | 306,796 | 342,544 | 414,041 | 485,538 | 664,281 |
| 2045 | 761,361 | 315,138 | 352,485 | 427,178 | 501,872 | 688,605 |
| Pérdida de producción (t) en el 2045 (respecto a la producción sin HLB) (porcentaje) | | 446,223 | 408,877 | 334,183 | 259,490 | 72,756 |
| | | 58.6 | 53.7 | 43.9 | 34.1 | 9.6 |

Fuente: Elaborado con datos históricos del MIDAGRI (marzo 2023), modelos epidemiológicos de Bassanezi & Bassanezi (2008) y Mora-Aguilera *et al.* (2015) y datos de 342 encuestas aplicadas a productores de mandarinas en Lima (2022).

Finalmente, los productores de limones, que adoptan el PF en un 25, 30, 40, 50 y 75 por ciento, (Tabla 34, Figura 23), pierden producción desde el 61 por ciento al 17 por ciento para el año 2045 respectivamente, lo que demuestra que, mientras más productores adoptan el PF menor será la pérdida en producción.

Tabla 34: Producción tendencial de limones sin HLB y producción con escenarios de adopción parcial del PF de los productores: 2025 – 2045

| Años | Producción tendencial (toneladas) | Producción con adopción parcial al 25 por ciento (toneladas) | Producción con adopción parcial al 30 por ciento (toneladas) | Producción con adopción parcial al 40 por ciento (toneladas) | Producción con adopción parcial al 50 por ciento (toneladas) | Producción con adopción parcial al 75 por ciento (toneladas) |
|--|-----------------------------------|--|--|--|--|--|
| | | Sin HLB | Con HLB | | | |
| 2024 | 243,808 | 242,342 | 242,379 | 242,452 | 242,525 | 242,707 |
| 2025 | 245,242 | 241,716 | 241,746 | 241,805 | 241,864 | 242,011 |
| 2026 | 246,646 | 237,542 | 237,791 | 238,291 | 238,791 | 240,040 |
| 2027 | 248,020 | 235,634 | 235,584 | 235,484 | 235,384 | 235,134 |
| 2028 | 249,366 | 229,236 | 229,559 | 230,206 | 230,853 | 232,471 |
| 2029 | 250,685 | 221,826 | 222,324 | 223,322 | 224,319 | 226,812 |
| 2030 | 251,977 | 211,320 | 212,471 | 214,774 | 217,077 | 222,835 |
| 2031 | 253,245 | 198,648 | 200,604 | 204,516 | 208,428 | 218,209 |
| 2032 | 254,488 | 184,576 | 187,439 | 193,166 | 198,894 | 213,212 |
| 2033 | 255,708 | 170,094 | 173,903 | 181,520 | 189,138 | 208,181 |
| 2034 | 256,906 | 157,083 | 162,168 | 172,338 | 182,508 | 207,933 |
| 2035 | 258,082 | 146,625 | 153,109 | 166,078 | 179,048 | 211,470 |
| 2036 | 259,237 | 139,005 | 146,961 | 162,871 | 178,781 | 218,557 |
| 2037 | 260,372 | 128,376 | 136,673 | 153,265 | 169,858 | 211,339 |
| 2038 | 261,488 | 117,084 | 125,090 | 141,102 | 157,114 | 197,144 |
| 2039 | 262,585 | 106,154 | 113,509 | 128,217 | 142,926 | 179,697 |
| 2040 | 263,664 | 96,700 | 103,340 | 116,619 | 129,899 | 163,099 |
| 2041 | 264,725 | 101,647 | 111,260 | 130,486 | 149,711 | 197,774 |
| 2042 | 265,769 | 100,467 | 110,692 | 131,141 | 151,591 | 202,714 |
| 2043 | 266,797 | 101,168 | 111,978 | 133,598 | 155,218 | 209,268 |
| 2044 | 267,809 | 102,680 | 114,019 | 136,698 | 159,377 | 216,073 |
| 2045 | 268,806 | 104,298 | 116,070 | 139,613 | 163,156 | 222,014 |
| Pérdida de producción (t) en el 2045 (respecto a la producción sin HLB) (porcentaje) | | 164,508 | 152,736 | 129,193 | 105,650 | 46,791 |
| | | 61 | 57 | 48 | 39 | 17 |

Fuente: Elaborado con datos históricos del MIDAGRI (marzo 2023), modelo epidemiológico de Bassanezi & Bassanezi (2008) y Mora-Aguilera *et al.* (2015) y datos de 367 encuestas aplicadas a productores de limones en Piura (2022).

Mientras que la Figura 23, muestra la producción tendencial del limón, desde el año 1980 al 2045 y la adopción parcial al PF, en la que la enfermedad llega al Perú en el año 2024 o 2025, afectando a los cítricos a partir del año 2026, en la que posiblemente algunos productores de cítricos se acogerán. De no acogerse al programa, las consecuencias serían, que la enfermedad arrasa con la producción de los cítricos.

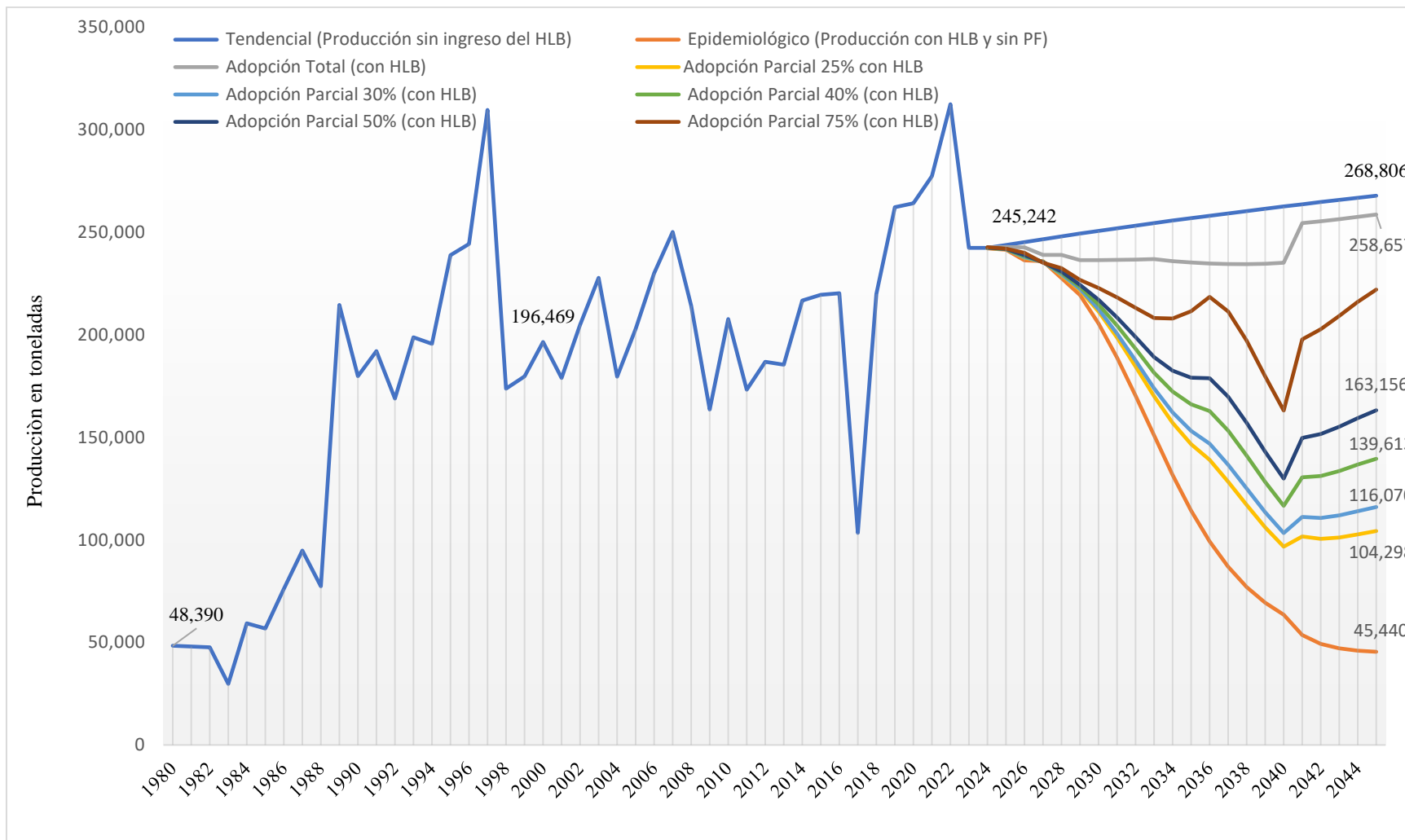


Figura 28: Producción tendencial de limones y escenarios con HLB y sin PF y escenarios de adopción parcial con PF, 1980 – 2045

4.7. ANÁLISIS BENEFICIO COSTO

4.7.1. Costo de producción en el tiempo

A todos los productores de naranjas, mandarinas y limones, en el trabajo de campo realizado, se hizo las encuestas de costos, a fin de determinar los costos de instalación (se considera dos años como periodo de instalación) y de mantenimiento por una hectárea.

Con los datos recopilados (Tabla 35), los costos de instalación variaran de acuerdo a la cantidad de árboles por edad que exista en cada periodo de tiempo y los costos de mantenimiento se mantienen constantes a lo largo de cada periodo de análisis, desde el año 2025 a 2045. Es importante señalar que los costos del escenario tendencial y del epidemiológico son iguales, porque no incurrirán en costos adicionales por la implementación del PF.

Tabla 35. Costos de producción, costos de instalación y costos de mantenimiento para el escenario tendencial y epidemiológico por una hectárea (en soles)

| Años | Costos de instalación | Costos de mantenimiento | Costo total | Costos de instalación | Costos de mantenimiento | Costo total | Costos de instalación | Costos de mantenimiento | Costo total |
|------|-----------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|-------------|-----------------------|-------------------------|-------------|
| | Naranjas | | | Mandarinas | | | Limones | | |
| 2025 | 430.5 | 4,798.6 | 5,229.1 | 3,086.6 | 12,361.2 | 15,447.8 | 904.3 | 3,126.0 | 4,030.3 |
| 2026 | 407.8 | 4,798.6 | 5,206.4 | 3,490.8 | 12,361.2 | 15,852.0 | 1,205.7 | 3,126.0 | 4,331.7 |
| 2027 | 390.7 | 4,798.6 | 5,189.3 | 3,794.0 | 12,361.2 | 16,155.2 | 1,507.2 | 3,126.0 | 4,633.2 |
| 2028 | 377.9 | 4,798.6 | 5,176.5 | 4,021.4 | 12,361.2 | 16,382.5 | 1,431.8 | 3,126.0 | 4,557.8 |
| 2029 | 368.4 | 4,798.6 | 5,166.9 | 4,191.9 | 12,361.2 | 16,553.1 | 1,375.3 | 3,126.0 | 4,501.3 |
| 2030 | 361.2 | 4,798.6 | 5,159.7 | 4,319.8 | 12,361.2 | 16,681.0 | 1,332.9 | 3,126.0 | 4,458.9 |
| 2031 | 355.8 | 4,798.6 | 5,154.3 | 4,415.7 | 12,361.2 | 16,776.9 | 1,301.1 | 3,126.0 | 4,427.1 |
| 2032 | 351.7 | 4,798.6 | 5,150.3 | 4,487.6 | 12,361.2 | 16,848.8 | 1,277.3 | 3,126.0 | 4,403.3 |
| 2033 | 348.7 | 4,798.6 | 5,147.2 | 4,541.6 | 12,361.2 | 16,902.8 | 1,259.4 | 3,126.0 | 4,385.4 |
| 2034 | 346.4 | 4,798.6 | 5,145.0 | 5,511.5 | 12,361.2 | 17,872.7 | 1,246.0 | 3,126.0 | 4,372.0 |
| 2035 | 344.7 | 4,798.6 | 5,143.3 | 6,103.8 | 12,361.2 | 18,465.0 | 1,235.9 | 3,126.0 | 4,361.9 |
| 2036 | 343.4 | 4,798.6 | 5,142.0 | 6,429.3 | 12,361.2 | 18,790.5 | 1,228.4 | 3,126.0 | 4,354.4 |
| 2037 | 815.0 | 4,798.6 | 5,613.6 | 6,570.3 | 12,361.2 | 18,931.5 | 1,222.7 | 3,126.0 | 4,348.7 |
| 2038 | 1,059.7 | 4,798.6 | 5,858.3 | 6,588.9 | 12,361.2 | 18,950.1 | 1,218.5 | 3,126.0 | 4,344.5 |
| 2039 | 1,159.7 | 4,798.6 | 5,958.3 | 6,532.2 | 12,361.2 | 18,893.4 | 1,215.3 | 3,126.0 | 4,341.3 |
| 2040 | 1,170.7 | 4,798.6 | 5,969.3 | 6,434.7 | 12,361.2 | 18,795.9 | 2,457.2 | 3,126.0 | 5,583.2 |
| 2041 | 1,131.5 | 4,798.6 | 5,930.1 | 6,641.1 | 12,361.2 | 19,002.3 | 3,100.2 | 3,126.0 | 6,226.2 |
| 2042 | 1,069.4 | 4,798.6 | 5,868.0 | 6,661.3 | 12,361.2 | 19,022.4 | 3,361.7 | 3,126.0 | 6,487.7 |
| 2043 | 1,002.4 | 4,798.6 | 5,801.0 | 6,589.7 | 12,361.2 | 18,950.9 | 3,388.6 | 3,126.0 | 6,514.6 |
| 2044 | 941.6 | 4,798.6 | 5,740.2 | 6,483.4 | 12,361.2 | 18,844.6 | 3,283.8 | 3,126.0 | 6,409.8 |
| 2045 | 892.8 | 4,798.6 | 5,691.3 | 6,375.5 | 12,361.2 | 18,736.7 | 3,119.0 | 3,126.0 | 6,245.0 |

Fuente: Datos de las encuestas aplicadas a los productores de naranjas, mandarinas y limones, en Junín (2021), Lima (2022) y Piura (2022)

El supuesto considerado en la presente investigación es que, entre los años 2024 o 2025, ingresa la *Diaphorina citri* al Perú. La enfermedad, el HLB, se reconoce oficialmente el año 2026. Los porcentajes de incremento de los costos de producción, con respecto al manejo del HLB, se han tomado de la investigación de Galvão *et al.* (2012), donde un control medio⁹ del HLB incrementaría los costos en 36.2 por ciento y un control alto¹⁰ de HLB incrementaría los costos en 67.28 por ciento. Las Tablas 36 y 37 corresponde a naranjas, 38 y 39 a mandarinas y 40 y 41 a limones, donde aparecen los costos totales de producción con control medio y alto.

Los costos de producción adicionales de los escenarios con HLB, que se observan en las Tablas 36 a 41, tanto de adopción total y de adopción parcial de productores del PNF son calculados con la misma lógica del escenario tendencial, utilizando las respectivas tablas de variación del número de árboles estimados en una hectárea según categoría de edades a través del tiempo. Se incurrirán en costos adicionales, debido a la remoción de plantas enfermas, por control, inspección y otros relacionados.

⁹ Un control medio estaría integrado por los costos adicionales de inspección y monitoreo del HLB.

¹⁰ El control alto incurre a mayor costo porque se implementarán un mayor número de inspecciones y monitoreos del HLB que un control medio.

Tabla 36: Costos totales de producción de la naranja con control medio del HLB para escenarios de adopción parcial y total por una hectárea, 2025-2045

| Año | Costo total escenario adopción parcial 25 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 30 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 40 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 50 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 75 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción total 100 por ciento (soles) |
|------|---|---|---|---|---|--|
| 2025 | 5,761.6 | 5,868.1 | 6,081.0 | 6,294.0 | 6,826.5 | 7,280.0 |
| 2026 | 5,745.7 | 5,853.5 | 6,069.2 | 6,284.9 | 6,824.2 | 7,272.7 |
| 2027 | 5,733.7 | 5,842.6 | 6,060.4 | 6,278.1 | 6,822.5 | 7,267.2 |
| 2028 | 5,724.8 | 5,834.4 | 6,053.7 | 6,273.0 | 6,821.3 | 7,263.2 |
| 2029 | 5,718.1 | 5,828.3 | 6,048.7 | 6,269.2 | 6,820.3 | 7,260.1 |
| 2030 | 5,713.0 | 5,823.7 | 6,045.0 | 6,266.3 | 6,819.6 | 7,257.8 |
| 2031 | 5,709.2 | 5,820.2 | 6,042.2 | 6,264.2 | 6,819.1 | 7,256.1 |
| 2032 | 5,706.4 | 5,817.6 | 6,040.1 | 6,262.5 | 6,818.7 | 7,254.8 |
| 2033 | 5,704.3 | 5,815.7 | 6,038.5 | 6,261.3 | 6,818.4 | 7,253.8 |
| 2034 | 5,702.7 | 5,814.2 | 6,037.3 | 6,260.4 | 6,818.1 | 7,253.1 |
| 2035 | 5,701.5 | 5,813.1 | 6,036.4 | 6,259.7 | 6,818.0 | 7,252.5 |
| 2036 | 5,700.6 | 5,812.3 | 6,035.8 | 6,259.2 | 6,817.8 | 7,252.1 |
| 2037 | 6,176.3 | 6,288.8 | 6,513.9 | 6,739.0 | 7,301.7 | 7,791.5 |
| 2038 | 6,422.5 | 6,535.3 | 6,761.0 | 6,986.6 | 7,550.8 | 8,069.6 |
| 2039 | 6,522.5 | 6,635.3 | 6,861.0 | 7,086.6 | 7,650.8 | 8,181.7 |
| 2040 | 6,532.6 | 6,645.3 | 6,870.7 | 7,096.0 | 7,659.4 | 8,191.9 |
| 2041 | 6,463.5 | 6,570.2 | 6,783.5 | 6,996.9 | 7,530.3 | 8,145.1 |
| 2042 | 6,385.8 | 6,489.4 | 6,696.5 | 6,903.7 | 7,421.5 | 8,072.6 |
| 2043 | 6,312.5 | 6,414.8 | 6,619.4 | 6,824.0 | 7,335.5 | 7,995.0 |
| 2044 | 6,251.0 | 6,353.1 | 6,557.5 | 6,761.8 | 7,272.5 | 7,925.0 |
| 2045 | 6,204.6 | 6,307.2 | 6,512.5 | 6,717.8 | 7,231.0 | 7,869.0 |

Fuente: Datos de encuestas a productores de naranjas en Junín (2021) y Miranda Galvão, Adami Oliveira, & Bassanezi Beozzo (2012)

Tabla 37: Costos totales de producción de la naranja con control alto del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)

| Año | Costo total escenario adopción parcial 25 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 30 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 40 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 50 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 75 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción total 100 por ciento (soles) |
|------|---|---|---|---|---|--|
| 2025 | 6,181.4 | 6,371.8 | 6,752.7 | 7,133.7 | 8,085.9 | 8,941.2 |
| 2026 | 6,165.7 | 6,357.6 | 6,741.4 | 7,125.1 | 8,084.5 | 8,932.3 |
| 2027 | 6,154.0 | 6,346.9 | 6,732.8 | 7,118.7 | 8,083.4 | 8,925.6 |
| 2028 | 6,145.2 | 6,338.9 | 6,726.4 | 7,113.9 | 8,082.5 | 8,920.6 |
| 2029 | 6,138.6 | 6,332.9 | 6,721.6 | 7,110.2 | 8,081.9 | 8,916.8 |
| 2030 | 6,133.6 | 6,328.4 | 6,718.0 | 7,107.5 | 8,081.4 | 8,914.0 |
| 2031 | 6,129.9 | 6,325.0 | 6,715.3 | 7,105.5 | 8,081.1 | 8,911.8 |
| 2032 | 6,127.1 | 6,322.5 | 6,713.2 | 7,104.0 | 8,080.8 | 8,910.2 |
| 2033 | 6,125.0 | 6,320.6 | 6,711.7 | 7,102.8 | 8,080.6 | 8,909.1 |
| 2034 | 6,123.5 | 6,319.2 | 6,710.6 | 7,102.0 | 8,080.5 | 8,908.2 |
| 2035 | 6,122.3 | 6,318.1 | 6,709.7 | 7,101.3 | 8,080.4 | 8,907.5 |
| 2036 | 6,121.4 | 6,317.3 | 6,709.1 | 7,100.9 | 8,080.3 | 8,907.0 |
| 2037 | 6,624.9 | 6,827.2 | 7,231.7 | 7,636.3 | 8,647.6 | 9,569.4 |
| 2038 | 6,885.4 | 7,090.8 | 7,501.7 | 7,912.5 | 8,939.6 | 9,911.1 |
| 2039 | 6,991.1 | 7,197.7 | 7,610.8 | 8,023.9 | 9,056.7 | 10,048.7 |
| 2040 | 7,001.7 | 7,208.2 | 7,621.2 | 8,034.2 | 9,066.7 | 10,061.2 |
| 2041 | 6,923.5 | 7,122.2 | 7,519.6 | 7,916.9 | 8,910.3 | 10,003.8 |
| 2042 | 6,838.8 | 7,032.9 | 7,421.2 | 7,809.5 | 8,780.3 | 9,914.7 |
| 2043 | 6,839.8 | 7,033.9 | 7,422.2 | 7,810.5 | 8,781.3 | 9,914.7 |
| 2044 | 6,840.8 | 7,034.9 | 7,423.2 | 7,811.5 | 8,782.3 | 9,914.7 |
| 2045 | 6,841.8 | 7,035.9 | 7,424.2 | 7,812.5 | 8,783.3 | 9,914.7 |

Fuente: Datos de encuestas a productores de naranjas en Junín (2021) y Miranda Galvão, Adami Oliveira, & Bassanezi Beozzo (2012).

Tabla 38: Costos totales de producción de la mandarina con control medio del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)

| Año | Costo total escenario adopción parcial 25 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 30 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 40 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 50 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 75 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción total 100 por ciento (soles) |
|------|---|---|---|---|---|--|
| 2025 | 13,693.6 | 13,107.2 | 14,375.4 | 14,830.0 | 12,557.2 | 17,102.9 |
| 2026 | 15,130.0 | 14,490.2 | 15,968.2 | 16,527.0 | 17,924.0 | 19,115.4 |
| 2027 | 16,566.4 | 15,873.2 | 17,561.0 | 18,224.0 | 19,881.5 | 21,128.0 |
| 2028 | 17,231.2 | 16,513.5 | 18,301.3 | 19,014.6 | 20,798.0 | 22,067.6 |
| 2029 | 17,729.8 | 16,993.8 | 18,856.5 | 19,607.6 | 21,485.4 | 22,772.3 |
| 2030 | 18,103.8 | 17,354.0 | 19,272.9 | 20,052.3 | 22,000.9 | 23,300.8 |
| 2031 | 18,384.2 | 17,624.2 | 19,585.2 | 20,385.9 | 22,387.5 | 23,697.1 |
| 2032 | 18,594.5 | 17,826.8 | 19,819.4 | 20,636.0 | 22,677.5 | 23,994.4 |
| 2033 | 18,752.3 | 17,978.7 | 19,995.1 | 20,823.7 | 22,895.0 | 24,217.4 |
| 2034 | 18,870.6 | 18,092.7 | 20,126.9 | 20,964.4 | 23,058.1 | 24,384.6 |
| 2035 | 18,959.4 | 18,178.2 | 20,225.7 | 21,069.9 | 23,180.4 | 24,510.0 |
| 2036 | 19,025.9 | 18,242.3 | 20,299.8 | 21,149.1 | 23,272.2 | 24,604.1 |
| 2037 | 19,982.4 | 19,152.5 | 21,248.2 | 22,092.1 | 24,201.8 | 25,655.2 |
| 2038 | 20,558.1 | 19,699.9 | 21,814.0 | 22,651.3 | 24,744.5 | 26,274.9 |
| 2039 | 20,866.6 | 19,992.7 | 22,112.3 | 22,942.7 | 25,018.8 | 26,594.2 |
| 2040 | 20,991.7 | 20,111.0 | 22,227.9 | 23,052.0 | 25,112.2 | 26,709.9 |
| 2041 | 20,996.7 | 20,115.0 | 22,224.7 | 23,043.3 | 25,089.9 | 26,694.4 |
| 2042 | 20,929.0 | 20,049.8 | 22,150.3 | 22,964.6 | 25,000.2 | 26,601.5 |
| 2043 | 20,823.3 | 19,948.7 | 22,039.7 | 22,850.7 | 24,878.0 | 26,470.3 |
| 2044 | 20,704.7 | 19,817.1 | 21,726.1 | 22,407.1 | 24,109.5 | 26,581.8 |
| 2045 | 20,452.8 | 19,561.6 | 21,311.0 | 21,883.1 | 23,313.4 | 26,544.5 |

Fuente: Datos de las encuestas aplicadas a los productores de mandarinas en Lima (2022), y Miranda Galvão, Adami Oliveira, & Bassanezi Beozzo (2012).

Tabla 39: Costos totales de producción de la mandarina con control alto del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)

| Año | Costo total escenario adopción parcial 25 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 30 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 40 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 50 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción parcial 75 por ciento (soles) | Costo total escenario adopción total 100 por ciento (soles) |
|------|---|---|---|---|---|--|
| 2025 | 14,669.3 | 15,091.7 | 15,936.5 | 16,781.4 | 18,893.5 | 21,005.6 |
| 2026 | 16,232.2 | 16,732.1 | 17,731.8 | 18,731.5 | 21,230.7 | 23,477.5 |
| 2027 | 17,795.2 | 18,372.5 | 19,527.0 | 20,681.5 | 23,567.8 | 25,949.3 |
| 2028 | 18,519.5 | 19,133.8 | 20,362.4 | 21,591.1 | 24,662.7 | 27,103.3 |
| 2029 | 19,062.6 | 19,704.8 | 20,989.0 | 22,273.3 | 25,483.9 | 27,968.7 |
| 2030 | 19,470.0 | 20,133.0 | 21,458.9 | 22,784.9 | 26,099.7 | 28,617.8 |
| 2031 | 19,775.6 | 20,454.2 | 21,811.4 | 23,168.6 | 26,561.6 | 29,104.7 |
| 2032 | 20,004.7 | 20,695.1 | 22,075.7 | 23,456.4 | 26,908.1 | 29,469.8 |
| 2033 | 20,176.6 | 20,875.7 | 22,274.0 | 23,672.2 | 27,167.9 | 29,743.6 |
| 2034 | 20,305.5 | 21,011.2 | 22,422.7 | 23,834.1 | 27,362.7 | 29,949.0 |
| 2035 | 20,402.2 | 21,112.8 | 22,534.2 | 23,955.5 | 27,508.9 | 30,103.1 |
| 2036 | 20,474.7 | 21,189.1 | 22,617.8 | 24,046.6 | 27,618.5 | 30,218.6 |
| 2037 | 21,483.4 | 22,205.6 | 23,649.9 | 25,094.2 | 28,704.9 | 31,509.6 |
| 2038 | 22,089.2 | 22,814.0 | 24,263.7 | 25,713.4 | 29,337.6 | 32,270.6 |
| 2039 | 22,412.3 | 23,136.7 | 24,585.4 | 26,034.2 | 29,656.0 | 32,662.8 |
| 2040 | 22,541.9 | 23,264.0 | 24,708.1 | 26,152.3 | 29,762.7 | 32,804.9 |
| 2041 | 22,544.8 | 23,263.8 | 24,701.7 | 26,139.5 | 29,734.2 | 32,785.9 |
| 2042 | 22,471.3 | 23,186.9 | 24,618.1 | 26,049.3 | 29,627.3 | 32,671.8 |
| 2043 | 22,358.2 | 23,070.7 | 24,495.6 | 25,920.5 | 29,482.7 | 32,510.6 |
| 2044 | 22,177.2 | 22,812.2 | 24,082.2 | 25,352.2 | 28,527.1 | 32,647.6 |
| 2045 | 21,864.4 | 22,432.7 | 23,569.5 | 24,706.3 | 27,548.2 | 32,601.7 |

Fuente: Datos de las encuestas aplicadas a los productores de mandarinas en Lima (2022), y Miranda Galvão, Adami Oliveira, & Bassanezi Beozzo (2012)

Tabla 40: Costos totales de producción del limon con control medio del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)

| Año | Costo Total | Costo | Costo | Costo | Costo | Costo |
|------|--|---|---|---|---|--|
| | escenario adopción parcial 25 por ciento (soles) | Total escenario adopción parcial 30 por ciento (soles) | Total escenario adopción parcial 40 por ciento (soles) | Total escenario adopción parcial 50 por ciento (soles) | Total escenario adopción parcial 75 por ciento (soles) | Total escenario adopción total 100 por ciento (soles) |
| 2025 | 4,395.0 | 4,468.0 | 4,613.9 | 4,759.8 | 5,124.5 | 5,489.3 |
| 2026 | 4,800.7 | 4,894.5 | 5,082.1 | 5,269.7 | 5,738.7 | 6,207.7 |
| 2027 | 5,206.4 | 5,321.1 | 5,550.4 | 5,779.7 | 6,352.9 | 6,926.2 |
| 2028 | 5,162.7 | 5,283.7 | 5,525.7 | 5,767.7 | 6,372.6 | 6,977.5 |
| 2029 | 5,130.0 | 5,255.7 | 5,507.2 | 5,758.6 | 6,387.3 | 7,016.0 |
| 2030 | 5,105.4 | 5,234.7 | 5,493.3 | 5,751.9 | 6,398.4 | 7,044.9 |
| 2031 | 5,087.0 | 5,218.9 | 5,482.9 | 5,746.8 | 6,406.7 | 7,066.5 |
| 2032 | 5,073.1 | 5,207.1 | 5,475.1 | 5,743.0 | 6,412.9 | 7,082.8 |
| 2033 | 5,062.8 | 5,198.3 | 5,469.2 | 5,740.2 | 6,417.6 | 7,094.9 |
| 2034 | 5,055.0 | 5,191.6 | 5,464.8 | 5,738.0 | 6,421.0 | 7,104.1 |
| 2035 | 5,049.2 | 5,186.6 | 5,461.5 | 5,736.4 | 6,423.7 | 7,110.9 |
| 2036 | 5,044.8 | 5,182.9 | 5,459.0 | 5,735.2 | 6,425.6 | 7,116.1 |
| 2037 | 5,041.5 | 5,180.1 | 5,457.2 | 5,734.3 | 6,427.1 | 7,119.9 |
| 2038 | 5,039.1 | 5,178.0 | 5,455.8 | 5,733.6 | 6,428.2 | 7,122.8 |
| 2039 | 5,037.2 | 5,176.4 | 5,454.8 | 5,733.1 | 6,429.1 | 7,125.0 |
| 2040 | 6,266.0 | 6,402.6 | 6,675.8 | 6,948.9 | 7,631.8 | 8,314.7 |
| 2041 | 6,900.1 | 7,034.9 | 7,304.4 | 7,574.0 | 8,247.9 | 8,921.8 |
| 2042 | 7,155.8 | 7,289.4 | 7,556.7 | 7,823.9 | 8,492.1 | 9,160.2 |
| 2043 | 7,179.4 | 7,312.4 | 7,578.3 | 7,844.2 | 8,509.1 | 9,173.9 |
| 2044 | 6,936.0 | 7,195.9 | 7,457.9 | 7,719.9 | 8,374.9 | 9,030.0 |
| 2045 | 6,780.0 | 7,029.1 | 7,290.4 | 7,551.8 | 8,205.2 | 8,858.5 |

Fuente: Datos de las encuestas aplicadas a los productores del limón en Lima (2022) y Miranda Galvão, Adami Oliveira, & Bassanezi Beozzo (2012)

Tabla 41: Costos totales de producción del limon con control alto del HLB para escenarios de adopción parcial y total, 2025-2045 (soles)

| Año | Costo | Costo | Costo | Costo | Costo | Costo |
|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Total | Total | Total | Total | Total | Total |
| | escenario | escenario | escenario | escenario | escenario | escenario |
| | adopción | adopción | adopción | adopción | adopción | adopción |
| | parcial 25 | parcial 30 | parcial 40 | parcial 50 | parcial 75 | total 100 |
| | por ciento | por ciento | por ciento | por ciento | por ciento | por ciento |
| | (soles) | (soles) | (soles) | (soles) | (soles) | (soles) |
| 2025 | 4,708.2 | 4,843.8 | 5,114.9 | 5,386.1 | 6,064.0 | 6,741.9 |
| 2026 | 5,154.9 | 5,319.5 | 5,648.8 | 5,978.0 | 6,801.2 | 7,624.3 |
| 2027 | 5,601.6 | 5,795.2 | 6,182.6 | 6,569.9 | 7,538.3 | 8,506.7 |
| 2028 | 5,560.8 | 5,761.4 | 6,162.6 | 6,563.8 | 7,566.8 | 8,569.7 |
| 2029 | 5,530.2 | 5,736.0 | 6,147.6 | 6,559.2 | 7,588.1 | 8,617.0 |
| 2030 | 5,507.3 | 5,717.0 | 6,136.3 | 6,555.7 | 7,604.1 | 8,652.5 |
| 2031 | 5,490.1 | 5,702.7 | 6,127.9 | 6,553.1 | 7,616.1 | 8,679.1 |
| 2032 | 5,477.2 | 5,692.0 | 6,121.6 | 6,551.1 | 7,625.1 | 8,699.0 |
| 2033 | 5,467.5 | 5,684.0 | 6,116.8 | 6,549.7 | 7,631.8 | 8,714.0 |
| 2034 | 5,460.3 | 5,677.9 | 6,113.3 | 6,548.6 | 7,636.9 | 8,725.2 |
| 2035 | 5,454.8 | 5,673.4 | 6,110.6 | 6,547.8 | 7,640.7 | 8,733.6 |
| 2036 | 5,450.8 | 5,670.0 | 6,108.6 | 6,547.1 | 7,643.5 | 8,739.9 |
| 2037 | 5,447.7 | 5,667.5 | 6,107.1 | 6,546.7 | 7,645.7 | 8,744.6 |
| 2038 | 5,445.4 | 5,665.6 | 6,106.0 | 6,546.3 | 7,647.3 | 8,748.2 |
| 2039 | 5,443.7 | 5,664.2 | 6,105.1 | 6,546.1 | 7,648.5 | 8,750.9 |
| 2040 | 6,740.4 | 6,971.8 | 7,434.7 | 7,897.6 | 9,054.9 | 10,212.1 |
| 2041 | 7,409.1 | 7,645.6 | 8,118.8 | 8,592.0 | 9,774.9 | 10,957.7 |
| 2042 | 7,678.4 | 7,916.5 | 8,392.8 | 8,869.1 | 10,059.8 | 11,250.5 |
| 2043 | 7,702.8 | 7,940.4 | 8,415.7 | 8,890.9 | 10,079.1 | 11,267.3 |
| 2044 | 7,421.7 | 7,814.1 | 8,282.1 | 8,750.2 | 9,920.4 | 11,090.6 |
| 2045 | 7,258.4 | 7,635.5 | 8,099.0 | 8,562.5 | 9,721.2 | 10,880.0 |

Fuente: Datos de las encuestas aplicadas a los productores del limón en Lima (2022) y Miranda Galvão, Adami Oliveira, & Bassanezi Beozzo (2012)

4.7.2. Coeficientes de costos y jornales en la cadena productiva directa de naranjas, mandarinas y limones

Para obtener los indicadores técnicos de costos para una producción de 10 t. de la naranja de Junín y Pasco-Oxapampa, mandarinas de Lima e Ica y limones en Piura, Lambayeque y Tumbes y su impacto en la cadena productiva directa, los principales agentes: viveros, productores, acopiadores, transportistas rurales, empaquetadoras, procesadoras, transportistas interprovinciales, comerciantes mayorista y comerciantes magroregionales, se utilizaron los parámetros técnicos elaborados en el estudio del IICA (2018), para cada 10 t.

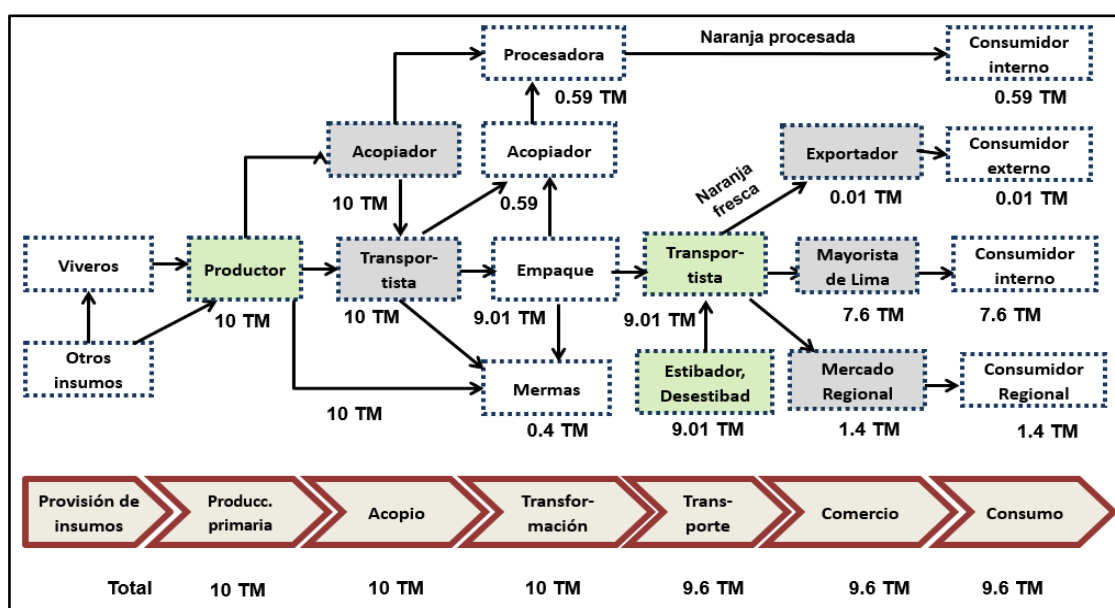


Figura 29: Flujos de naranja en Junín y Pasco-Oxapampa en la cadena productiva directa.

Fuente: Estudio “Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú” IICA (2018).

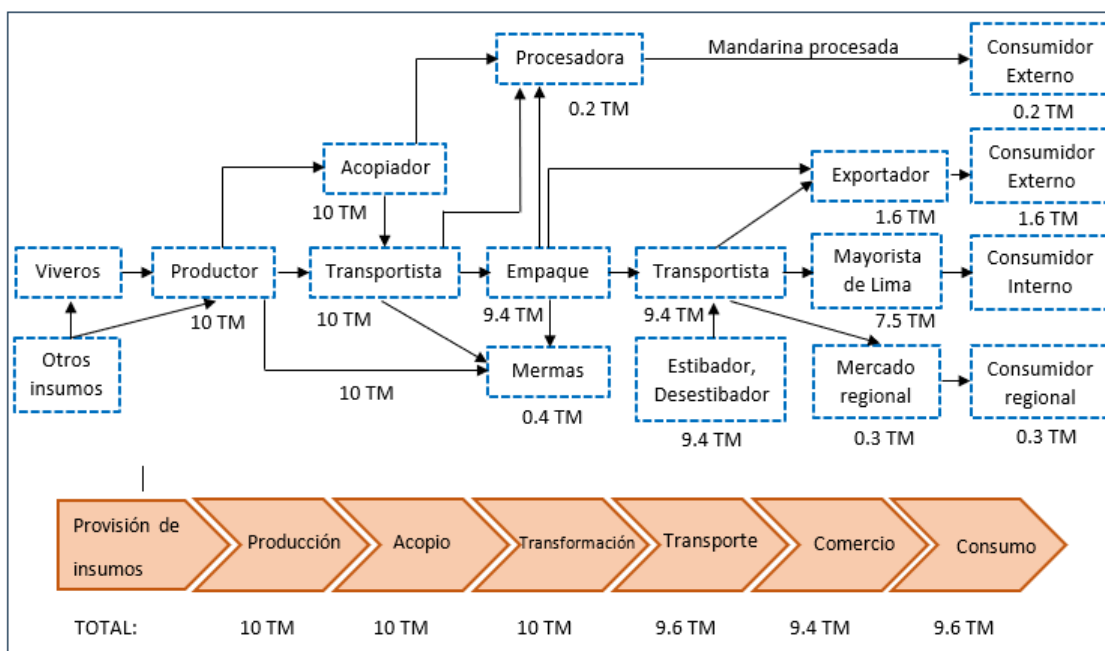


Figura 30: Flujos de mandarina en Lima e Ica en la cadena productiva directa.

Fuente: Estudio “Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú” (IICA 2018).

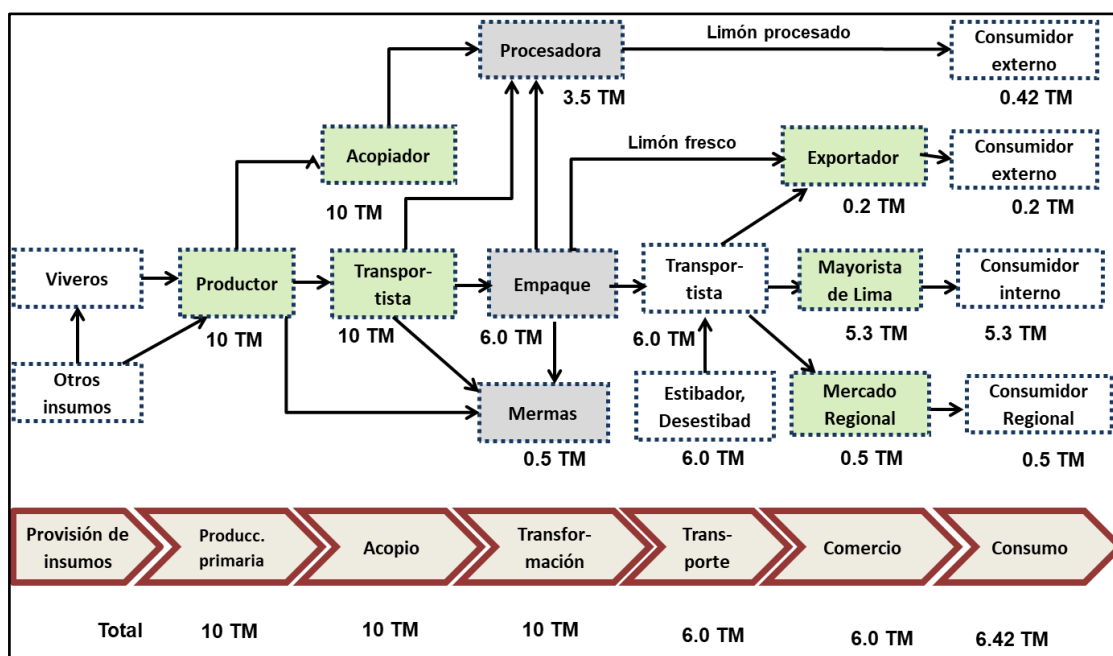


Figura 31: Flujos de limón en Piura en la cadena productiva directa.

Fuente: Estudio “Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú” (IICA 2018)

Los costos que se presentan se actualizaron con costos de jornales en la cadena productiva directa, precios del producto en el nivel de transacción para el año 2022 y 2023, e índice de precios con información recopilada en trabajo de campo (Figuras 24, 25, 26 y Tablas 42, 43 y 44).

Tabla 42: Indicadores técnicos de costos para 10 TM de producción de naranjas, generación de valores y jornales directos en la cadena productiva directa de las naranjas (valores en soles actualizados en 2022)

| | Actividades | TM de naranja fresco | Actor o agente de naranja | Margen de beneficio (soles/TM) | Número jornales generados | Valor del jornal en soles | Valor total en soles |
|-----|---|----------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| a. | Producción (cultivo de naranja) | 10 | Jornaleros | | 50 | 50 | 2500 |
| b. | Acopio de naranja fresco | 10 | Acopiador | | 5.33 | 50 | 266.5 |
| c. | Transporte rural | 10 | Conductor | | 0.66 | 60 | 39.6 |
| d. | Actividad de empaque | 9.01 | | | | | |
| d.1 | Empaque (operarios) | 9.01 | Jornales | | 0.75 | 60 | 45.0 |
| d.2 | Empaque de Empresa para mercado interno (90.01% del total, 0.11 soles/kg de margen de comercio) | 9 | Empresa | 110 | | | 990 |
| d.3 | Empaque de Empresa para exportación (0.1% del total, 0.04 US\$/kg, 0.13 soles/kg margen de comercio) | 0.01 | Empresa | 130 | | | 1.3 |
| d.4 | Procesadoras (agroindustria, 0.20 como margen por comercio) | 0.59 | Empresa | 200 | | | 118 |
| d.5 | Procesadoras (agroindustria, jugo de naranjas) (equivalencia en 590 kg) | 0.59 | Jornales | | 0.44 | 60 | 26.4 |
| e. | Estiba a camión (por 15 TM son 4 jornales) | 9.6 | Jornaleros | | 2.56 | 50 | 128 |
| f. | Transporte de Chanchamayo a Lima (por 15 TM son 2 jornales) se traslada al mercado de Lima (7.6), para la | 8.2 | Conductor | | 1.09 | 143 | 155.87 |

Continuación.....

| | | | | | | |
|--|---|-----------|-------------------|--------------|-----|-----------------|
| | exportación (0.01), para la agroindustria (0.59), total 8.2 TM por cada 10 TM. | | | | | |
| g. | Desestiba en Lima (por 15 TM son 3.5 jornales) | 8.2 | Jornaleros | 1.91 | 120 | 229.2 |
| h. | Comercio mayorista | 7.6 | | | | |
| h.1 | Ayudantes del mayorista (por 15 TM se requieren dos jornales) | 7.6 | Ayudantes | 1.01 | 90 | 90.9 |
| h.2 | Agente Mayorista (margen 20% valor de compra, 150 soles/TM) menos costo del ayudante. | 7.6 | Mayorista | 150 | | 1140 |
| i. | Exportación | 0.01 | | | | |
| i.1 | Transporte Lima a Puerto del Callao, naranja fresca | 0.01 | Conductor | 0.2 | 143 | 28.6 |
| i.2 | Empresa exportadora de naranja fresca (0.04 US\$/kg, 0.13 soles/kg por margen de comercio). | 0.01 | Empresa | 130 | | 1.3 |
| j. | Mercado Regional | 1.4 | | | | |
| j.1 | Naranja fresca destinado al mercado regional de Junín | 1.4 | Vendedor regional | 4 | 40 | 160 |
| j.2 | Transporte de acondicionadora de Chanchamayo al mercado regional | 1.4 | Conductor | 0.5 | 143 | 71.5 |
| Total, generado por 10 TM de naranja en jornales y valores (en soles) | | 10 | | 68.45 | | 5,992.17 |

Fuente: Recuperado de Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú documento sin publicar, IICA (2018) y actualizado en mayo 2022

Tabla 43: Indicadores técnicos de costos para 10 TM de producción de mandarina, generación de valores y jornales directos en la cadena productiva directa de mandarina (valores en soles actualizados en 2023)

| | Actividades | TM de mandarina fresca | Actor o agente productivo | Margen de beneficio (soles/TM) | Número jornales generados | Valor del jornal en soles | Valor total en soles |
|---|---|------------------------|---------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| a. | Producción (cultivo de mandarina) | 10 | Jornaleros | | 80.94 | 50 | 4,047.00 |
| b. | Acopio de mandarina | 10 | Acopiador | | 5.40 | 50 | 270.00 |
| c. | Transporte rural | 10 | Conductor | | 0.66 | 50 | 33.00 |
| d. | Actividad de empaque | 9.4 | | | | | |
| d.1 | Empaque (operarios) | 9.4 | Jornales | | 18.8 | 50 | 940.00 |
| d.2 | Empaque de empresa para mercado interno (78 % del total, 20 % de margen atribuido a la empacadora, 0.15 soles por kg) | 7.8 | Empresa | 146.78 | | | 1,144.88 |
| d.3 | Empaque de Empresa para exportación (16% del total, 20% de margen de comercio, 0.12US\$/kg, TC 3.70 soles por 1 US\$) | 1.6 | Empresa | 206.27 | | | 763.20 |
| e. | Estiba a camión | 9.4 | Jornaleros | | 2.35 | 50 | 117.50 |
| f. | Transporte de Cañete y Huaral hacia Lima | 7.8 | Conductor | | 0.65 | 115 | 74.75 |
| g. | Desestiba en Lima | 7.5 | Jornaleros | | 1.88 | 146.78 | 275.95 |
| h. | Comercio mayorista | 7.5 | | | | | |
| h.1 | Ayudantes del mayorista | 7.5 | Ayudantes | | 1.50 | 110.09 | 165.14 |
| h.2 | Agente Mayorista (75% del total, margen 20% del valor de compra equivales a 0.16 sol por kg) menos costo del ayudante. | 7.5 | Mayorista | 195.71 | | | 1,467.83 |
| i. | Procesadoras | 0.2 | | | | | |
| i.1 | Procesadoras de mandarina | 0.2 | Jornaleros | | 0.20 | 50 | 10.00 |
| i.2 | Empresa transformadora (2% del total, 20% de margen de comercio 0.17US\$ por kg, TC 3.70 soles por 1 US\$), de mandarinas. | 0.2 | Empresa | 675.82 | | | 135.16 |
| j. | Exportación | 1.6 | | | | | |
| j.1 | Transporte de Cañete, Huaral y Chincha al Puerto del Callao, mandarina fresca. | 1.6 | Conductor | | 0.13 | 146.78 | 19.08 |
| j.2 | Empresa exportadora de mandarinas en fresco (2% del total, 20% de margen de comercio, 0.17US\$ por kg, TC 3.70 soles por 1 US\$). | 1.6 | Empresa | 675.82 | | | 1,081.31 |
| k. | Mercado Regional | 0.3 | | | | | |
| k.1 | Mandarina fresca destinado al mercado regional de Lima | 0.3 | Vendedor regional | | 2.00 | 50 | 100.00 |
| k.2 | Transporte de empacadora de Lima al mercado regional | 0.3 | Conductor | | 0.10 | 114.98 | 11.50 |
| Total, generado por 10 TM de mandarinas en jornales y valores (en soles) | | 10 | | | 114.61 | | 10,656.30 |

Fuente: Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú documento sin publicar, IICA 2018 y actualizado en mayo 2022

Tabla 44: Indicadores técnicos de costos para 10 TM de producción de limón, generación de valores y jornales directos en la cadena productiva directa (valores en soles actualizados en 2023)

| Actividades | TM limón fresco | Actor o agente del limón | Margen de beneficio (soles/TM) | Número jornales generados | Valor del jornal (Soles) | Valor total (Soles) |
|--|-----------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------|---------------------|
| a. Producción (cultivo del limón) | 10 | Jornaleros | | 80.0 | 50.0 | 4000.0 |
| b. Acopio de limón fresco | 10 | Acopiador | | 5.4 | 50.0 | 270.0 |
| c. Transporte rural | 10 | Conductor | | 0.7 | 50.0 | 33.0 |
| d. Actividad de empaque | 6 | | | | | |
| Empaque (operarios) | 6 | Jornaleros | | 5.5 | 50.0 | 27.3 |
| Empaque Empresa mercado interno (98% del total, 10.5% margen) | 5.88 | Empresa | 122.3 | | | 720.3 |
| Empaque Empresa exportación (2% total, 20 % margen) | 0.12 | Empresa | 516.9 | | | 89.0 |
| e. Estiba a camión | 5.3 | Jornaleros | | 1.3 | 50.0 | 66.5 |
| f. Transporte Piura a Lima | 5.3 | Conductor | | 2.2 | 114.0 | 251.9 |
| g. Desestiba en Lima Comercio mayorista | 5.3 | Jornaleros | | 1.3 | 147.0 | 195.5 |
| h. Ayudantes del mayorista | 5.3 | | | | | |
| Agente Mayorista (margen 20 por ciento) menos costo ayudante. | 5.3 | Ayudantes | | 1.1 | 110.0 | 116.6 |
| | 5.3 | Mayorista | 305.7 | | | 1621.0 |
| i. Procesadoras Aceite esencial (equivalencia en 14.00 kg total) | 3.5 | | | | | |
| | 3.5 | Jornaleros | | 2.6 | 50.0 | 131.5 |
| Jugo concentrado (equivalencia en 227.50 kg total) | 3.5 | Jornaleros | | 2.6 | 50.0 | 131.5 |
| Cáscara deshidratada (equivalencia 175.00 kg total) | 3.5 | Jornaleros | | 2.6 | 50.0 | 131.5 |
| j. Exportación | 0.2 | | | | | |

Fuente: Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú documento sin publicar, IICA 2018 y actualizado en julio 2023.

| Continuación... | | | | | | | |
|-----------------|--|-----------|-------------|---------|---------------|-------|----------------|
| | Transporte Piura a Puerto de Paita, limón fresco | 0.2 | Conductor | | 0.2 | 147.0 | 29.4 |
| | Transporte Piura-Paita, limón transformado, 3 productos. | 0.0417 | Conductor | | 0.2 | 147.0 | 29.4 |
| | Empresa exportadora limón fresco (20% margen comercial). | 0.2 | Empresa | 755.5 | | | 151.1 |
| | Empresa transformadora-exportación (20% de margen de comercio), aceite esencial de limón. | 0.014 | Empresa | 21112.5 | | | 295.6 |
| | Empresa transformadora exporta (20% margen), jugo concentrado. | 0.2275 | Empresa | 516.8 | | | 117.6 |
| | Empresa transformadora exportación (20% de margen de comercio), cáscara deshidratada de limón. | 0.175 | Empresa | 596.3 | | | 104.4 |
| k. | Mercado Regional Limón fresco destinado al mercado regional de Piura | 0.5 | | | | | |
| | Transporte de empacadora de Piura al mercado regional | 0.5 | V. regional | | 2.0 | 50.0 | 100.0 |
| | | 0.5 | Conductor | | 0.2 | 114.0 | 17.0 |
| <hr/> | | | | | | | |
| | Total, generado 10 TM limón en jornales y valores (soles) | 10 | | | 107.89 | | 8,630.1 |
| <hr/> | | | | | | | |

En las Tablas 45, 46 y 47 se presenta las pérdidas de producción de naranjas, mandarinas y limones, en TM, por escenarios con la enfermedad del HLB y la política pública del PF; las

diferencias de la producción se calcularon, teniendo en cuenta la producción del escenario tendencial con respecto a la producción obtenida en los otros escenarios de adopción parcial al 25, 30, 40, 50 y 75 por ciento y el escenario de adopción total al 100 por ciento.

Tabla 45: Pérdida de producción de naranjas en escenario de adopción parcial y adopción total, con HLB

| Años | Diferencia de producción (en TM) | | | | | |
|------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Adopción 25 por ciento | Adopción 30 por ciento | Adopción 40 por ciento | Adopción 50 por ciento | Adopción 75 por ciento | Adopción 100 por ciento |
| 2025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2026 | 13,854.0 | 13,605.0 | 13,108.0 | 12,611.0 | 11,369.0 | 6,263.0 |
| 2027 | 23,482.0 | 23,277.0 | 22,868.0 | 22,459.0 | 21,436.0 | 12,589.0 |
| 2028 | 39,130.0 | 38,511.0 | 37,272.0 | 36,034.0 | 32,937.0 | 18,363.0 |
| 2029 | 58,501.0 | 56,845.0 | 53,535.0 | 50,225.0 | 41,949.0 | 20,687.0 |
| 2030 | 82,964.0 | 79,932.0 | 73,869.0 | 67,805.0 | 52,647.0 | 23,003.0 |
| 2031 | 112,656.0 | 107,890.0 | 98,358.0 | 88,827.0 | 64,998.0 | 25,237.0 |
| 2032 | 146,474.0 | 139,685.0 | 126,109.0 | 112,533.0 | 78,593.0 | 27,354.0 |
| 2033 | 182,484.0 | 173,513.0 | 155,571.0 | 137,628.0 | 92,773.0 | 29,338.0 |
| 2034 | 218,508.0 | 207,338.0 | 184,997.0 | 162,657.0 | 106,806.0 | 31,185.0 |
| 2035 | 252,673.0 | 239,412.0 | 212,892.0 | 186,372.0 | 120,070.0 | 32,898.0 |
| 2036 | 283,759.0 | 268,600.0 | 238,282.0 | 207,964.0 | 132,169.0 | 34,485.0 |
| 2037 | 315,959.0 | 299,481.0 | 266,526.0 | 233,570.0 | 151,182.0 | 42,626.0 |
| 2038 | 343,927.0 | 326,252.0 | 290,901.0 | 255,550.0 | 167,173.0 | 49,265.0 |
| 2039 | 367,322.0 | 348,567.0 | 311,057.0 | 273,547.0 | 179,771.0 | 54,015.0 |
| 2040 | 384,372.0 | 362,667.0 | 319,256.0 | 275,845.0 | 167,318.0 | 36,964.0 |
| 2041 | 391,835.0 | 367,239.0 | 318,047.0 | 268,855.0 | 145,876.0 | 27,305.0 |
| 2042 | 400,436.0 | 373,625.0 | 320,001.0 | 266,378.0 | 132,320.0 | 27,630.0 |
| 2043 | 405,399.0 | 376,674.0 | 319,222.0 | 261,771.0 | 118,143.0 | 27,551.0 |
| 2044 | 409,853.0 | 379,659.0 | 319,272.0 | 258,885.0 | 107,917.0 | 27,200.0 |
| 2045 | 415,174.0 | 383,983.0 | 321,602.0 | 259,221.0 | 103,269.0 | 26,765.0 |

Tabla 46: Pérdida de producción de mandarinas en escenario de adopción parcial y adopción total con HLB

| Años | Diferencia producción (en TM) | | | | | |
|------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Adopción 25 por ciento | Adopción 30 por ciento | Adopción 40 por ciento | Adopción 50 por ciento | Adopción 75 por ciento | Adopción 100 por ciento |
| 2025 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2026 | 7,490.0 | 7,161.0 | 6,504.0 | 5,847.0 | 4,204.0 | 2,561.0 |
| 2027 | 18,426.0 | 17,817.0 | 16,600.0 | 15,383.0 | 12,340.0 | 9,297.0 |
| 2028 | 34,880.0 | 33,577.0 | 30,971.0 | 28,365.0 | 21,849.0 | 15,333.0 |
| 2029 | 55,591.0 | 53,347.0 | 48,860.0 | 44,372.0 | 33,153.0 | 21,934.0 |
| 2030 | 81,243.0 | 77,759.0 | 70,792.0 | 63,825.0 | 46,408.0 | 28,991.0 |
| 2031 | 112,481.0 | 107,407.0 | 97,259.0 | 87,111.0 | 61,741.0 | 36,370.0 |
| 2032 | 148,903.0 | 141,906.0 | 127,910.0 | 113,915.0 | 78,926.0 | 43,937.0 |
| 2033 | 188,950.0 | 179,790.0 | 161,471.0 | 143,151.0 | 97,353.0 | 51,554.0 |
| 2034 | 228,693.0 | 216,123.0 | 190,982.0 | 165,841.0 | 102,989.0 | 62,772.0 |
| 2035 | 264,610.0 | 248,205.0 | 215,394.0 | 182,584.0 | 100,558.0 | 74,363.0 |
| 2036 | 310,474.0 | 289,127.0 | 246,434.0 | 203,740.0 | 97,007.0 | 58,407.0 |
| 2037 | 360,513.0 | 336,616.0 | 288,821.0 | 241,027.0 | 121,541.0 | 23,381.0 |
| 2038 | 386,932.0 | 362,067.0 | 312,336.0 | 262,606.0 | 138,280.0 | 25,378.0 |
| 2039 | 409,509.0 | 384,091.0 | 333,253.0 | 282,416.0 | 155,324.0 | 27,061.0 |
| 2040 | 428,219.0 | 402,379.0 | 350,698.0 | 299,017.0 | 169,814.0 | 28,285.0 |
| 2041 | 434,985.0 | 406,771.0 | 350,345.0 | 293,918.0 | 152,852.0 | 29,527.0 |
| 2042 | 440,408.0 | 409,410.0 | 347,413.0 | 285,416.0 | 130,424.0 | 30,038.0 |
| 2043 | 442,100.0 | 408,518.0 | 341,353.0 | 274,189.0 | 106,277.0 | 29,846.0 |
| 2044 | 443,395.0 | 407,647.0 | 336,150.0 | 264,653.0 | 85,910.0 | 29,129.0 |
| 2045 | 446,223.0 | 408,876.0 | 334,183.0 | 259,489.0 | 72,756.0 | 28,200.0 |

Tabla 47: Pérdida de producción de limones en escenario de adopción parcial y adopción total con HLB

| Años | Diferencia producción (en TM) | | | | | |
|------|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | Adopción 25 por ciento | Adopción 30 por ciento | Adopción 40 por ciento | Adopción 50 por ciento | Adopción 75 por ciento | Adopción 100 por ciento |
| 2024 | 1,466.0 | 1,429.0 | 1,356.0 | 1,283.0 | 1,101.0 | 0.0 |
| 2025 | 3,526.0 | 3,496.0 | 3,437.0 | 3,378.0 | 3,231.0 | 2,508.0 |
| 2026 | 9,104.0 | 8,855.0 | 8,355.0 | 7,855.0 | 6,606.0 | 3,968.0 |
| 2027 | 12,386.0 | 12,436.0 | 12,536.0 | 12,636.0 | 12,886.0 | 8,985.0 |
| 2028 | 20,130.0 | 19,807.0 | 19,160.0 | 18,513.0 | 16,895.0 | 10,342.0 |
| 2029 | 28,859.0 | 28,361.0 | 27,363.0 | 26,366.0 | 23,873.0 | 14,254.0 |
| 2030 | 40,657.0 | 39,506.0 | 37,203.0 | 34,900.0 | 29,142.0 | 15,521.0 |
| 2031 | 54,597.0 | 52,641.0 | 48,729.0 | 44,817.0 | 35,036.0 | 16,705.0 |
| 2032 | 69,912.0 | 67,049.0 | 61,322.0 | 55,594.0 | 41,276.0 | 17,781.0 |
| 2033 | 85,614.0 | 81,805.0 | 74,188.0 | 66,570.0 | 47,527.0 | 18,745.0 |
| 2034 | 99,823.0 | 94,738.0 | 84,568.0 | 74,398.0 | 48,973.0 | 20,926.0 |
| 2035 | 111,457.0 | 104,973.0 | 92,004.0 | 79,034.0 | 46,612.0 | 22,852.0 |
| 2036 | 120,232.0 | 112,276.0 | 96,366.0 | 80,456.0 | 40,680.0 | 24,511.0 |
| 2037 | 131,996.0 | 123,699.0 | 107,107.0 | 90,514.0 | 49,033.0 | 25,899.0 |
| 2038 | 144,404.0 | 136,398.0 | 120,386.0 | 104,374.0 | 64,344.0 | 27,020.0 |
| 2039 | 156,431.0 | 149,076.0 | 134,368.0 | 119,659.0 | 82,888.0 | 27,877.0 |
| 2040 | 166,964.0 | 160,324.0 | 147,045.0 | 133,765.0 | 100,565.0 | 28,480.0 |
| 2041 | 163,078.0 | 153,465.0 | 134,239.0 | 115,014.0 | 66,951.0 | 10,197.0 |
| 2042 | 165,302.0 | 155,077.0 | 134,628.0 | 114,178.0 | 63,055.0 | 10,385.0 |
| 2043 | 165,629.0 | 154,819.0 | 133,199.0 | 111,579.0 | 57,529.0 | 10,398.0 |
| 2044 | 165,129.0 | 153,790.0 | 131,111.0 | 108,432.0 | 51,736.0 | 10,300.0 |
| 2045 | 164,508.0 | 152,736.0 | 129,193.0 | 105,650.0 | 46,792.0 | 10,149.0 |

En las Tablas 48, 49 y 50, las pérdidas en la producción de naranjas, mandarina y limones proyectadas desde el año 2025 al 2045 fueron estimadas en VBP¹¹ para cada escenario estudiado con precios futuros estimados, aplicando un promedio anual, lo que genera un Valor Actual Neto (VAN) al año 2023 (año de evaluación de la relación Beneficio – Costo(B/C), con una Tasa Social de Descuento (TSD) del 8¹² por ciento, por la intervención de SENASA, con su Programa Fitosanitario.

En la Tabla 51, se resumen los valores actualizados del VAN para los tres cítricos, se puede comprobar que, cuando los agricultores adoptan el PF en mayor porcentaje, se van reduciendo las pérdidas, por ejemplo, para el caso de la naranja, las pérdidas se reducen desde S/ 878,548,076 (25 por ciento de adopción) a S/ 121,035,153 (100 por ciento de adopción). Con las mandarinas y limones sucede lo mismo, se reducen las pérdidas, mientras más adoptan el PF; para la mandarina, de S/ 2,351,093,284 y del limón de S/ 1,180,506,562 (cuando adoptan el 25 por ciento del PF respectivamente) a S/ 369,737,709 y S/ 232,775,202 (cuando adoptan el PF al 100 por ciento).

¹¹ Valor Bruto de la Producción.

¹² La tasa social de descuento del 8 por ciento es utilizada por el Gobierno para evaluar su potencial intervención en proyectos de inversión pública o proyectos sociales

Tabla 48. Estimación de ingresos por pérdidas evitadas de producción de naranjas por escenarios de adopción parcial y adopción total con HLB (en soles 2023)

| Ingreso de las pérdidas evitadas de producción de naranjas (en soles) | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Año | Precio al productor (soles por kilo) | Adopción 25 por ciento | Adopción 30 por ciento | Adopción 40 por ciento | Adopción 50 por ciento | Adopción 75 por ciento | Adopción 100 por ciento |
| 2025 | 0.45 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2026 | 0.45 | 6,234,280.4 | 6,122,457.4 | 5,898,811.3 | 5,675,165.2 | 5,116,049.9 | 2,818,698.4 |
| 2027 | 0.45 | 10,566,887.1 | 10,474,798.4 | 10,290,621.0 | 10,106,443.6 | 9,646,000.2 | 5,665,011.9 |
| 2028 | 0.45 | 17,608,237.0 | 17,329,573.0 | 16,772,245.0 | 16,214,917.0 | 14,821,597.0 | 8,263,336.6 |
| 2029 | 0.45 | 26,325,088.7 | 25,580,248.1 | 24,090,566.7 | 22,600,885.4 | 18,876,682.2 | 9,308,908.9 |
| 2030 | 0.45 | 37,333,592.2 | 35,969,348.5 | 33,240,861.2 | 30,512,373.9 | 23,691,155.6 | 10,351,149.2 |
| 2031 | 0.45 | 50,695,151.5 | 48,550,526.4 | 44,261,276.1 | 39,972,025.8 | 29,248,900.1 | 11,356,552.3 |
| 2032 | 0.46 | 67,377,853.9 | 64,255,353.2 | 58,010,351.8 | 51,765,350.4 | 36,152,846.9 | 12,582,708.2 |
| 2033 | 0.46 | 83,942,523.2 | 79,815,807.9 | 71,562,377.4 | 63,308,946.9 | 42,675,370.5 | 13,495,394.7 |
| 2034 | 0.46 | 100,513,426.7 | 95,375,125.7 | 85,098,523.7 | 74,821,921.7 | 49,130,416.6 | 14,345,155.6 |
| 2035 | 0.46 | 116,229,650.4 | 110,129,938.0 | 97,930,513.3 | 85,731,088.6 | 55,232,526.8 | 15,133,293.2 |
| 2036 | 0.46 | 130,528,979.1 | 123,555,865.4 | 109,609,638.1 | 95,663,410.8 | 60,797,842.4 | 15,862,959.8 |
| 2037 | 0.46 | 145,341,001.6 | 137,761,247.5 | 122,601,739.3 | 107,442,231.1 | 69,543,460.7 | 19,607,806.0 |
| 2038 | 0.46 | 158,206,755.8 | 150,076,053.8 | 133,814,649.8 | 117,553,245.9 | 76,899,736.0 | 22,662,204.0 |
| 2039 | 0.47 | 172,641,407.7 | 163,826,515.3 | 146,196,730.4 | 128,566,945.5 | 84,492,483.3 | 25,386,906.7 |
| 2040 | 0.47 | 180,654,953.5 | 170,453,386.2 | 150,050,251.6 | 129,647,117.0 | 78,639,280.5 | 17,372,990.3 |
| 2041 | 0.70 | 274,284,331.8 | 257,067,194.6 | 222,632,920.2 | 188,198,645.8 | 102,112,959.8 | 19,113,243.1 |
| 2042 | 0.60 | 240,261,493.5 | 224,174,505.8 | 192,000,530.4 | 159,826,555.1 | 79,391,616.7 | 16,577,814.4 |
| 2043 | 0.50 | 202,699,771.0 | 188,336,981.9 | 159,611,403.5 | 130,885,825.1 | 59,071,879.2 | 13,775,613.5 |
| 2044 | 0.50 | 204,926,535.6 | 189,829,760.5 | 159,636,210.2 | 129,442,660.0 | 53,958,784.3 | 13,599,962.8 |
| 2045 | 0.60 | 249,104,048.7 | 230,389,798.5 | 192,961,298.2 | 155,532,797.8 | 61,961,546.8 | 16,059,168.8 |
| VAN | S/ | 878,548,076.3 | 830,181,200.4 | 733,448,196.8 | 636,714,943.9 | 394,881,811.4 | 121,035,152.8 |
| PSD | 8% | | | | | | |

Tabla 49. Estimación de ingresos por pérdidas evitadas de producción de mandarinas por escenarios de adopción parcial y adopción total con HLB (en soles 2023)

| Años | Precio al productor (soles por kilo) | Adopción 25 por ciento | Adopción 30 por ciento | Adopción 40 por ciento | Adopción 50 por ciento | Adopción 75 por ciento | Adopción 100 por ciento |
|------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 2025 | 1.18 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| 2026 | 1.18 | 8,838,052.0 | 8,450,304.0 | 7,674,808.0 | 6,899,311.0 | 4,960,571.0 | 3,021,830.0 |
| 2027 | 1.19 | 21,926,576.0 | 21,202,334.0 | 19,753,850.0 | 18,305,365.0 | 14,684,154.0 | 11,062,943.0 |
| 2028 | 1.2 | 41,856,526.0 | 40,292,720.0 | 37,165,108.0 | 34,037,495.0 | 26,218,465.0 | 18,399,434.0 |
| 2029 | 1.21 | 67,265,358.0 | 64,550,333.0 | 59,120,282.0 | 53,690,231.0 | 40,115,103.0 | 26,539,975.0 |
| 2030 | 1.21 | 98,303,851.0 | 94,088,836.0 | 85,658,806.0 | 77,228,776.0 | 56,153,700.0 | 35,078,624.0 |
| 2031 | 1.22 | 137,227,022.0 | 131,036,669.0 | 118,655,963.0 | 106,275,256.0 | 75,323,491.0 | 44,371,725.0 |
| 2032 | 1.23 | 183,151,220.0 | 174,543,955.0 | 157,329,425.0 | 140,114,895.0 | 97,078,570.0 | 54,042,244.0 |
| 2033 | 1.24 | 234,298,142.0 | 222,940,042.0 | 200,223,841.0 | 177,507,640.0 | 120,717,138.0 | 63,926,635.0 |
| 2034 | 1.24 | 283,579,631.0 | 267,992,336.0 | 236,817,746.0 | 205,643,156.0 | 127,706,681.0 | 77,837,762.0 |
| 2035 | 1.25 | 330,762,394.0 | 310,255,895.0 | 269,242,895.0 | 228,229,896.0 | 125,697,399.0 | 92,953,273.0 |
| 2036 | 1.25 | 388,092,199.0 | 361,408,844.0 | 308,042,133.0 | 254,675,422.0 | 121,258,644.0 | 73,009,304.0 |
| 2037 | 1.26 | 454,246,029.0 | 424,135,633.0 | 363,914,841.0 | 303,694,049.0 | 153,142,069.0 | 29,460,628.0 |
| 2038 | 1.27 | 491,403,903.0 | 459,825,053.0 | 396,667,353.0 | 333,509,653.0 | 175,615,403.0 | 32,229,490.0 |
| 2039 | 1.27 | 520,076,532.0 | 487,794,984.0 | 423,231,888.0 | 358,668,792.0 | 197,261,052.0 | 34,367,497.0 |
| 2040 | 1.28 | 548,120,755.0 | 515,044,900.0 | 448,893,189.0 | 382,741,478.0 | 217,362,200.0 | 36,204,324.0 |
| 2041 | 1.22 | 530,681,139.0 | 496,260,947.0 | 427,420,563.0 | 358,580,179.0 | 186,479,219.0 | 36,023,429.0 |
| 2042 | 1.23 | 541,702,034.0 | 503,573,991.0 | 427,317,905.0 | 351,061,820.0 | 160,421,606.0 | 36,946,468.0 |
| 2043 | 1.2 | 530,520,064.0 | 490,221,330.0 | 409,623,860.0 | 329,026,391.0 | 127,532,718.0 | 35,814,771.0 |
| 2044 | 1.25 | 554,244,193.0 | 509,558,510.0 | 420,187,146.0 | 330,815,781.0 | 107,387,368.0 | 36,411,860.0 |
| 2045 | 1.25 | 557,778,870.0 | 511,095,451.0 | 417,728,611.0 | 324,361,772.0 | 90,944,674.0 | 35,250,602.0 |
| VAN | S/ | 2,351,093,284.1 | 2,204,415,192.0 | 1,911,059,007.6 | 1,617,702,823.3 | 884,312,362.5 | 369,737,709.3 |
| PSD | 8 % | | | | | | |

Tabla 50: Estimación de ingresos por pérdidas evitadas de producción de limon por escenarios de adopción parcial y adopción total con HLB (en soles 2023)

| Años | Precio al productor (soles por kilo) | Adopción 25 por ciento | Adopción 30 por ciento | Adopción 40 por ciento | Adopción 50 por ciento | Adopción 75 por ciento | Adopción 100 por ciento |
|------|--------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 2025 | 1.36 | 4,795,341 | 4,755,198 | 4,674,913 | 4,594,628 | 4,393,916 | 3,410,750 |
| 2026 | 1.39 | 12,655,071 | 12,307,786 | 11,613,214 | 10,918,642 | 9,182,213 | 5,516,032 |
| 2027 | 1.42 | 17,588,615 | 17,659,622 | 17,801,637 | 17,943,652 | 18,298,689 | 12,758,777 |
| 2028 | 1.46 | 29,390,481 | 28,918,042 | 27,973,165 | 27,028,287 | 24,666,094 | 15,099,124 |
| 2029 | 1.49 | 43,000,460 | 42,257,471 | 40,771,494 | 39,285,517 | 35,570,575 | 21,238,341 |
| 2030 | 1.55 | 63,018,565 | 61,233,703 | 57,663,980 | 54,094,257 | 45,169,949 | 24,057,419 |
| 2031 | 1.57 | 85,717,423 | 82,646,402 | 76,504,360 | 70,362,319 | 55,007,214 | 26,226,269 |
| 2032 | 1.60 | 111,859,645 | 107,277,906 | 98,114,428 | 88,950,949 | 66,042,253 | 28,449,366 |
| 2033 | 1.64 | 140,406,632 | 134,160,360 | 121,667,814 | 109,175,269 | 77,943,906 | 30,741,387 |
| 2034 | 1.35 | 134,761,318 | 127,896,558 | 114,167,039 | 100,437,519 | 66,113,721 | 28,249,709 |
| 2035 | 1.40 | 156,040,272 | 146,961,856 | 128,805,024 | 110,648,192 | 65,256,113 | 31,992,783 |
| 2036 | 1.28 | 153,896,357 | 143,713,742 | 123,348,513 | 102,983,283 | 52,070,209 | 31,373,748 |
| 2037 | 1.60 | 211,192,834 | 197,918,862 | 171,370,918 | 144,822,974 | 78,453,115 | 41,438,553 |
| 2038 | 1.30 | 187,725,410 | 177,317,537 | 156,501,791 | 135,686,044 | 83,646,678 | 35,125,685 |
| 2039 | 1.70 | 265,931,854 | 253,429,622 | 228,425,159 | 203,420,696 | 140,909,539 | 47,390,942 |
| 2040 | 1.65 | 275,490,995 | 264,535,187 | 242,623,572 | 220,711,957 | 165,932,918 | 46,992,783 |
| 2041 | 1.55 | 252,770,127 | 237,870,481 | 208,071,189 | 178,271,897 | 103,773,667 | 15,805,441 |
| 2042 | 1.65 | 272,747,709 | 255,876,966 | 222,135,480 | 188,393,995 | 104,040,280 | 17,135,408 |
| 2043 | 1.70 | 281,569,684 | 263,192,564 | 226,438,325 | 189,684,085 | 97,798,487 | 17,677,438 |
| 2044 | 1.50 | 247,693,897 | 230,684,846 | 196,666,745 | 162,648,644 | 77,603,392 | 15,450,560 |
| 2045 | 1.40 | 230,311,172 | 213,830,867 | 180,870,258 | 147,909,649 | 65,508,126 | 14,208,540 |
| VAN | S/ | 1,180,506,561.7 | 1,120,327,281.4 | 999,968,720.8 | 879,610,160.2 | 578,713,758.6 | 232,775,201.6 |
| PSD | 8 % | | | | | | |

Tabla 51: Resumen del VAN por pérdidas ocasionadas por el HLB, desde el 2025 al 2045 (en soles)

| Productor | Precio al productor promedio (soles por kilo) | Adopción 25 por ciento | Adopción 30 por ciento | Adopción 40 por ciento | Adopción 50 por ciento | Adopción 75 por ciento | Adopción 100 por ciento |
|-----------|---|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| Naranja | 0.49 | 878,548,076 | 830,181,450 | 733,448,197 | 636,714,944 | 394,881,811 | 121,035,153 |
| Mandarina | 1.23 | 2,351,093,284 | 2,204,415,192 | 1,911,059,008 | 1,617,702,823 | 884,312,363 | 369,737,709 |
| Limón | 1.50 | 1,180,506,562 | 1,120,327,281 | 999,968,721 | 879,610,160 | 578,713,759 | 232,775,202 |

Cuando la enfermedad ya infecto a los cítricos, en el escenario epidemiológico (los citricultores no adoptan el PF), se pierden 15,846,694 jornales (11,575,379 jornales en el cultivo de la naranja y 4,271,315 de jornales en el resto de la cadena), representando un total acumulado, actualizado, desde el año 2025 al 2045 de S/ 1,387,232,766 (Tabla 52).

Sucede lo contrario cuando los productores de naranjas adoptan el 100 por ciento del PF (intervención del Estado, por medio de SENASA), en este caso, el conjunto de agricultores dedicados a la citricultura, pierden mucho menos, que cuando no adoptan. Por ejemplo, solo pierden 1,744,342 jornales (1,274,173 en el cultivo de naranja y 470,170 jornales en el resto de la cadena), el total de jornales representan una pérdida de S/ 152,701,175.30, para el sector agrario (Tabla 53).

Tabla 52: Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de naranjas en la Macrorregión Selva Central del Perú (Departamentos de Junín y Pasco-Oxapampa) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de no adopción del PF

| Años | Diferencia de producción (pérdida de producción) | Pérdidas de jornales en producción | Jornales en el resto de la cadena productiva directa | Ganancias no realizadas por los actores de la cadena productiva directa | Pérdida de jornales y ganancias en la cadena productiva directa | Jornales perdidos, en la cadena productiva directa |
|---|--|------------------------------------|--|---|---|--|
| | S/ | S/ | S/ | S/ | S/ | |
| | Negativo (A) | 41.72 por ciento | 20.72 por ciento | 37.56 por ciento | 100.00 por ciento | |
| | 10 TM | S/ 2,500.00 | S/ 1,241.57 | S/ 2,250.60 | S/ 5,992.17 | 68.45 |
| 2025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2026 | 18,759 | 4,689,857 | 2,329,114 | 4,221,997 | 11,240,969 | 128,408 |
| 2027 | 28,961 | 7,240,212 | 3,595,692 | 6,517,928 | 17,353,832 | 198,237 |
| 2028 | 47,823 | 11,955,744 | 5,937,557 | 10,763,039 | 28,656,340 | 327,348 |
| 2029 | 74,250 | 18,562,492 | 9,218,653 | 16,710,698 | 44,491,844 | 508,241 |
| 2030 | 107,440 | 26,859,927 | 13,339,392 | 24,180,381 | 64,379,700 | 735,425 |
| 2031 | 147,179 | 36,794,847 | 18,273,351 | 33,124,193 | 88,192,392 | 1,007,443 |
| 2032 | 191,768 | 47,941,924 | 23,809,302 | 43,159,237 | 114,910,463 | 1,312,650 |
| 2033 | 238,586 | 59,646,499 | 29,622,122 | 53,696,164 | 142,964,785 | 1,633,121 |
| 2034 | 284,844 | 71,211,092 | 35,365,422 | 64,107,073 | 170,683,587 | 1,949,760 |
| 2035 | 328,267 | 82,066,725 | 40,756,634 | 73,879,749 | 196,703,108 | 2,246,987 |
| 2036 | 367,465 | 91,866,145 | 45,623,300 | 82,701,579 | 220,191,024 | 2,515,295 |
| 2037 | 404,748 | 101,186,877 | 50,252,236 | 91,092,474 | 242,531,588 | 2,770,497 |
| 2038 | 437,295 | 109,323,632 | 54,293,177 | 98,417,506 | 262,034,315 | 2,993,281 |
| 2039 | 464,903 | 116,225,783 | 57,720,978 | 104,631,099 | 278,577,860 | 3,182,262 |
| 2040 | 495,315 | 123,828,632 | 61,496,766 | 111,475,488 | 296,800,886 | 3,390,428 |
| 2041 | 516,443 | 129,110,742 | 64,120,010 | 116,230,655 | 309,461,407 | 3,535,052 |
| 2042 | 535,414 | 133,853,463 | 66,475,378 | 120,500,241 | 320,829,082 | 3,664,908 |
| 2043 | 549,563 | 137,390,687 | 68,232,062 | 123,684,592 | 329,307,342 | 3,761,757 |
| 2044 | 561,146 | 140,286,424 | 69,670,166 | 126,291,450 | 336,248,041 | 3,841,042 |
| 2045 | 571,334 | 142,833,525 | 70,935,128 | 128,584,452 | 342,353,104 | 3,910,782 |
| 8% | VAN S/ | 578,768,946 | 287,432,864 | 521,030,956 | 1,387,232,766 | 15,846,694 |
| Jornales perdidos en el periodo de análisis | | 11,575,379 | 4,271,315 | 15,846,694 | | |

Tabla 53: Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de naranjas en la Macrorregión Selva Central del Perú (Departamentos de Junín y Pasco-Oxapampa) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de adopción del PF al 100 por ciento

| Años | Diferencia de producción (pérdida de producción) | Pérdidas de jornales en producción | Jornales en el resto de la cadena productiva directa | Ganancias no realizadas por los actores de la cadena productiva directa | Pérdida de jornales y ganancias en la cadena productiva directa | Jornales perdidos, en la cadena productiva directa |
|---|--|------------------------------------|--|---|---|--|
| | S/ | S/ | S/ | S/ | S/ | S/ |
| | 10 TM | 41.72 por ciento | 20.72 por ciento | 37.56 por ciento | 100.00 por ciento | |
| | | S/ 2,500.00 | S/ 1,241.57 | S/ 2,250.60 | S/ 5,992.17 | 68.45 |
| 2025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2026 | 6,263.8 | 1,565,943.5 | 777,691.4 | 1,409,725.0 | 3,753,360.0 | 42,875.5 |
| 2027 | 12,588.9 | 3,147,228.8 | 1,563,002.0 | 2,833,261.3 | 7,543,492.1 | 86,171.1 |
| 2028 | 18,363.0 | 4,590,742.5 | 2,279,891.3 | 4,132,770.1 | 11,003,403.9 | 125,694.5 |
| 2029 | 20,686.5 | 5,171,616.1 | 2,568,369.3 | 4,655,695.7 | 12,395,681.1 | 141,598.8 |
| 2030 | 23,002.6 | 5,750,638.5 | 2,855,928.1 | 5,176,954.8 | 13,783,521.3 | 157,452.5 |
| 2031 | 25,236.8 | 6,309,195.7 | 3,133,323.2 | 5,679,790.3 | 15,122,309.3 | 172,745.8 |
| 2032 | 27,353.7 | 6,838,428.4 | 3,396,155.0 | 6,156,226.8 | 16,390,810.1 | 187,236.2 |
| 2033 | 29,337.8 | 7,334,453.7 | 3,642,495.1 | 6,602,768.6 | 17,579,717.3 | 200,817.3 |
| 2034 | 31,185.1 | 7,796,280.2 | 3,871,851.0 | 7,018,523.3 | 18,686,654.5 | 213,462.2 |
| 2035 | 32,898.5 | 8,224,615.9 | 4,084,574.5 | 7,404,128.2 | 19,713,318.6 | 225,190.0 |
| 2036 | 34,484.7 | 8,621,173.8 | 4,281,516.3 | 7,761,125.5 | 20,663,815.6 | 236,047.7 |
| 2037 | 42,625.7 | 10,656,416.3 | 5,292,274.7 | 9,593,332.2 | 25,542,023.3 | 291,772.7 |
| 2038 | 49,265.7 | 12,316,415.2 | 6,116,676.7 | 11,087,729.6 | 29,520,821.5 | 337,223.4 |
| 2039 | 54,014.7 | 13,503,673.8 | 6,706,302.5 | 12,156,547.3 | 32,366,523.6 | 369,730.6 |
| 2040 | 36,963.8 | 9,240,952.3 | 4,589,315.7 | 8,319,074.9 | 22,149,342.8 | 253,017.3 |
| 2041 | 27,304.6 | 6,826,158.3 | 3,390,061.3 | 6,145,180.7 | 16,361,400.3 | 186,900.2 |
| 2042 | 27,629.7 | 6,907,422.6 | 3,430,419.5 | 6,218,338.2 | 16,556,180.3 | 189,125.2 |
| 2043 | 27,551.2 | 6,887,806.7 | 3,420,677.7 | 6,200,679.1 | 16,509,163.5 | 188,588.1 |
| 2044 | 27,199.9 | 6,799,981.4 | 3,377,061.2 | 6,121,615.2 | 16,298,657.8 | 186,183.5 |
| 2045 | 26,765.3 | 6,691,320.3 | 3,323,097.0 | 6,023,794.2 | 16,038,211.6 | 183,208.4 |
| TSD8% | VAN | S/ 63,708,629.5 | 31,639,489.2 | 57,353 056.6 | 152,701,175.3 | 1,744,342 |
| Jornales perdidos en el periodo de análisis | | 1,274,173 | 470,170 | 1,744,342 | | |

En las Tablas 54, 55 mandarinas y 56 y 57 limones, las pérdidas de jornales en la cadena productiva y las ganancias perdidas en estos dos productos, comprobándose el mismo comportamiento que la naranja, por lo que se puede concluir que, el Gobierno debe intervenir, no bien se detecte la enfermedad, debe intervenir para evitar las grandes pérdidas que afectarían a los citricultores, trabajadores agrarios que dejarían de trabajar en el campo. Para el efecto se requiere de políticas públicas para afrontar esta enfermedad.

Tabla 54. Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de mandarinas en la Macrorregión Costa Centro del Perú (Departamentos de Lima e Ica) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de no adopción del PF

| Años | Diferencia de producción | Pérdidas de jornales en producción S/ | Jornales en el resto de la cadena productiva directa S/ | Ganancias no realizadas por los actores de la cadena productiva directa S/ | Pérdida jornales y ganancias en la cadena productiva directa S/ | Jornales perdidos, en la cadena productiva directa |
|---|--------------------------|--|---|--|---|--|
| | 10 TM | 37.98 por ciento S/ 4,047.00 | 18.93 por ciento S/ 2,016.92 | 43.10 por ciento S/ 4,592.38 | 100.00 por ciento S/ 10,656.30 | 114.61 |
| 2025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2026 | 9,133 | 3,696,063 | 1,842,022 | 4,194,150 | 9,732,235 | 104,672 |
| 2027 | 21,469 | 8,688,425 | 4,330,086 | 9,859,290 | 22,877,800 | 246,054 |
| 2028 | 41,397 | 16,753,275 | 8,349,398 | 19,010,972 | 44,113,645 | 474,448 |
| 2029 | 66,811 | 27,038,313 | 13,475,195 | 30,682,038 | 71,195,547 | 765,718 |
| 2030 | 98,660 | 39,927,872 | 19,899,017 | 45,308,613 | 105,135,502 | 1,130,747 |
| 2031 | 137,852 | 55,788,681 | 27,803,634 | 63,306,850 | 146,899,166 | 1,579,921 |
| 2032 | 183,892 | 74,421,218 | 37,089,608 | 84,450,337 | 195,961,162 | 2,107,590 |
| 2033 | 234,749 | 95,002,931 | 47,347,001 | 107,805,673 | 250,155,605 | 2,690,459 |
| 2034 | 291,545 | 117,988,459 | 58,802,393 | 133,888,767 | 310,679,619 | 3,341,403 |
| 2035 | 346,636 | 140,283,702 | 69,913,764 | 159,188,551 | 369,386,017 | 3,972,798 |
| 2036 | 417,207 | 168,843,783 | 84,147,369 | 191,597,433 | 444,588,585 | 4,781,613 |
| 2037 | 479,999 | 194,255,446 | 96,811,884 | 220,433,612 | 511,500,942 | 5,501,264 |
| 2038 | 511,259 | 206,906,405 | 103,116,794 | 234,789,433 | 544,812,633 | 5,859,536 |
| 2039 | 536,602 | 217,162,929 | 108,228,380 | 246,428,143 | 571,819,452 | 6,149,998 |
| 2040 | 557,421 | 225,588,473 | 112,427,453 | 255,989,126 | 594,005,053 | 6,388,608 |
| 2041 | 576,051 | 233,127,679 | 116,184,798 | 264,544,327 | 613,856,805 | 6,602,116 |
| 2042 | 595,400 | 240,958,391 | 120,087,422 | 273,430,317 | 634,476,130 | 6,823,880 |
| 2043 | 610,011 | 246,871,612 | 123,034,418 | 280,140,413 | 650,046,444 | 6,991,341 |
| 2044 | 622,138 | 251,779,311 | 125,480,289 | 285,709,482 | 662,969,082 | 7,130,325 |
| 2045 | 632,957 | 256,157,685 | 127,662,357 | 290,677,892 | 674,497,934 | 7,254,320 |
| 8% | VAN S/ | 1,004,062,686 | 500,398,842 | 1,139,371,73 | 2,643,833,259 | 28,434,797 |
| Jornales perdidos en el Periodo de análisis | | 20,081,254 | 8,353,544 | 28,434,797 | | |

Tabla 55: Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de mandarinas en la Macrorregión Costa Centro del Perú (Departamentos de Lima e Ica) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de adopción del PF al 100 por ciento

| Años | Diferencia de producción | Pérdidas de jornales en producción | Jornales en el resto de la cadena productiva directa | Ganancias no realizadas por los actores de la cadena productiva directa | Pérdida jornales y ganancias en la cadena productiva directa | Jornales perdidos, en la cadena productiva directa |
|---|--------------------------|------------------------------------|--|---|--|--|
| | | S/ | S/ | S/ | S/ | |
| | 10 TM | 37.98 por ciento S/ 4,047.00 | 18.93 por ciento S/ 2,016.92 | 43.10 por ciento S/ 4,592.38 | 100.00 por ciento S/ 10,656.30 | 114.61 |
| 2025 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2026 | 2,561 | 1,036,373 | 516,502 | 1,176,036 | 2,728,911 | 29,350 |
| 2027 | 9,297 | 3,762,360 | 1,875,063 | 4,269,382 | 9,906,805 | 106,549 |
| 2028 | 15,333 | 6,205,402 | 3,092,612 | 7,041,652 | 16,339,666 | 175,735 |
| 2029 | 21,934 | 8,876,812 | 4,423,973 | 10,073,065 | 23,373,850 | 251,389 |
| 2030 | 28,991 | 11,732,555 | 5,847,202 | 13,313,653 | 30,893,410 | 332,263 |
| 2031 | 36,371 | 14,719,240 | 7,335,688 | 16,702,827 | 38,757,755 | 416,845 |
| 2032 | 43,937 | 17,781,215 | 8,861,697 | 20,177,439 | 46,820,352 | 503,559 |
| 2033 | 51,554 | 20,863,846 | 10,398,001 | 23,675,490 | 54,937,337 | 590,859 |
| 2034 | 62,773 | 25,404,084 | 12,660,737 | 28,827,577 | 66,892,399 | 719,437 |
| 2035 | 74,363 | 30,094,699 | 14,998,419 | 34,150,308 | 79,243,426 | 852,274 |
| 2036 | 58,408 | 23,637,529 | 11,780,332 | 26,822,959 | 62,240,819 | 669,409 |
| 2037 | 23,382 | 9,462,559 | 4,715,894 | 10,737,748 | 24,916,202 | 267,977 |
| 2038 | 25,378 | 10,270,431 | 5,118,517 | 11,654,490 | 27,043,437 | 290,856 |
| 2039 | 27,061 | 10,951,780 | 5,458,084 | 12,427,659 | 28,837,524 | 310,152 |
| 2040 | 28,284 | 11,446,619 | 5,704,699 | 12,989,183 | 30,140,501 | 324,165 |
| 2041 | 29,527 | 11,949,619 | 5,955,381 | 13,559,968 | 31,464,967 | 338,410 |
| 2042 | 30,038 | 12,156,219 | 6,058,345 | 13,794,409 | 32,008,972 | 344,261 |
| 2043 | 29,846 | 12,078,510 | 6,019,617 | 13,706,229 | 31,804,357 | 342,060 |
| 2044 | 29,130 | 11,788,732 | 5,875,199 | 13,377,400 | 31,041,331 | 333,854 |
| 2045 | 28,201 | 11,412,813 | 5,687,851 | 12,950,822 | 30,051,485 | 323,208 |
| TSD 8 por ciento VAN S/ | | 121,177,100 | 60,391,529 | 137,507,114 | 319,075,743 | 3,431,704 |
| Jornales perdidos en el periodo de análisis | | 2,423,542 | 1,008,162 | 3,431,704 | | |

Tabla 56: Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de limones en la Macrorregión Costa Norte del Perú (Departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de no adopción del PF

| Años | Diferencia de producción | Pérdidas de jornales en producción | Jornales en el resto de la cadena productiva directa | Ganancias no realizadas por los actores de la cadena productiva directa | Pérdida jornales y ganancias en la cadena productiva directa | Jornales perdidos, en la cadena productiva directa |
|---|--------------------------|------------------------------------|--|---|--|--|
| | | S/ 46.35 por ciento | S/ 17.74 por ciento | S/ 35.91 por ciento | S/ 100.00 por ciento | |
| | 10 TM | S/ 4,000.00 | S/ 1,531.10 | S/ 3,099.00 | S/ 8,630.10 | 107.89 |
| 2025 | 3,674 | 1,469,597 | 562,525 | 1,138,570 | 3,170,692 | 39,639 |
| 2026 | 10,354 | 4,141,493 | 1,585,260 | 3,208,621 | 8,935,374 | 111,706 |
| 2027 | 12,137 | 4,854,645 | 1,858,237 | 3,761,136 | 10,474,018 | 130,942 |
| 2028 | 21,749 | 8,699,407 | 3,329,916 | 6,739,866 | 18,769,189 | 234,645 |
| 2029 | 31,352 | 12,540,944 | 4,800,360 | 9,716,096 | 27,057,400 | 338,261 |
| 2030 | 46,415 | 18,566,006 | 7,106,603 | 14,384,013 | 40,056,622 | 500,772 |
| 2031 | 64,377 | 25,750,833 | 9,856,775 | 19,950,458 | 55,558,067 | 694,564 |
| 2032 | 84,230 | 33,692,067 | 12,896,481 | 26,102,929 | 72,691,476 | 908,759 |
| 2033 | 104,657 | 41,862,921 | 16,024,080 | 32,433,298 | 90,320,299 | 1,129,148 |
| 2034 | 125,248 | 50,099,148 | 19,176,702 | 38,814,315 | 108,090,165 | 1,351,299 |
| 2035 | 143,880 | 57,551,982 | 22,029,460 | 44,588,398 | 124,169,841 | 1,552,321 |
| 2036 | 160,007 | 64,002,930 | 24,498,721 | 49,586,270 | 138,087,921 | 1,726,319 |
| 2037 | 173,477 | 69,390,719 | 26,561,033 | 53,760,460 | 149,712,212 | 1,871,641 |
| 2038 | 184,434 | 73,773,725 | 28,238,738 | 57,156,193 | 159,168,656 | 1,989,862 |
| 2039 | 193,202 | 77,280,656 | 29,581,103 | 59,873,188 | 166,734,948 | 2,084,453 |
| 2040 | 200,163 | 80,065,358 | 30,647,017 | 62,030,636 | 172,743,011 | 2,159,563 |
| 2041 | 211,141 | 84,456,375 | 32,327,789 | 65,432,576 | 182,216,740 | 2,278,000 |
| 2042 | 216,426 | 86,570,204 | 33,136,910 | 67,070,265 | 186,777,378 | 2,335,015 |
| 2043 | 219,680 | 87,871,951 | 33,635,186 | 68,078,794 | 189,585,930 | 2,370,126 |
| 2044 | 221,826 | 88,730,543 | 33,963,833 | 68,743,988 | 191,438,364 | 2,393,285 |
| 2045 | 223,366 | 89,346,390 | 34,199,565 | 69,221,116 | 192,767,070 | 2,409,896 |
| TSD 8 por ciento VAN S/ | | 391,900,684 | 150,009,784 | 303,625,055 | 845,535,523 | 10,570,541 |
| Jornales perdidos en el periodo de análisis | | 7,838,014 | 2,732,528 | 10,570,541 | | |

Tabla 57: Pérdida de jornales en la cadena productiva directa de limones en la Macrorregión Costa Norte del Perú (Departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes) y ganancias no realizadas por los actores de la cadena directa, escenario de adopción del PF al 100 por ciento

| Años | Diferencia de producción | Pérdidas de jornales en producción | Jornales en el resto de la cadena productiva directa | Ganancias no realizadas por los actores de la cadena productiva directa | Pérdida jornales y ganancias en la cadena productiva directa | Jornales perdidos, en la cadena productiva directa |
|---|--------------------------|------------------------------------|--|---|--|--|
| | S/ | S/ | S/ | S/ | S/ | S/ |
| | 10 TM | 46.35 por ciento S/ 4,000.00 | 17.74 por ciento S/ 1,531.10 | 35.91 por ciento S/ 3,099.00 | 100.00 por ciento S/ 8,630.10 | 107.89 |
| 2025 | 2,508 | 1,003,331 | 384,050 | 777,331 | 2,164,713 | 27,062 |
| 2026 | 3,969 | 1,587,401 | 607,617 | 1,229,839 | 3,424,857 | 42,816 |
| 2027 | 8,985 | 3,594,138 | 1,375,746 | 2,784,558 | 7,754,442 | 96,943 |
| 2028 | 10,342 | 4,136,791 | 1,583,460 | 3,204,979 | 8,925,230 | 111,580 |
| 2029 | 14,254 | 5,701,465 | 2,182,378 | 4,417,210 | 12,301,053 | 153,783 |
| 2030 | 15,521 | 6,208,470 | 2,376,447 | 4,810,012 | 13,394,929 | 167,458 |
| 2031 | 16,704 | 6,681,723 | 2,557,596 | 5,176,665 | 14,415,984 | 180,223 |
| 2032 | 17,781 | 7,112,323 | 2,722,419 | 5,510,272 | 15,345,014 | 191,837 |
| 2033 | 18,745 | 7,497,895 | 2,870,007 | 5,808,994 | 16,176,895 | 202,237 |
| 2034 | 20,925 | 8,370,139 | 3,203,880 | 6,484,765 | 18,058,784 | 225,764 |
| 2035 | 22,852 | 9,140,677 | 3,498,823 | 7,081,740 | 19,721,239 | 246,547 |
| 2036 | 24,511 | 9,804,279 | 3,752,833 | 7,595,865 | 21,152,977 | 264,446 |
| 2037 | 25,899 | 10,359,684 | 3,965,428 | 8,026,165 | 22,351,278 | 279,427 |
| 2038 | 27,020 | 10,807,851 | 4,136,975 | 8,373,382 | 23,318,208 | 291,515 |
| 2039 | 27,877 | 11,150,758 | 4,268,231 | 8,639,050 | 24,058,039 | 300,764 |
| 2040 | 28,480 | 11,392,085 | 4,360,605 | 8,826,018 | 24,578,707 | 307,273 |
| 2041 | 10,197 | 4,078,848 | 1,561,281 | 3,160,087 | 8,800,216 | 110,017 |
| 2042 | 10,385 | 4,154,200 | 1,590,124 | 3,218,466 | 8,962,790 | 112,049 |
| 2043 | 10,399 | 4,159,517 | 1,592,159 | 3,222,586 | 8,974,261 | 112,193 |
| 2044 | 10,301 | 4,120,252 | 1,577,130 | 3,192,165 | 8,889,547 | 111,134 |
| 2045 | 10,149 | 4,059,489 | 1,553,871 | 3,145,089 | 8,758,448 | 109,495 |
| TDS.8 por ciento VAN | S/ 62,947,566 | 24,094,755 | 48,768,627 | 135,810,947 | 1,697,853 | |
| Jornales perdidos en el periodo de análisis | | 1,258,951 | 438,902 | 1,697,853 | | |

4.7.3 Costos de producción incrementales debido a la enfermedad del HLB

La creciente importancia económica que tienen las pérdidas que ocasionan las plagas a los cultivos, en nuestro caso los cítricos, sigue siendo una preocupación permanente de las Instituciones competentes encargados de proteger la agricultura, lo que obliga a realizar acciones firmes en la búsqueda de las soluciones.

Sería un gran problema la enfermedad del HLB, en nuestro país, lo que motivará costos incrementales en toda la cadena productiva de los cítricos, en este caso, es necesario que el Gobierno intervenga, para realizar actividades de prevención, control y manejo del HLB mediante la gestión de un Programa Fitosanitario, gestionado por SENASA y una entidad privada sin fines de lucro PROCITRUS.

Para formular el presupuesto para prevenir el HLB, se utilizó la metodología presupuestal del proyecto en ejecución de SENASA, “Erradicación de la mosca de la fruta en los departamentos de Piura, Tumbes, Amazonas, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Apurímac, Cusco y Puno”¹⁴ que fue formulado y ejecutado desde el año 2017, Tabla 58.

Tabla 58: Presupuesto anualizado y por distribución porcentual anual, otorgado al PIP “Erradicación de la mosca de la fruta”

| Componentes | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | Total | Porcentaje por componente |
|--------------------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|---------------------------|
| Comportamiento de la plaga (S/) | 10,312,904 | 17,361,488 | 33,388,484 | 19,216,819 | 1,116,152 | 93,395,847 | 23.09 |
| Porcentaje | 11 | 19 | 36 | 21 | 14 | | |
| Actividades de control de plaga (S/) | 4,331,873 | 67,420,115 | 121,449,777 | 72,630,204 | 45,190,533 | 311,022,502 | 76.91 |
| Porcentaje | 1 | 22 | 39 | 23 | 15 | | |
| Ppto. anual | 14,644,777 | 84,781,603 | 154,838,261 | 91,847,023 | 58,306,685 | 404,418,349 | 100.00 |

Fuente: Elaborado con datos del PIP “Erradicación de la Mosca de la Fruta en los Departamentos de Piura, Tumbes, Amazonas, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Apurímac, Cusco y Puno” (2017) Código SNIP 382554

¹⁴ Proyecto de Inversión Pública formulado en el año 2017 con Código SNIP 382554 formulado y ejecutado por el Servicio Nacional de Sanidad Agraria – SENASA mediante su Dirección General de Sanidad Vegetal, perteneciente al sector Agricultura.

La Tabla 59, muestra el total de hectáreas hospedantes registradas en las nueve regiones que el proyecto indica como campo de acción, se obtiene un total de 103,720 hectáreas distribuidas en nueve regiones. Esto permite realizar una estimación aproximada del presupuesto utilizado por departamento en base al porcentaje de superficie cosechada potencialmente afectada por la Mosca de la Fruta, que nos servirá para presupuestar para el HLB.

Tabla 59: Cantidad total de hectáreas hospedantes por departamento, porcentaje de participación y estimación de presupuesto otorgado por hectárea hospedante

| Regiones | Superficie cultivada (ha) | | Presupuesto Otorgado (soles) |
|--------------|---------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| | Hospedante | Porcentaje de participación | |
| Amazonas | 224 | 0.2 | 873,406 |
| Apurímac | 2,916 | 2.8 | 11,369,880 |
| Cajamarca | 17,106 | 16.5 | 66,698,614 |
| Cusco | 1,332 | 1.3 | 5,193,649 |
| La Libertad | 7,794 | 7.5 | 30,389,863 |
| Lambayeque | 13,263 | 12.8 | 51,714,236 |
| Piura | 60,917 | 58.7 | 237,523,646 |
| Puno | 2 | 0.0 | 7,798 |
| Tumbes | 166 | 0.2 | 647,257 |
| Total | 103,720 | 100 | 404,418,349 |

Fuente: Datos del PIP “Erradicación de la Mosca de la Fruta en los Dptos. de Piura, Tumbes, Amazonas, Lambayeque, La Libertad, Cajamarca, Apurímac, Cusco y Puno” (2017). SNIP 382554.

Con los datos anteriores (Tabla 59), se ve que por cada hectárea de superficie hospedante el proyecto consideró un presupuesto de 3,899.14 soles para ejecutar actividades de información (Vigilancia / Alerta) y actividades de control (Manejo y Control). La proporción de presupuesto utilizado en ambos componentes respeta una estructura aproximada de 23 por ciento para el primer componente y 77 por ciento para las actividades del segundo componente (Tabla 58).

Financiamiento del Programa Fitosanitario (PF) para vigilancia y control del HLB en las macrorregiones Costa Norte, Costa Centro y Selva Central.

El campo de acción de SENASA, para controlar el HLB, serían las tres principales macrorregiones productoras de cítricos, las macrorregiones Costa Norte (Piura, Lambayeque y Tumbes), Costa Central (Lima e Ica) y Selva Central (Junín y Pasco). Estas macrorregiones, producen el 67 por ciento de cítricos a nivel nacional (Tabla 60).

Tabla 60: Superficie agrícola total y superficie agrícola destinada al cultivo de cítricos

| Macrorregión | Departamento | Superficie Agrícola (ha) | Superficie Agrícola destinada a cítricos (ha) | Porcentaje de participación |
|----------------------|--------------|--------------------------|---|-----------------------------|
| Costa Norte | Tumbes | 21,020 | 857 | 2.0 |
| | Piura | 386,759 | 11,255 | 26.0 |
| | Lambayeque | 254,314 | 2,175 | 5.0 |
| Costa Central | Lima | 500,607 | 5,746 | 13.3 |
| | Ica | 253,590 | 3,331 | 7.7 |
| Selva Central | Junín | 465,368 | 19,863 | 45.8 |
| | Pasco | 177,488 | 110 | 0.3 |
| | | 2,059,147 | 43,337 | 100 |

Fuente: Cano (2023).

Analizando el criterio técnico utilizado en el proyecto de Erradicación de la mosca de la fruta, se identifica que, en los siete departamentos, un porcentaje del total del terreno dedicado al cultivo de cítricos, es susceptible de ser atacado por el HLB. Como supuesto de análisis, un 30 por ciento de la superficie total será afectado (por el HLB) en los cinco primeros años del PF, que coincide con el marco temporal utilizado en la primera fase del proyecto de Erradicación de mosca de la fruta. Este supuesto técnico coincide con el porcentaje de superficie cosechada desaprovechada, que se estima para los años, para nuestro caso, 2031-2032 en un escenario de presencia del HLB y ningún plan de contención de parte de la entidad gubernamental (Cano 2023).

Tabla 61: Superficie agrícola destinada al cultivo de cítricos susceptible a la afectación por ingreso del HLB y presupuesto para cinco años de ejecución (periodo 2026 – 2030)

| Macrorregión | Dptos. | Superficie Agrícola destinada a cítricos (ha) | Porcentaje | Superficie susceptible a infección con HLB | Presupuesto asignado por departamento (soles) | Presupuesto asignado por macrorregión (soles) |
|----------------------|------------|---|------------|--|---|---|
| | Tumbes | 857 | | 999 | 1,002,795 | |
| Costa Norte | Piura | 11,255 | 33 | 5,959 | 13,165,432 | 16,712,413 |
| | Lambayeque | 2,175 | | 653 | 2,544,186 | |
| Costa Central | Lima | 5,746 | 21 | 1,724 | 6,720,745 | 10,617,512 |
| | Ica | 3,331 | | 33 | 3,896,767 | |
| Selva Central | Junín | 19,863 | 46 | 3,377 | 23,234,559 | 23,363,231 |
| | Pasco | 110 | | 257 | 128,671 | |
| Totales | | 43,337 | 100 | 13,001 | 50,693,155 | 50,693,155 |

Fuente: Cano (2023), “Pérdidas económicas potenciales en la cadena productiva de mandarinas (*citrus reticulata*) por ingreso del *Huanglongbing* en la costa central peruana”

En la Tabla 61, se ha considerado el presupuesto para cada macrorregión, 33 por ciento para la macrorregión Costa Norte (16,712,413 soles), 21 por ciento para la Costa Central (10,617,512 soles) y 46 por ciento para la Selva Central (23,363,231 soles).

Tabla 62: Distribución porcentual del financiamiento otorgado al PF para combatir el HLB

| Macrorregión | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | Total |
|----------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | |
| | 6 por ciento | 20 por ciento | 37 por ciento | 22 por ciento | 14 por ciento | 100 por ciento |
| Costa Norte | 1,039,088 | 3,364,716 | 6,250,274 | 3 670,693 | 2,387,642 | 16,712,413 |
| Costa Central | 660,140 | 2,137,627 | 3,970,842 | 2 332,017 | 1,516,886 | 10,617,512 |
| Selva Central | 1,452,601 | 4,703,727 | 8,737,612 | 5 131,470 | 3,337,821 | 23,363,231 |
| Total | 3,151,829 | 10,206,070 | 18,958,728 | 11 134,179 | 7,242,349 | 50,693,155 |

Fuente: Cano 2023. “Pérdidas económicas potenciales en la cadena productiva de mandarinas (*citrus reticulata*) por ingreso del *Huanglongbing* en la costa central peruana”

En la Tabla 62, se muestra el monto de financiamiento servirá para las diversas actividades que comprenden el primer y segundo componente del proyecto y se distribuye anualmente, según la estructura del proyecto Mosca de la Fruta, durante los primeros cinco años, como una primera etapa. El proyecto Mosca de la Fruta, continua en la fecha y se ha puesto en marcha una segunda etapa. Es importante indicar que, dependiendo el avance de la

enfermedad, SENASA debe considerar una ampliación (sucedió con el Proyecto Mosca de la Fruta), teniendo en cuenta la proyección realizada al 2045 y el pronóstico técnico estimado hasta lograr el control total de esta enfermedad.

**Tabla 63: Propuesta de financiamiento otorgado al PF para HLB a nivel nacional
Periodo 2026 – 2045**

| Macrorregiones | Porcentaje | VAN | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | | |
|------------------------------------|--------------|---------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| | | 8 por ciento | Año 01 | Año 02 | Año 03 | Año 04 | Año 05 | | |
| Costa Norte (Limón) | 33.0 | S/ 18,613,737 | 1,039,088 | 3,364,716 | 6,250,274 | 3,670,693 | 2,387,642 | | |
| Vigilancia | | 23 por ciento | 238,990 | 773,885 | 1,437,563 | 844,259 | 549,158 | | |
| Control | | 77 por ciento | 800,098 | 2,590,831 | 4,812,711 | 2,826,434 | 1,838,484 | | |
| Costa Central (Mandarina) | 20.9 | S/ 11,825,437 | 660,140 | 2,137,627 | 3,970,842 | 2,332,017 | 1,516,886 | | |
| Vigilancia | | 23 por ciento | 151,832 | 491,654 | 913,294 | 536,364 | 348,884 | | |
| Control | | 77 por ciento | 508,308 | 1,645,973 | 3,057,548 | 1,795,653 | 1,168,002 | | |
| Selva Central (Naranja) | 46.1 | S/ 26,021,201 | 1,452,601 | 4,703,727 | 8,737,612 | 5,131,470 | 3,337,821 | | |
| Vigilancia | | 23 por ciento | 334,098 | 1,081,857 | 2,009,651 | 1,180,238 | 767,699 | | |
| Control | | 77 por ciento | 1,118,503 | 3,621,870 | 6,727,961 | 3,951,232 | 2,570,122 | | |
| Programa Fitosanitario (PF) | 100.0 | S/ 56,460,375 | 3,151,829 | 10,206,070 | 18,958,728 | 11,134,180 | 7,242,349 | | |
| Vigilancia | | 23 por ciento | 724,921 | 2,347,396 | 4,360,507 | 2,560,861 | 1,665,740 | | |
| Control | | 77 por ciento | 2,426,908 | 7,858,674 | 14,598,221 | 8,573,319 | 5,576,609 | | |
| Macrorregiones | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 | 2039 |
| | Año 06 | Año 07 | Año 08 | Año 09 | Año 10 | Año 11 | Año 12 | Año 13 | Año 14 |
| Costa Norte (Limón) | 1,352,598 | 1,183,876 | 1,054,833 | 952,736 | 869,811 | 801,030 | 801,030 | 801,030 | 801,030 |
| Vigilancia | 311,097 | 272,292 | 242,612 | 219,129 | 200,056 | 184,237 | 184,237 | 184,237 | 184,237 |
| Control | 1,041,500 | 911,585 | 812,221 | 733,607 | 669,754 | 616,793 | 616,793 | 616,793 | 616,793 |
| Costa Central (Mandarina) | 859,315 | 752,125 | 670,143 | 605,280 | 552,597 | 508,900 | 508,900 | 508,900 | 508,900 |
| Vigilancia | 197,642 | 172,989 | 154,133 | 139,214 | 127,097 | 117,047 | 117,047 | 117,047 | 117,047 |
| Control | 661,673 | 579,136 | 516,010 | 466,066 | 425,500 | 391,853 | 391,853 | 391,853 | 391,853 |
| Selva Central (Naranja) | 1,890,874 | 1,655,008 | 1,474,611 | 1,331,884 | 1,215,958 | 1,119,805 | 1,119,805 | 1,119,805 | 1,119,805 |
| Vigilancia | 434,901 | 380,652 | 339,161 | 306,333 | 279,670 | 257,555 | 257,555 | 257,555 | 257,555 |
| Control | 1,455,973 | 1,274,356 | 1,135,451 | 1,025,551 | 936,288 | 862,250 | 862,250 | 862,250 | 862,250 |
| Programa Fitosanitario (PF) | 4,102,786 | 3,591,009 | 3,199,588 | 2,889,900 | 2,638,366 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 |
| Vigilancia | 943,641 | 825,932 | 735,905 | 664,677 | 606,824 | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 558,839 |
| Control | 3,159,145 | 2,765,077 | 2,463,682 | 2,225,223 | 2,031,542 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 |

Continuación

| Macrorregiones | 2040 Año 15 | 2041 Año 16 | 2042 Año 17 | 2043 Año 18 | 2044 Año 19 | 2045 Año 20 | Total |
|------------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|--------------|
| Costa Norte (Limón) | 801,030 | 801,030 | 801,030 | 801,030 | 801,030 | 801,030 | 30,136,566 |
| Vigilancia | 184,237 | 184,237 | 184,237 | 184,237 | 184,237 | 1,84,237 | 6,931,410 |
| Control | 616,793 | 616,793 | 616,793 | 616,793 | 616,793 | 616,793 | 23,205,156 |
| Costa Central (Mandarina) | 508,900 | 508,900 | 508,900 | 508,900 | 508,900 | 508,900 | 19,145,972 |
| Vigilancia | 117,047 | 117,047 | 117,047 | 117,047 | 117,047 | 117,047 | 4,403,574 |
| Control | 391,853 | 391,853 | 391,853 | 391,853 | 391,853 | 391,853 | 14,742,398 |
| Selva Central (Naranja) | 1,119,805 | 1,119,805 | 1,119,805 | 1,119,805 | 1,119,805 | 1,119,805 | 42,129,620 |
| Vigilancia | 257,555 | 257,555 | 257,555 | 257,555 | 257,555 | 257,555 | 9,689,813 |
| Control | 862,250 | 862,250 | 862,250 | 862,250 | 862,250 | 862,250 | 32,439,807 |
| Programa Fitosanitario (PF) | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 91,412,158 |
| Vigilancia | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 21,024,796 |
| Control | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 70,387,361 |

Fuente: Elaborado con datos del Censo Nacional Agropecuario – CENAGRO 2012 y Proyecto Mosca de la Fruta.

La Tabla 63, explica el financiamiento que se requeriría para afrontar la enfermedad del HLB, del monto inicial de 50,693,155 soles, en los primeros cinco años, pasa a 91,412,158 soles, como costo incremental, al año 2045. Si deseamos conocer en el presente los valores de futuro, usando el valor actual neto (VAN) al 2025, a una tasa social de descuento (TSD) del 8 por ciento resulta en 56,460,375 soles. Por macrorregiones, los costos son: Costa Norte (limones) 30,136,566 soles, con un VAN de S/ 18,613,737, para la Costa Central (mandarinas) se requiere 19,145,972 soles, con un VAN de S/ 11,825,437 y finalmente para la Selva Central se necesitará de 42,129,620 soles, con un VAN de S/ 26,021,201.

Una institución sin fines de lucro como PROCITRUS, financiara aproximadamente 523,156 soles por año.

Tabla 64: Costos incrementales por Vigilancia y Control del HLB del Gobierno (SENASA) y PROCITRUS (soles) a valor nominal (2026-2045) VAN al año 0 (2025)

| GOBIERNO | | VAN | | | | | | | |
|------------------------------|------------------|---------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------------|
| | | Año base 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | | |
| Vigilancia /Alerta | 23 por ciento | | 724,921 | 2,347,396 | 4,360,507 | 2,560,861 | 1,665,740 | | |
| Manejo y Control | 77 por ciento | | 2,426,908 | 7,858,674 | 14,598,221 | 8,573,319 | 5,576,609 | | |
| Total Gobierno | Nacional | S/ 56,460,375 | 3,151,829 | 10,206,070 | 18,958,728 | 11,134,180 | 7,242,349 | | |
| PROCITRUS | | S/ 5,136,428 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | | |
| Gobierno y Procitrus | TSD 8 por ciento | S/ 61,596,803 | 3,674,986 | 10,729,227 | 19,481,885 | 11,657,337 | 7,765,506 | | |
| Gobierno | | 2031 | 2032 | 2033 | 2034 | 2035 | 2036 | 2037 | 2038 |
| Vigilancia /Alerta | | 943,641 | 825,932 | 735,905 | 664,677 | 606,824 | 558,839 | 558,839 | 558,839 |
| Manejo y Control | | 3,159,145 | 2,765,077 | 2,463,682 | 2,225,223 | 2,031,542 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 |
| Total Gobierno | | 4,102,786 | 3,591,009 | 3,199,588 | 2,889,900 | 2,638,366 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 |
| Procitrus | | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 |
| Gobierno+ Procitrus | | 4,625,943 | 4,114,166 | 3,722,744 | 3,413,057 | 3,161,522 | 2,952,892 | 2,952,892 | 2,952,892 |
| GOBIERNO | | 2039 | 2040 | 2041 | 2042 | 2043 | 2044 | 2045 | Totales (soles) |
| Vigilancia /Alerta | | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 558,839 | 21,024,796 |
| Manejo y Control | | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 1,870,896 | 70,387,361 |
| Total Gob. (A) | | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 2,429,735 | 91,412,158 |
| Procitrus (B) | | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 523,157 | 10,463,130 |
| Gobierno + Procitrus (A)+(B) | | 2,952,892 | 2,952,892 | 2,952,892 | 2,952,892 | 2,952,892 | 2,952,892 | 2,952,892 | 101,875,288 |

4.7.4. ABC de la cadena productivo, en escenarios de adopción parcial y total

El análisis Beneficio Costo (ABC) para la cadena productiva debido a la pérdida de la producción de los cítricos, por el ingreso del HLB para los casos de la naranja, mandarina y limones (de las macrorregiones Selva Central, Costa Central y Costa Norte, respectivamente), se presentan en las Tablas 65, 66 de la cadena productiva de la naranja, 67 y 68 de la mandarina y 69 y 70 del limón, siendo escenarios parciales de 25 por ciento y 100 por ciento, con referencia a altos costos de control del HLB por los productores¹⁵. El análisis es de forma acumulada, desde el año 2025 al 2045, siendo el año 2025 el año base. El valor de la pérdida en la producción, en el escenario parcial del 25 por ciento de adoptantes es de

¹⁵ La caracterización de costos adicionales en los productores, se refieren a lo que ellos deberán enfrentar para frenar a la enfermedad del HLB, que en los textos se refieren como de costos adicionales en tres categorías

S/ 878,548,076.34 más las pérdidas de jornales en la cadena productiva directa de la naranja, que asciende a S/ 1,062,310,388.97 (que comprende las pérdidas de jornales en la producción de S/ 443,207,714.81, en el resto de la cadena S/ 220,109,360.99 y ganancias no realizadas o beneficios no logrados, S/ 398,993,313.18). Los escenarios al 30, 40, 50 y 75 por ciento se pueden ver en los Anexos 2, 3, y 4 para las naranjas, mandarinas y limón respectivamente.

Los costos incrementales del gobierno son de S/ 56,460,385.86, del PROCITRUS S/ 5,136,427.80, y agregando los costos adicionales de producción de los productores por S/ 81,390,274.61, entonces, los costos totales incrementales de los tres agentes por S/ 142,987,088.26, lo que resulta en ratios B/C de 7.32 para los productores; 4.17 para el gobierno más Procitrus y más los productores, y finalmente para el Gobierno, 10.55, Tabla 65.

Interpretando los ratios de la Tabla 65, se puede decir que, si los productores por cada sol que inviertan para prevenir y manejar el HLB en la naranja, evitarían la pérdida de 6.32 soles; para los tres agentes por cada sol que inviertan, evitarían la pérdida de 3.17 soles en toda la cadena productiva directa y para el gobierno por cada sol adicional que invierta evitaría que las pérdidas sean de 9.55 soles en la cadena productiva directa para las naranjas de la macrorregión Junín, Pasco -Oxapampa.

La caracterización de costos adicionales en los productores, se refieren a lo que ellos deberán enfrentar para frenar a la enfermedad del HLB, que en los textos se refieren como de costos adicionales en tres categorías; bajos, medios y altos, para este caso la simulación toma como referencia costos altos a fin de simular con una exigencia mayor a los indicadores de Beneficio - Costo.

Tabla 65: Análisis beneficio costo (ABC) de la cadena productiva de naranjas en la macrorregión Selva Central, en escenario de adopción parcial al 25 por ciento de adopción por parte de los productores y con costos altos de control del HLB

| I.-Beneficios | | Escenario Epidemiológico | Escenario parcial 25 por ciento (Se mitiga) | Jornales Perdidos |
|---|-------|---------------------------------|--|--------------------------|
| | | (soles) | (soles) | (soles) |
| A.-Valor de Producción (ingresos) | | 1,497,594,348.30 | 1,768,420,066.18 | |
| B.-Pérdida de producción | | 1,149,373,794.22 | 878,548,076.34 | |
| C.-Reducción del empleo | | 1,387,232,765.59 | 1,062,310,388.97 | 181,020.60 |
| c.1.-Jornales por Producción | | 578,768,945.80 | 443,207,714.81 | 8,864,154.30 |
| c.2.-Jornales en el Resto de la Cadena | | 287,432,864.02 | 220,109,360.99 | 3,270,872.94 |
| c.3.-Beneficios no logrados | | 521,030,955.77 | 398,993,313.18 | |
| D.-Total pérdidas (pérdidas) | D=B+C | 2,536,606,559.81 | 1,940,858,465.31 | |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios no logrados) | | | 595,748,094.50 | |
| II.-Costos | | | | |
| F.-Gobierno | | | 26,021,200.97 | 56,460,374.83 |
| G.-Procitrus | | | 2,568,213.90 | 5,136,427.83 |
| H.-Gobierno + Procitrus | H=F+G | | 28,589,414.86 | 61,596,802.66 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | | 81,390,274.61 | 81,390,274.61 |
| J.-Total costos | J=H+I | | 109,979,689.47 | 142,987,077.27 |
| K.-Costos Netos | J=H+I | | 109,979,689.47 | 142,987,077.23 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | | 485,768,405.02 | 452,761,017.23 |
| M.-Ratio B/C Procitrus | | | | 115.98 |
| N.-Ratio B/C Productores | | | | 7.32 |
| Ñ.-Ratio B/C (incluye Gobierno, Procitrus y Productores) | | | 5.42 | 4.17 |
| O.-Ratio B/C (sólo gobierno) | | | 23.02 | 10.55 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + Procitrus | | | | 9.67 |

Tabla 66. Análisis beneficio costo (ABC) de la cadena productiva de naranjas en la Selva Central, en escenario de adopción total al 100 por ciento de parte de los productores y con costos altos de control del HLB

| I.-Beneficios | Escenario Epidemiológico | Adopción total del PF 100 por ciento | Jornales Perdidos |
|---|---------------------------------|---|--------------------------|
| | (soles) | (soles) | (soles) |
| A.-Valor de Producción (ingresos) | 1,497,594,348.30 | 2,525,932,989.68 | |
| B.-Pérdida de producción | 1,149,373,794.22 | 121,035,152.84 | |
| C.-Reducción del empleo | 1,387,232,765.59 | 152,701,175.31 | 15,846,693.74 |
| c.1.-Jornales por Producción | 578,768,945.80 | 63,708,629.48 | 1,274,172.59 |
| c.2.-Jornales en el Resto de la Cadena | 287,432,864.02 | 31,639,489.24 | 470,169.69 |
| c.3.-Beneficios no logrados | 521,030,955.77 | 57,353,056.60 | |
| D.-Total pérdidas | D=B+C | 2,536,606,559.81 | 273,736,328.16 |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios) no logrados | | 2,262,870,231.65 | |
| II.-Costos | | | |
| F.-Gobierno | | 32,526,501.21 | 70,575,468.54 |
| G.-Procitrus | | 2,568,213.90 | 5,136,427.83 |
| H.-Gobierno+ Procitrus | H=F+G | 35,094,715.11 | 75,711,896.37 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | 44,924,703.64 | 44,924,703.64 |
| J.-Total costos | J=H+I | 80,019,418.75 | 120,636,600.01 |
| K.-Costos Netos | J=H+I | 80,019,418.75 | 120,636,600.01 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | 2,182,850,812.90 | 2,142,233,631.64 |
| M.-Ratio B/C Procitrus | | | 440.55 |
| N.-Ratio B/C Productores | | | 50.37 |
| Ñ.-Ratio B/C (incluye gobierno, Procitrus y productores) | | 28.28 | 18.76 |
| O.-Ratio B/C (sólo gobierno) | | 69.57 | 32.06 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + Procitrus | | | 29.89 |

Tabla 67: Análisis beneficio costo (ABC) de la cadena productiva de la mandarina en la macrorregión Costa Central, en escenario de adopción parcial al 25 por ciento de adopción por parte de los productores y con costos altos de control del HLB

| I.-Beneficios | Escenario Epidemiológico (soles) | Escenario parcial 25 por ciento (se mitiga) (soles) | Jornales Perdidos (soles) |
|--|---|--|----------------------------------|
| A.-Valor de Producción (ingresos) | 4,473,547,965.96 | 5,206,938,426.75 | |
| B.-Pérdida de producción | 3,084,483,744.91 | 2,351,093,284.12 | |
| C.-Reducción del empleo | 2,643,833,259.28 | 2,015,653,849.33 | 305,820.23 |
| c.1.-Jornales por Producción | 1,004,062,685.95 | 765,495,634.34 | 15,309,912.69 |
| c.2.-Jornales en el Resto de la Cadena | 500,398,841.75 | 381,503,201.09 | 6,368,726.96 |
| c.3.-Beneficios no logrados | 1,139,371,731.58 | 868,655,013.90 | |
| D.-Total pérdidas D=B+C | 5,728,317,004.19 | 4,366,747,133.45 | |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios) | | 1,361,569,870.74 | |
| II.-Costos | | | |
| F.-Gobierno | | 11,825,437.15 | 56,460,374.83 |
| G.-Procitrus | | 6,470,298.88 | 5,136,427.80 |
| H.-Gobierno+ Procitrus H=F+G | | 18,295,736.03 | 61,596,802.63 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | 298,823,329.53 | 298,823,329.53 |
| J.-Total costos J=H+I | | 317,119,065.55 | 360,420,132.15 |
| K.-Costos Netos J=H+I | | 317,119,065.55 | 360,420,132.15 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | 1,044,450,805.19 | 1,001,149,738.59 |
| M.-Ratio B/C Procitrus | | | 265.1 |
| N.-Ratio B/C Productores | | | 4.6 |
| Ñ.-Ratio B/C (incluye gobierno, Procitrus y productores) | | 4.3 | 3.8 |
| O.-Ratio B/C (sólo gobierno) | | 115.1 | 24.1 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + Procitrus | | | 22.1 |

Tabla 68: Análisis beneficio costo (ABC) de la cadena productiva de la mandarina en la Costa Central, en escenario de adopción total al 100 por ciento de parte de los productores y con costos altos de control del HLB

| I.-Beneficios | Escenario Epidemiológico (soles) | Escenario total 100 por ciento. Existe HLB y PF (soles) | Jornales Perdidos (soles) |
|--|----------------------------------|---|---------------------------|
| A.-Valor de Producción (ingresos) | 4,473,547,965.96 | 7,188,294,001.54 | |
| B.-Pérdida de producción | 3,084,483,744.91 | 369,737,709.33 | |
| C.-Reducción del empleo | 2,643,833,259.28 | 319,075,743.39 | 28,434,797.24 |
| c.1.-Jornales por Producción | 1,004,062,685.95 | 121,177,100.26 | 2,423,542.01 |
| c.2.-Jornales en el Resto de la Cadena | 500,398,841.75 | 60,391,528.80 | 1,008,162.33 |
| c.3.-Beneficios no logrados | 1,139,371,731.58 | 137,507,114.33 | |
| D.-Total pérdidas D=B+C | 5,728,317,004.19 | 688,813,452.72 | |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios) | | 5,039,503,551.47 | |
| II.-Costos | | | |
| F.-Gobierno | | 14,781,796.43 | 70,575,468.54 |
| G.-Procitrus | | 6,470,298.88 | 5,136,427.80 |
| H.-Gobierno+ Procitrus H=F+G | | 21,252,095.31 | 75,711,896.33 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | 177,239,346.10 | 177,239,346.10 |
| J.-Total costos J=H+I | | 198,491,441.42 | 252,951,242.44 |
| K.-Costos Netos J=H+I | | 198,491,441.42 | 252,951,242.44 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | 4,841,012,110.05 | 4,786,552,309.03 |
| M.-Ratio B/C Procitrus | | | 981.13 |
| N.-Ratio B/C Productores | | | 28.43 |
| Ñ.-Ratio B/C (incluye gobierno, Procitrus y productores) | | 25.39 | 19.92 |
| O.-Ratio B/C (sólo gobierno) | | 340.93 | 71.41 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + Procitrus | | | 66.56 |

Tabla 69: Análisis beneficio costo (ABC) de la cadena productiva del limón en la macrorregión Costa Norte, en escenario de adopción parcial al 25 por ciento de adopción por parte de los productores y con costos altos de control del HLB

| I.-Beneficios | Escenario Epidemiológico (soles) | Escenario parcial 25 por ciento (se mitiga) (soles) | Jornales Perdidos (soles) |
|--|---|--|----------------------------------|
| A.-Valor de Producción (ingresos) | 2,270,399,540.01 | 2,571,295,941.56 | |
| B.-Pérdida de producción | 1,481,402,963.28 | 1,180,506,561.72 | |
| C.-Reducción del empleo | 842,364,831.13 | 670,716,729.54 | 131,653.06 |
| c.1.-Jornales por Producción | 390,431,087.07 | 310,873,213.31 | 6,217,464.27 |
| c.2.-Jornales en el Resto de la Cadena | 149,447,259.35 | 118,994,494.22 | 2,167,563.48 |
| c.3.-Beneficios no logrados | 302,486,484.71 | 240,849,022.01 | |
| D.-Total pérdidas | D=B+C 2,323,767,794.41 | 1,851,223,291.27 | |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios) | | 472,544,503.14 | |
| II.-Costos | | | |
| F.-Gobierno | | 18,613,741.23 | 56,460,374.83 |
| G.-PROCITRUS | | 2,911,840.19 | 4,159,771.70 |
| H.-GOB + PROCITRUS | H=F+G | 21,525,581.42 | 60,620,146.53 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | 27,273,695.55 | 27,273,695.55 |
| J.-Total costos | J=H+I | 48,799,276.97 | 87,893,842.08 |
| K.-Costos Netos | J=H+I | 48,799,276.97 | 87,893,842.08 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | 423,745,226.17 | 384,650,661.06 |
| M.-Ratio B/C PROCITRUS | | | 113.6 |
| N.-Ratio B/C Productores | | | 17.3 |
| Ñ.-Ratio B/C (incluye gobierno, Procitrus y productores) | | 9.7 | 5.4 |
| O.-Ratio B/C (sólo gobierno) | | 25.4 | 8.4 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + PROCITRUS | | | 7.8 |

Tabla 70: Análisis beneficio costo (ABC) de la cadena productiva del limón en la Costa Norte, en escenario de adopción total al 100 por ciento de parte de los productores y con costos altos de control del HLB

| I.-Beneficios | Escenario Epidemiológico (soles) | Escenario total 100 por ciento Existe HLB y PF (soles) | Jornales Perdidos (soles) |
|--|----------------------------------|--|---------------------------|
| A.-Valor de Producción (ingresos) | 2,270,399,540.0 | 3,519,027,301.7 | |
| B.-Pérdida de producción | 1,481,402,963.3 | 232,775,201.6 | |
| C.-Reducción del empleo | 842,364,831.1 | 133,646,234.4 | 10,530,902.5 |
| c.1.-Jornales por Producción | 390,431,087.1 | 61,944,234.4 | 1,238,884.7 |
| c.2.-Jornales en el Resto de la Cadena | 149,447,259.4 | 23,710,704.3 | 431,906.2 |
| c.3.-Beneficios no logrados | 302,486,484.7 | 47,991,295.6 | |
| D.-Total pérdidas D=B+C | 2,323,767,794.4 | 366,421,435.9 | |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios) | | 1,957,346,358.5 | |
| II.-Costos | | | |
| F.-Gobierno | | 18,613,741.2 | 56,460,385.9 |
| G.-Procitrus | | 2,911,840.2 | 4,159,771.7 |
| H.-Gobierno + Procitrus | | 21,525,581.4 | 60,620,157.6 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | 36,934,917.7 | 36,934,917.7 |
| J.-Total costos | | 58,460,499.1 | 97,555,075.2 |
| K.-Costos Netos | | 58,460,499.1 | 97,555,075.2 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | 1,898,885,859.4 | 1,859,791,283.2 |
| M.-Ratio B/C Procitrus | | | 470.54 |
| N.-Ratio B/C Productores | | | 52.99 |
| Ñ.-Ratio B/C (incluye gobierno, Procitrus y productores) | | 33.48 | 20.06 |
| O.-Ratio B/C (sólo gobierno) | | 105.16 | 34.67 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + Procitrus | | | 32.29 |

En las Tablas 71, 72 y 73, se presenta el resumen consolidado de ratios de B/C alcanzados en los distintos escenarios porcentuales de adopción del PF en la cadena productiva directa de la naranja, mandarina y limón. Podemos observar en las tablas, un aumento de los ratios, debido a un mayor porcentaje de adopción de los productores al PF. En los escenarios de menor adopción, para los tres cítricos, los ratios son positivos. Por ejemplo, cuando un productor (de naranjas) adopta el 100 por ciento el PF, el ratio es de 50.4, esto quiere decir que por cada sol adicional que invierta para prevenir y manejar el HLB evitarían la pérdida de 49.4 soles (Tabla 71).

Tabla 71: Relación de ABC en los distintos escenarios de adopción del PF en la cadena productiva directa de la naranja

| Adopción parcial | 25 por ciento | 30 por ciento | 40 por ciento | 50 por ciento | 75 por ciento | Adopción total 100 por ciento |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------------|
| Ratio B/C Procitrus | 116.0 | 136.6 | 182.8 | 218.9 | 321.9 | 440.6 |
| Ratio B/C Productores | 7.3 | 7.6 | 8.7 | 9.6 | 15.0 | 50.4 |
| Ratio B/C (incluye gobierno, Procitrus y productores) | 4.2 | 4.5 | 5.5 | 6.2 | 9.2 | 18.8 |
| Ratio B/C (sólo gobierno) | 10.6 | 12.3 | 16.3 | 19.0 | 25.5 | 32.1 |
| Ratio B/C Gobierno + Procitrus | 9.7 | 11.3 | 15.0 | 17.5 | 23.6 | 29.9 |

Así mismo, para el caso de la mandarina, cuando participan los tres agentes económicos, el ratio de 19.9, incluye al gobierno, Procitrus y productores y adoptan el 100 por ciento del PF, significa que por cada sol adicional que inviertan evitarían una pérdida de 18.9 soles en toda la cadena (Tabla 72).

Tabla 72: Relación de ABC en los distintos escenarios de adopción del PF en la cadena productiva directa de la mandarina

| Adopciones parciales | 25 por ciento | 30 por ciento | 40 por ciento | 50 por ciento | 75 por ciento | Adopción total 100 % |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|
| Ratio B/C Procitrus | 265.1 | 318.1 | 424.1 | 530.2 | 795.2 | 981.1 |
| Ratio B/C Productores | 4.6 | 4.9 | 5.6 | 6.6 | 12.1 | 28.4 |
| Ratio B/C (incluye gobierno, Procitrus y productores) | 3.8 | 4.1 | 4.8 | 5.7 | 10.0 | 19.9 |
| Ratio B/C (sólo gobierno) | 24.1 | 28.7 | 37.8 | 45.9 | 62.9 | 71.4 |
| Ratio B/C Gobierno + Procitrus | 22.1 | 26.3 | 34.7 | 42.3 | 58.3 | 66.6 |

Para el ejemplo del limón, si intervine solo el gobierno con el PF, al 100 por ciento, el ratio es 34.7, significa que por cada sol adicional que invierta el gobierno, evitarían la pérdida de 33.7 soles en toda la cadena productiva directa (Tabla 73).

Tabla 73. Relación de ABC en los distintos escenarios de adopción del PF en la cadena productiva directa del limón

| Adopciones parciales | 25 por ciento | 30 por ciento | 40 por ciento | 50 por ciento | 75 por ciento | Adopción total 100 % |
|--|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------------|
| Ratio B/C Procitrus | 113.6 | 136.4 | 181.8 | 227.2 | 340.8 | 470.5 |
| Ratio B/C Productores | 17.3 | 18.9 | 22.1 | 25.9 | 41.5 | 53.0 |
| Ratio B/C (incluye gobierno, Procitrus y productores) | 5.4 | 6.3 | 8.0 | 9.7 | 15.0 | 20.1 |
| Ratio B/C (sólo gobierno) | 8.4 | 10.0 | 13.4 | 16.7 | 25.1 | 34.7 |
| Ratio B/C (Gobierno + Procitrus) | 7.8 | 9.4 | 12.5 | 15.6 | 23.4 | 32.3 |

Tabla 74: Resumen de las pérdidas de la producción en toneladas, porcentual y valor actual de los cítricos en las tres macrorregiones

| Años | Producción tendencial sin HLB (toneladas) | Producción con HLB y sin PF (toneladas) | Producción con adopción parcial al 25 por ciento | Producción con adopción parcial al 30 por ciento | Producción con adopción parcial al 40 por ciento | Producción con adopción parcial al 50 por ciento | Producción con adopción parcial al 75 por ciento | Producción con adopción parcial al 100 por ciento |
|-----------------------------------|---|---|--|--|--|--|--|---|
| Naranjas | | | | | | | | |
| Producción al 2045 (t) | 688,270 | 116,936 | 273,096 | 304,287 | 366,668 | 429,049 | 585,001 | 661,505 |
| Perdidas | | | | | | | | |
| Producción (t) | | 571,334 | 415,174 | 383,983 | 321,602 | 259,221 | 103,269 | 26,765 |
| Producción (%) | | 83.0 | 60.0 | 56.0 | 47.0 | 38.0 | 15.0 | 3.9 |
| Mandarina | | | | | | | | |
| Producción al 2045 (t) | 761,361 | 128,404 | 315,138 | 352,485 | 427,178 | 501,872 | 688,605 | 733,161 |
| Perdidas | | | | | | | | |
| Producción (t) | | 632,957 | 446,223 | 408,876 | 334,183 | 259,489 | 72,756 | 28,200 |
| Producción (%) | | 83.1 | 58.6 | 53.7 | 43.9 | 34.1 | 9.6 | 3.7 |
| Limón | | | | | | | | |
| Producción al 2045 (t) | 268,806 | 45,440 | 104,298 | 116,070 | 139,613 | 163,156 | 222,014 | 258,657 |
| Perdidas | | | | | | | | |
| Producción (t) | | 223,366 | 164,508 | 152,736 | 129,193 | 105,650 | 46,792 | 10,149 |
| Producción (%) | | 83.1 | 61.2 | 56.8 | 48.1 | 39.3 | 17.4 | 3.8 |
| Promedio en los tres Cítricos (%) | | 83.1 | 60.0 | 56.0 | 46.0 | 37.0 | 14.0 | 3.8 |

Tabla 75: Resumen de las pérdidas económicas y porcentuales de la naranja, mandarina y limón 2025 a 2025 (soles)

| | Tendencial | Epidemiológico | 25 por ciento | 30 por ciento | 40 por ciento | 50 por ciento | 75 por ciento | 100 por ciento |
|----------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Naranja | | | | | | | | |
| Perdidas (S/) | 1,286,988,059 | 1,149,373,794 | 878,548,076 | 830,181,200 | 733,448,197 | 636,714,944 | 394,881,811 | 121,035,153 |
| Porcentaje | | 89.31 | 68.26 | 64.51 | 56.99 | 49.47 | 30.68 | 9.40 |
| Mandarina | | | | | | | | |
| Perdidas (S/) | 4,810,556,989 | 3,084,483,745 | 2,351,093,284 | 2,204,415,192 | 1,911,059,008 | 1,617,702,823 | 884,312,363 | 369,737,709 |
| Porcentaje | | 64.12 | 48.87 | 45.82 | 39.73 | 33.63 | 18.38 | 7.69 |
| Limón | | | | | | | | |
| Perdidas (S/) | 2,571,147,036 | 1,481,402,963 | 1,180,506,562 | 1,120,327,281 | 999,968,721 | 879,610,160 | 578,713,759 | 232,775,202 |
| Porcentaje | | 57.62 | 45.91 | 43.57 | 38.89 | 34.21 | 22.51 | 9.05 |
| Promedio en pérdidas | | 70.35 | 54.35 | 51.30 | 45.20 | 39.10 | 23.86 | 8.71 |

Tabla 76: Resumen de las pérdidas de jornales y en el resto de la cadena de la naranja, mandarina y limón

| | Con HLB y con adopción del PF | Jornales (producción) | Resto de la Cadena | Pérdida de Jornales en toda la Cadena | | Pérdida de Jornales en toda la Cadena | | Resto de la Cadena | Pérdida de Jornales en toda la Cadena | |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------------------|------------|---------------------------------------|------------|--------------------|---------------------------------------|------------|
| | | | | Naranjas | Mandarinas | Naranjas | Mandarinas | | | |
| Epidemiológico | | 11,575,379 | 4,271,315 | 15,846,694 | 20,081,254 | 8,353,544 | 28,434,797 | 7,808,622 | 2,722,281 | 10,530,902 |
| Adopción parcial 25 % | | 8,864,154 | 3,270,873 | 12,135,027 | 15,309,913 | 6,368,727 | 21,678,640 | 6,217,464 | 2,167,563 | 8,385,028 |
| Adopción parcial 30 % | | 8,385,194 | 3,094,136 | 11,479,330 | 14,355,644 | 5,971,764 | 20,327,408 | 5,899,233 | 2,056,620 | 7,955,853 |
| Adopción parcial 40 % | | 7,427,272 | 2,740,664 | 10,167,936 | 12,447,108 | 5,177,837 | 17,624,945 | 5,262,770 | 1,834,733 | 7,097,503 |
| Adopción parcial 50 % | | 6,469,351 | 2,387,191 | 8,856,542 | 10,538,572 | 4,383,910 | 14,922,482 | 4,626,307 | 1,612,846 | 6,239,153 |
| Adopción parcial 75 % | | 4,074,548 | 1,503,508 | 5,578,056 | 5,767,231 | 2,399,094 | 8,166,324 | 3,035,149 | 1,058,129 | 4,093,278 |
| Adopción total 100 % | | 1,274,173 | 470,170 | 1,744,342 | 2,423,542 | 1,008,162 | 3,431,704 | 1,238,885 | 431,906 | 1,670,791 |

4.8. SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS

El perfil de los productores de naranja, mandarina y limón ubicados en la Selva Central, Costa Central y Costa Norte del Perú, este en su mayoría cumple el rol de padre de familia y jefe del hogar, en un promedio del 74 por ciento, cuenta como mínimo con estudios de secundaria completa, en promedio 56.3 por ciento; perciben entre S/ 930 y S/ 1500, los productores de naranjas un 47 por ciento, los de mandarinas un 23 por ciento y los de limón 56 por ciento por la actividad que realiza. Ejerce su actividad agrícola en una chacra de su propiedad, el 83 por ciento, de donde obtienen su principal fuente de ingreso. Respecto a la extensión de las unidades agropecuarias revisadas, en su mayoría son pequeños agricultores (menos de 10 ha), los productores de naranjas 5.6 ha en Chanchamayo y 4.4 ha en Satipo, en el caso de los productores de mandarinas, en Huaral 5.3 ha mientras que en Cañete 13 ha, finalmente los productores de limón, en promedio 4 ha. Hay predominancia de árboles jóvenes y adultos (entre 3 y 10 años, en adelante). El grueso de la producción se destina al acopiador regional y al autoconsumo, mientras que el punto de adquisición de los cultivos es en su mayoría los viveros informales. Los productores en general no se encuentran organizados, la mayoría son pequeños productores. Con respecto a la mandarina, la mayor proporción producida va al mercado local, seguido de los mercados mayoristas y posteriormente de las empresas exportadoras del cítrico. En cuanto a la modalidad de pago, gran parte de los productores opta por el pago al contado. Entre los principales riesgos identificados ante el potencial ingreso del HLB, se comprueba que no realizan control de plagas, además el alto movimiento de mercancías que existe en las unidades agropecuarias, la informalidad de la fuente de adquisición de plántones, y la corta distancia que existe en un gran grupo de unidades agropecuarias con las vías principales de ingreso y salida a los centros poblados o ciudades por donde transitan las mercancías.

La aplicación de un Programa Fitosanitario para el control del HLB resulta positivo según el ABC de acuerdo a lo estimado por pérdidas evitadas. Conforme se adopta el PF las pérdidas en la producción en toda la cadena productiva directa en los tres cítricos, se van reduciendo, desde un 83.1 por ciento a un 3.8 por ciento (Tabla 74).

Mientras más se adopta el PF, las pérdidas económicas, en promedio, se van reduciendo desde un 70.4 por ciento a un 8.7 por ciento. En el caso de la naranja las pérdidas económicas, se van reduciendo, conforme se va adoptando el PF, desde S/ 1,149,373,794 (con HLB sin

PF) a S/ 121,035,153 (con HLB y con PF), porcentualmente, desde un 89.31 por ciento a un 9.40 por ciento, respectivamente (Tabla 75).

Respecto a las pérdidas de jornales en toda la cadena productiva, en la tabla 76 se muestra, para los tres cítricos, los efectos de la enfermedad. La mandarina es el que más jornales pierde, en todo el periodo de análisis, cuando no adopta el PF, en un total de 28,434,797 de jornales, los productores de naranjas pierden 15,846,694 jornales y 10,530,902 jornales los productores de limones. Cuando los productores adoptan el PF en un 100 por ciento, la pérdida de jornales se reduce, los productores de mandarinas pierden 3,431,704 jornales, los productores de naranjas 1,744,342 y finalmente los productores de limones pierden 1,670,791 jornales (Tabla 76).

4.9. DISCUSIÓN

Neupane *et al.* (2016) indican la poca efectividad de las medidas de contención del HLB en los cultivos cítricos de Florida (Estados Unidos), concluyendo que la enfermedad afecta la producción y el rendimiento de los huertos con alto impacto negativo, proyectándose así la pérdida parcial y casi total de la producción de cítricos en diversos condados del Estado de Florida, casi con 90 por ciento - 100 por ciento de probabilidades. Sin embargo, en la presente investigación se comprueba que el impacto en la producción por el HLB en los cítricos puede ocasionar pérdidas, desde el 83.1 por ciento (sin PF) al 3.8 por ciento (con PF al 100 por ciento), por la participación de SENASA con un PF que permitirá neutralizar la enfermedad desde los primeros años de la enfermedad.

Li *et al.* (2020) resaltan también la situación del Estado de Florida ubicado en la costa Este de los Estados Unidos como factor de agravamiento para el contagio del HLB en sus cultivos cítricos. Refleja que, por tratarse del mayor productor de cítricos del país norteamericano, la ciudad costera se encontraba más propensa a la enfermedad por su alto nivel de comercio terrestre y marino, y por ser una vía de ingreso directo al país. Esta situación se acerca mucho a la identificada en la Selva Central (Junín y Pasco- Oxapampa), Costa Central (Lima e Ica) y Costa Norte del Perú (Piura, Lambayeque y Tumbes), por la intensa actividad comercial, por la afluencia de personas y transportes de mercancías.

Gómez-Correa *et al.* (2021) exponen que en el caso colombiano la mayor parte de pérdidas registradas por los productores a causa del HLB en el periodo 2016 – 2020 en Ponedera, municipio del departamento del Atlántico, fue causada por la falta de control al *psílido asiático*, seguido de problemas en la fertilización o en los mecanismos de riego utilizados en sus cultivos. Esto se aleja del análisis cualitativo realizado con productores de naranjas, mandarinas y limones, en las tres macrorregiones en estudio, donde el factor de riesgo principal recayó en la procedencia de los plántones al ser comprados en viveros informales, y en el nivel de tránsito de mercancías que se lleva a cabo en los cultivos. Información que deberá ser contrastada, si se confirmara la llegada de la enfermedad al Perú.

García-Cruz (2021) analiza como principal riesgo de impacto para el caso ecuatoriano el ingreso de importaciones con mercancía que propague la enfermedad, seguido del poco control fronterizo en cuestiones de salubridad y saneamiento. Esto se asemeja con el análisis del limón en la Costa Norte por la actividad comercial debido a su ubicación fronteriza y al alto tránsito de personas, con la mandarina en la Costa Central dado el alto volumen de importación de fertilizantes realizadas y de volúmenes de mandarina exportadas a mercados internacionales, por el puerto del Callao, además debido al bajo control fronterizo, se corre el riesgo para la diseminación de la enfermedad y un fácil ingreso a los puertos costeros y fronteras terrestres, y con la naranja sucede lo mismo, por el alto tránsito de personas, en la Selva Central. Se presume una buena disposición de los productores de cítricos, aceptar la aplicación de un PF, como parte de la política pública del gobierno, en caso se confirme el ingreso de la enfermedad del HLB y están dispuestos a aceptarlo antes que sea demasiado tarde y evitar la eliminación de sus plántones. Este resultado concuerda con lo indicado por el autor.

Finalmente, con los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede visualizar que con el aumento en el porcentaje de adopción del PF por parte de los productores, el ABC refleja también un aumento en sus ratios B/C con lo que se puede concluir la necesidad de incentivar la participación de la mayor parte de actores pertenecientes a la cadena productiva directa de naranjas, mandarinas y limones. En las Tablas 71, 72 y 73 se puede observar que, si los tres agentes económicos aceptan participar parcialmente, en un 25 por ciento, en el PF, los ratios serán 4.2, 3.8 y 5.4, este resultado significa que por cada sol invertido por los tres agentes económicos, se evitara la pérdida de 3.2, 2.8 y 4.4 soles respectivamente. En el caso de que los agentes, adopten participar en el PF en un 100 por ciento, los ratios serán 18.8,

19.9 y 20.1 y muestran que por cada sol invertido se evitará la pérdida de 17.8, 18.9 y 19.1 soles superándose así la tasa de descuento social mínima fijada por el gobierno (8 por ciento). Con lo cual se evidencia la relación directa entre el porcentaje de adopción y el nivel de B/C alcanzado en torno a las pérdidas evitadas.

A diferencia del caso brasilero presentado por Miranda Galvão *et al.* (2012), en donde al internalizar los costos adicionales de los productores a la estimación de los ratios B/C el resultado disminuye al punto de la no factibilidad (menor al 8 por ciento); para el Análisis Beneficio Costos (ABC) del caso peruano, específicamente para los tres cítricos, en todos los casos de adopción parcial del PF por parte de los productores se aprecia la factibilidad del PF para la aplicación de la política pública y que permitirá la elaboración de un proyecto de inversión pública (PIP) que contenga el avance de la enfermedad tras su potencial ingreso al Perú, en el 2026.

V. CONCLUSIONES

- En el estudio se evidencia que la enfermedad Huanglongbing (greening o dragón amarillo) puede dañar seriamente el potencial productivo de los cítricos, en especial la naranja (Selva Central), la mandarina (Costa Central) y del limón (en la Costa Norte), reduciendo las pérdidas de los productores, conforme van adoptando el PF; la producción de limón está influenciada tanto por factores agronómicos como económicos, además, se ha constatado que la mayoría de los productores son pequeños y carecen de organización. Muchos de ellos no realizan controles periódicos de plagas, no participan en asociaciones de productores de cítricos y la mayoría de ellos adquieren plántones de viveros informales. También se ha identificado que están expuestos a una intensa actividad comercial debido a su ubicación fronteriza (en el caso de los productores de limón) y al alto tránsito de personas (en la Costa y Selva Central) características que son fuente de alto riesgo frente a la enfermedad del HLB, que, si llegará, deteriorará el nivel de vida de las familias productores de cítricos.
- Se debe implementar un Programa de control para atenuar el impacto de la enfermedad en la producción, para el caso de la naranja, de no adoptar el PF, se reduce la producción en un 83 por ciento, es decir en 571,334 t y adoptando el PF, la producción cae en 3.9 por ciento (26,765 t); en el caso de las mandarinas, de no adoptar el PF, la producción cae en 632,957 t. que representa el 83.1 por ciento y en el caso de adoptar el programa, la producción se reduce en 3.7 por ciento (28,200 t); para el limón, la producción se reduce en 223,366 t. y adoptando el PF al 100 por ciento, la producción cae en 10,149 t. Las pérdidas económicas, ocasionadas por la enfermedad del HLB y sin adoptar el PF, ascienden a S/ 1,149,373,794, S/ 3,084,483,745 y S/ 1,481,402,963, para las naranjas, mandarinas y limones, que representan una caída del 89.31, 64.12 y 57.35 por ciento respectivamente; en la adopción total, al 100 por ciento, al PF las pérdidas para la naranja, mandarina y limón, serán de S/ 121,035,153, S/ 369,737,709 y S/ 232,775,202, que representan una caída de 9.4, 7.69 y 9.05 por ciento

respectivamente. Estos resultados resaltan la importancia crucial de la implementación del PF para mitigar las posibles pérdidas en la producción de cítricos hasta el año 2045 y mantener la sostenibilidad del sector.

- El Análisis beneficio costo (ABC) de los escenarios planteados ante el posible ingreso del HLB en las tres macrorregiones de estudio, Selva Central (Junín y Pasco-Oxapampa), Costa Central (Lima e Ica) y Costa Norte del Perú (Piura, Lambayeque y Piura), se utilizó el criterio de beneficios logrados como pérdidas económicas evitadas en la cadena productiva de los tres cítricos, debido a la existencia del PF, evidenciando así los diversos impactos de implementar una política pública. Sobre la base de las simulaciones efectuadas en cada escenario planteado, se confirma el impacto negativo ante el ingreso del HLB al Perú, y la reducción del impacto económico mediante la aplicación de un PF. El estudio demuestra que la implementación de un PF mitigaría las pérdidas económicas de la cadena productiva directa de la naranja, mandarina y limón, y de no implementarse este plan, originaría consecuencias negativas en el sector agrario, por la reducción de rendimientos en árboles de la naranja, mandarina y limón; a nivel económico, por las pérdidas de producción y jornales de trabajo; y a nivel social, los perjudicados serán los pequeños productores, como parte de la cadena productiva y que no podrían hacer frente a los costos de producción con cultivos infectados por el HLB, por lo que los afectaría y probablemente migrarían a otro cultivo o caso contrario optarían por la producción para autoconsumo.

En consecuencia, se concluye que, ante la posible introducción del HLB en el Perú, las pérdidas económicas en la cadena productiva directa de los cítricos hasta el 2045 superarían los costos de implementación de un PF, lo que respalda la necesidad de poner en marcha esta política pública.

VI. RECOMENDACIONES

- La primera recomendación es que el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI), SENASA y la Direcciones Regionales de Agricultura (DRA), implementen una campaña de difusión entre los productores de cítricos para incentivar la adopción de la estrategia de vigilancia, control y manejo de la enfermedad en las zonas productoras, así como incluir medidas de control en fronteras comerciales para evitar la introducción de la *Diaphorina citri* y por lo tanto de la enfermedad. Para el efecto debe promoverse la asociatividad con políticas de incentivos para los productores que pertenezcan a asociaciones, esto permitirá al Gobierno reducir sus costos en la implementación de las políticas públicas aplicadas al control y erradicación del HLB.
- Es necesario capacitar a los pequeños productores de cítricos, en Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) que incluyan el manejo adecuado de plagas y enfermedades y puedan monitorear y controlar sus cultivos. Asimismo, la generación de protocolos de alerta temprana en los productores en caso que se detecte el ingreso del vector *Diaphorina citri* o que se evidencie la enfermedad del HLB, ello permitirá evitar que la enfermedad se difunda en una región, para ello tanto la concientización de los productores como elaboración de cartillas de apoyo y de contactos podrían ser útiles, a fin que en un lenguaje claro y sencillo puedan, los productores, saber qué hacer, en caso se presente el vector o el árbol frutal muestre signos de la enfermedad.
- Paralelamente se debe fomentar la asociatividad de los pequeños productores de cítricos, la concientización, capacitación y cumplimiento de protocolos, también es necesario que los productores registren la edad de los plántones, desde donde los adquieren (auto provisión o tipos de viveros), se anote los ingresos y costos de producción a fin de identificar variaciones debido al impacto del HLB, con la finalidad de hacer control y monitoreo de costos y de la rentabilidad del agronegocio.

- La implementación de estas recomendaciones contribuirá a proteger la sostenibilidad y rentabilidad del sector productor de cítricos, así como a salvaguardar la seguridad alimentaria y la economía de las regiones productoras de cítricos.

Por último, es necesario continuar con estudios prospectivos semejantes en los otros cítricos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEX DATA TRADE. 2022. Estadísticas arancelarias.

<https://www.adexdatatrade.com/Login.aspx?ReturnUrl=%2fMembers%2fProductos.aspx>

AGRARIA.PE.16.12.2022. Observado en <https://agraria.pe/noticias/exportaciones-peruanas-de-limon-tahiti-alcanzaron-los-10-689-30262>

AGENCIA AGRARIA DE NOTICIAS. 23.04.2021. Agencia Agraria de noticias. Obtenido de Producción nacional de cítricos creció 83% entre el 2009 y 2020: <https://agraria.pe/noticias/produccion-nacional-de-citricos-crecio-83-entre-el-2009-y-20-24203>

Avalos, V. O. y González, S. R. F. 2013. El impacto social, y económico en el comercio del HLB en la cadena de limón mexicano en Colima. In: Memorias del IX Simposio Internacional Citrícola. 1er Simposio internacional sobre HLB en cítricos ácidos. Velázquez-Monreal, J. J.; Manzanilla-Ramírez, M. A.; Robles-González, M. M. y Orozco-Santos, M. (Eds.). COEPLIM-INIFAP. Tecomán, Colima, México. 1-30 pp.

Ayres, R. U., & Kneese, A. V. 1969. Production, Consumption, and Externalities. The American Economic Review, 59(3), 282–297. <http://www.jstor.org/stable/1808958>

Bassanezi, R., Lopes, S., Belasque, J., Spósito, M., Yamamoto, P., De Miranda, M., y otros. (2010). Epidemiologia do Huanglongbing e suas implicações para o manejo da doença. Citrus Research and Technology 31, 11-23.

Bassanezi, R., & Bassanezi, R. 2008. An approach to model the impact of Huanglongbing on citrus yield. Proceedings of the International Research Conference on Huanglongbing, 301-304.

BCRP. (s.f.). Caracterización del Departamento de Junín. Recuperado el 5 de mayo de 2021, de <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Sucursales/Huancayo/junin-caracterizacion.pdf>

- Blake C. 2008. California citrus industry braces for impact of Asian citrus psyllid. Western Farm Press. Disponible en: <http://westernfarmpress.com/orchard-crops/california-citrus-industry-bracesimpact-asian-citrus-psyllid>.
- Blanco, A., & Díaz, D. 2005. El bienestar social: su concepto y medición. *Psicothema*, 17(4).
Obtenido de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=72717407>. ISSN: 0214-9915
- Bové, J. M. 2006. Huanglongbing: A destructive, newly-emerging, century-old disease of citrus. *Journal of plant pathology*, pag.7-37.
- Buck, D., Getz, C., & Guthman, J. 1997. From farm to table: The organic vegetable commodity chain of Northern California. *Sociologia ruralis*, 37(1), 3-20. DOI: <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00033>
- Casas, F. 1996. Bienestar social. Una introducción psicosociológica. Barcelona: PPU. URL: <http://hdl.handle.net/11447/5756>
- Castro, M. E. A.; Bezerra, A. R.; Leite, W. A.; Nogueira, N. D. 2010. Situação e ações do estado de Minas Gerais frente ao Huanglongbing. *Citrus Research & Technology, Cordeirópolis*, v. 31, n. 2, p. 163-168.
- Cely B., Alexandra V. 1999 Metodología de los escenarios para estudios prospectivos. *Ingeniería e Investigación*; núm. 44 (1999); 26-35 *Ingeniería e Investigación*; núm. 44 (1999); 26-35 2248-8723 0120-5609.
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/34092>. DOI: <https://doi.org/10.15446/ing.investig>
- CENAGRO. 2012. Censo Nacional Agropecuario.
- CESAVECOL (Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Colima). 2011. Campaña contra el Huanglongbing de los cítricos (HLB). Acciones y resultados. Reportes mensuales del periodo abril de 2010 al 28 mayo 2011. Cuervo, L. M. (2012). *Prospectiva económica: Una primera aproximación al estado del arte*. CEPAL.
- Coletta-Filho, H. D., Targon, M. L. P. N., Takita, M. A., De Negri, J. D., Pompeu, J., Jr, Machado, M. A., Amaral, A. M. & Muller, G. W. 2004. First report of the causal agent of huanglongbing ('*Candidatus Liberibacter asiaticus*') in Brazil. *Plant Dis* 88, 1382.
- COMUNIDAD ANDINA. 2016. Gaceta Oficial del Acuerdo de Cartagena, el 19.05.2016, se publica la Resolución N° 1850, se adopta el "Plan Andino de Prevención y

Contingencia para la Enfermedad de los Cítricos Huanglongbing”, la Decisión 515 “Sistema Andino de Sanidad Agropecuaria” y la Decisión 779 “Declaración de Alerta Fitosanitaria Subregional por la enfermedad de los cítricos Huanglongbing (HLB)”

Costa Lima, A. M. 1942. Insetos do Brasil. 3. ed. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 101 p.

Delacámara, G. 2008. Análisis económico de externalidades ambientales. Guía para decisores. URL: <https://hdl.handle.net/11362/3624>

Durborow S.L y López J.A. (2013). An Analysis of the Potential Economic Impact of *Huanglongbing* on the California Citrus Industry. Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association.

De Chaves, M.Q.-G., Morán, F., Barbé, S., Bertolini, E., de la Rosa, F.S., Marco-Noales, E. 2023. A new and accurate qPCR protocol to detect plant pathogenic bacteria of the genus ‘*Candidatus Liberibacter*’ in plants and insects. Scientific Reports, 13(1), 3338. DOI:10.1038/s41598-023-30345-0

FAO. 2021. Gestión Regional del Huanglongbing (HLB) en América Latina y el Caribe. Obtenido de: <http://www.fao.org/americas/prioridades/hlb/es/>

FAO. 2022. El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2022. Aprovechar la automatización de la agricultura para transformar los sistemas agroalimentarios. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb9479es>.

FAO. 2011. Potencial distribución espacial del vector del HLB de los cítricos *Diaphorina citri* (Hemiptera: Liviidae) en el departamento del Tolima, Colombia. Doi: <http://doi.org/10.17584/rcch.2018v12i3.9521>

FAO. 2011. Proyecto TCP/RLA/3401, "Asistencia técnica para la gestión regional del Huanglongbing (HLB) en Latinoamérica y el Caribe"

Feldman, A. M., & Serrano, R. (2006). Welfare economics and social choice theory (2° edición). Springer Science & Business Media. 10.1007/978-1-4615-8141-3

García Cruz, I. M. 2021. Análisis del riesgo de introducción del huanglongbing de los cítricos-HLB plaga cuarentenaria para el Ecuador (Master's thesis, Ecuador: Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi; UTC.). URL: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/7612>

- Gereffi, Gary. 1994. The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks. En: Gereffi, Gary y Korzeniewicz, Miguel (Eds.). *Commodity Chains and Global Capitalism*. California: Praeger, p. 95–122.
- Gereffi, Gary. 2001. “Las cadenas productivas como marco analítico para la globalización”, *Problemas del Desarrollo, México, IIEc-UNAM*, 32(125):9-37, abril-junio.
- Godet, M. 2001. *Prospectiva Estratégica*. Paris: Laboratoire d'Investigation Prospective et Stratégique.
- Gómez-Correa, J. C., Robledo-Buriticá, J., Parra-Fuentes, M., Brochero-Bustamante, C. E., Guzmán-Sánchez, L. F., & Pérez-Artiles, L. (2021). Caracterización del sistema productivo de cítricos, con énfasis en la enfermedad Huanglongbing, en Ponedera, Atlántico. *Temas Agrarios*, 26(2), 170-181. DOI: <https://doi.org/10.21897/rta.v26i2.2889>
- Guadalupe, K. (2022). Impacto económico en la cadena productiva directa de la naranja por el ingreso del Huanglongbing, prospectiva 2040 – Departamento de Junín (Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina). URL: <https://hdl.handle.net/20.500.12996/5569>
- Halbert, S., Manjunath, K., Ramadugu, C., Brodies, M., & Webb, S. (2010). Trailers Transporting oranges to Processing plants move Asian citrus psyllids. *Florida Entomologist*, 33-38.
- Hayami, Y. y Ruttan, V. 1989. *Desarrollo agrícola: una perspectiva internacional [Material Impreso]* / Yujiro Hayami y Vernon W. Ruttan. (Agricultural Development: An International Perspective). México: FCE.)
- Hodges, A. W., & Spreen, T. H. 2012. Economic Impacts of Citrus Greening (HLB) in Florida, 2006/07–2010/11. University of Florida Intitute of Food and Agricultural Sciences Extension.
- <https://freshfruit.pe/2022/05/22/cae-el-ritmo-de-crecimiento-de-las-exportaciones-de-mandarina/>
- <https://freshfruit.pe/2022/06/19/las-agroexportaciones-de-limon-peruano-no-dejan-de-crecer/>

- IDEXCAM. 16.03.2021. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-exportaciones-citricos-lograron-record-historico-2020-al-sumar-262-millones-837632.aspx>
- IICA. 2012. Capacitaciones en Sanidad Agropecuaria e Inocuidad de los Alimentos en análisis de riesgo de plagas.
- IICA. 2018. Evaluación de potenciales pérdidas económicas en la cadena de cítricos por el ingreso de la enfermedad Huanglongbing (HLB) en el Perú.
- INEI - Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población Departamental, por años calendario y edad simple, 1995-2030, Boletín especial N° 25.
https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1722/
- INEI. 2012. IV Censo nacional agropecuario 2012. Obtenido de <http://censos.inei.gov.pe/cenagro/tabulados/>
- INEI. 2017. Censos Nacionales 2017 – XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. <http://censo2017.inei.gov.pe/>
- INEI. 10.2018. Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017 Junín. Obtenido de <http://censo2017.inei.gov.pe/resultados-definitivos-de-los-censos-nacionales-2017/>
- INEI. 2020. “Estado de la población peruana 2020”. Fondo de la Población de las Naciones Unidas.
- INEI. 2022. Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2022.
- Laffont, J. J. 1989. Externalities. Allocation, Information and Markets (pp. 112-116). Palgrave Macmillan, London. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-349-20215-7_11
- Li, S., Wu, F., Duan, Y., Singerman, A., & Guan, Z. 2020. Citrus greening: Management strategies and their economic impact. HortScience, 55(5), 604-612. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTSCI14696-19>
- Magomere, T. O.; Obukosia, S. D.; Mutitu, E.; Ngichabe, C.; Olubayo, F.; Shibairo, S. 2009. Molecular characterization of ‘Candidatus Liberibacter’ species/strains causing huanglongbing disease of citrus in Kenya. Electronic Journal of Biotechnology 12(2).
- Malpica, P. D. G. 2018. Tributación ambiental como instrumento económico ante la externalidad negativa producida por la contaminación en Perú. Quipukamayoc, 26(50), 109-119. DOI: <https://doi.org/10.15381/quipu.v26i50.14730>

- Mercado, W. 2018. Institutional economy of the quinoa productive chain in Junín, Peru. *Scientia Agropecuaria*, 9(3), 329-342.
- MIDAGRI. 2014. OEEE. Análisis del comportamiento de la demanda interna de mandarina en el Perú.
- MIDAGRI. 2017. Calendario de Siembras y Cosechas. Lima.
- MIDAGRI. 2020. Piura se consolida como primera región exportadora de limón. Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. <https://www.gob.pe/institucion/midagri/noticias/76585-piura-se-consolida-como-primera-region-exportadora-de-limon>
- MIDAGRI. 2021. El agro en cifras Mes: Julio 2021. Boletín estadístico mensual. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2194195/Bolet%C3%ADn%20Mensual%20%22El%20Agro%20en%20Cifras%22%20-%20Julio%202021.pdf>
- MIDAGRI. 2022. Información Estadística Agraria. Gerencias y Direcciones Agrarias. <https://siea.midagri.gob.pe/portal/>
- Miklos, Tomas. 2007. Planeación prospectiva: Una estrategia para el diseño del futuro/ Tomas Miklos. México: Limusa: Centro de estudios prospectivos Fundación Javier Barros Sierra, 2007. 204 p
- Miranda Galvao, S.H., Adami ACO, Bassanezi RB. 2012. Economic impacts of Huanlongbing disease in São Paulo State. Poster prepared for presentation at the International Association of Agricultural Economists (IAAE) Triennial Conference, Foz do Iguaçu, Brazil, August 18-24. Available from: http://iaae.confex.com/data/abstract/iaae/iaae28/Paper_17434_abstract_11032_0.pdf. Last accessed December 19, 2013
- Neupane, D., C. B. Moss, and A. H. C. van Bruggen. “Estimating Citrus Production Loss due to Citrus Huanglongbing in Florida.” 2016. Paper presented at the annual meeting of the Southern Agricultural Economics Association, February 6–9, San Antonio, Texas. doi: 10.22004/ag.econ.230093
- Oliveira Carvalhal, J. M. de, Nascimento Souza, A. do, Miranda Galvão, S. H., Barbosa, C. de J., & Laranjeiras Ferraz, F. 2013. Estimativa dos impactos econômicos decorrentes de eventual introdução do Huanglongbing (HLB) no estado da Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 755-762.

- Ortiz de Zevallos, G., Guerra-García, G. 1998 - Introducción al análisis costo-beneficio de las normas. Lima: Instituto Apoyo: USAID. 112 p. ISBN: 9972-649-16-4
- Outi, Y.; Cortese, P.; Santinoni, L.; Palma, L.; Agostini, J.; Preusler, C.; Gastaminza, G.; Perez, G.; Dominguez, E. 2014. HLB in Argentina: a new disease outbreak. *Journal of Citrus Pathology*, v. 1, p. 82.
- Parkin, M. 2019. *Economics*. 13th Edition, Pearson Education Ltd., Harlow.
- Parra-Cabrera, S., Hernández, B., & López-Arellano, O. 1999. Modelos alternativos para el análisis de la obesidad como problema de salud pública. *Revista de súde Pública*, 314-325.
- Pena-Trapero, B. 2009. La medición del bienestar social: una revisión crítica. *Estudios de Economía aplicada*, 27(2), 299-324. <http://www.revista-eea.net/documentos/27206.pdf>
- Petri, G. y Nicolas J. 2015. Evaluación del potencial impacto económico del HLB (*Huanglongbing*) en la economía Argentina. Buenos Aires: IICA. 52 p
- PROCITRUS. 2019. Observado en https://www.procitrus.org/detalle-mercado-exportacion.php?cod_notas=7
- PROCITRUS. 2002. Situación de la Citricultura Nacional. Lima, Perú. 15 p
- Ramírez M. I., Ruilova R., B. Garzón M., J. 2015. *Innovación Tecnológica en el sector Agropecuario*. Universidad Técnica de Machala. Primera edición 2015. ISBN: 978-9978-316-26-9
- Rhoads, S. E. 1990. *Visión Económica del Mundo*. (pp. 88) México: Trillas
- Robles-González, M. M., Velázquez-Monreal, J. J., Manzanilla-Ramirez, M. Á., Orozco-Santos, M., Medina-Urrutia, V. M., López-Arroyo, J. I., & Flores-Virgen, R. 2013a. Síntomas del Huanglongbing (HLB) en árboles de limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm) Swingle] y su dispersión en el estado de Colima, México. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 19(1), 15-31.
- Robles, G. M. M.; Velázquez, M. J. J.; Manzanilla, R. M. Á.; Orozco, S. M. y Medina, U. V. M. 2013b. Experiencias sobre el Huanglongbing (HLB) en limón mexicano de colima. In: IX simposio internacional cítrico. Memorias del 1er simposio internacional sobre HLB en cítricos ácidos. 1-30 p.

- Robles, G. M. M.; Orozco, S. M.; Manzanilla, R. M. Á. y Velázquez, M. J. J. 2014. El Huanglongbing (HLB). In: el limón mexicano (Citrus aurantifolia), Orozco-Santos, M.; Robles-González, M. M.; Velázquez-Monreal, J. J. y Manzanilla-Ramírez, M. Á. (Eds.). Libro Técnico Núm. 1. SAGARPA, INIFAP, CIRPAC, Campo Experimental Tecomán. Tecomán, Colima, México. 242-283 pp.
- Salcedo B.D.R., Hinojosa G, Mora AG, Covarrubias GI, DePaolis F, Cíntora GC y Mora FS. 2010. Evaluación del Impacto Económico de Huanglongbing (HLB) en la Cadena Citrícola Mexicana. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). México. 141 p.
- SENASA. 11.03.2020. Plataforma digital única del Estado Peruano. Obtenido de Servicio Nacional de Sanidad Agraria del Perú: <https://www.gob.pe/institucion/senasa/noticias/296141-peru-y-ecuador-fortalecen-estrategia-de-prevencion-contra-el-dragon-amarillo-hlb>
- SENASA. 2018. Senasa elimina foco de insecto que transmite HLB en Tumbes. SENASA al día. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/senasa-elimina-foco-de-insecto-que-transmite-hlb-en-tumbes/>
- SENASA. 2021. Productores piuranos exportaron más de 9 mil toneladas de limón en primer semestre del año. SENASA al día. <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/productores-piuranos-exportaron-mas-de-9-mil-toneladas-de-limon-en-primer-semestre-del-ano/>
- SENASA. 28.03.2018). SENASA. Obtenido de: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/senasa-elimina-foco-de-insecto-que-transmite-hlb-en-tumbes/>
- SENASA (11.03.2020). Obtenido de <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/peru-y-ecuador-fortalecen-estrategia-de-prevencion-contra-el-dragon-amarillo-hlb/>
- SENASICA -DGSV. 2008. Manual técnico para la detección del Huanglongbing de los cítricos. Vegetal MAT-DPF-HLB. Mayo/2008.

- SENASICA-SAGARPA (Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria). 2016. Campaña contra Huanglongbing de los cítricos. Dirección General de Sanidad Vegetal. Dirección de Protección Fitosanitaria. Situación fitosanitaria actual SENASICA SAGARPA. <http://www.senasica.gob.mx/?id=4608>.
- SENASICA-INIFAP. 2021. <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/desarrolla-agricultura-tecnologia-para-controlar-el-hlb-enfermedad-que-afecta-a-los-citricos>
- SIEA. 2020. Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias.
- SIEA. 2021a. Perfil productivo y competitivo de los principales cultivos del sector. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYzE2YzA3YWUtZGZiZi00NDFmLTliYWYtOTI1MTU5MWQ2YjQzIiwidCI6IjdmMDg0NjI3LTdmNDAtNDg3OS04OTE3LTk0Yjg2ZmQzNWYzZiJ9>
- SIEA. 2021b. Perfil Productivo y Regional. Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias. https://siea.midagri.gob.pe/portal/siea_bi/index.html
- Spreen, T., & Baldwin, J.-P. 2013. The Impact of Huanglongbing (HLB) on Citrus Tree Planting in Florida. Selected Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association (SAEA) Annual Meeting, Orlando, Florida, 3-5 February.
- SUNAT. 2023. Observado en https://www.sunat.gob.pe/estad-comExt/modelo_web/boletines.html
- Trujillo, A. J. 2010. Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. Dirección General de Sanidad Vegetal. Oficio B00.01, 01,01.03.-02788. Circular No. 056. 16 de abril de 2010.
- Urbaneja, A., Ciancio, A., Droby, S., Hoodle, M., Liu, J., Tena, A. 2023.
- Van Der Heyden, D., Camacho, P., Marlin, C., & González, M. S. 2004. Guía metodológica para el análisis de cadenas productivas. SNV.
- Van Oordt Parodi. 2002. Edic. 2002. La citricultura en el Perú. Lima, Perú. 6 p

- Varian, H. R. 2015. Microeconomía intermedia: Un enfoque actual (8° edición). Antoni Bosch editor.
- Vera M.E., Sagarnaga L.M, Salas J.M., Leos J.A. & Gonzales H. 2016. Tesis doctoral “Análisis de acciones de política pública aplicada contra Huanglongbing (HLB) en limón”. Universidad Autónoma de Chapingo. (Assessment of public policy actions applied to Huanglongbing control on lime). 105 páginas.
- Vo, T.T., Miller, C.E. 1995. Viabilidade Econômica da Erradicação da Mosca-dacarambola *Bactrocera carambolae* da América do Sul. APHIS/USDARelatório. Mimeo Tradução de Regina Sugayama, 42.
- Wang, N. and Trivedi, P. 2013. Citrus Huanglongbing: a newly relevant disease presents unprecedented challenges. *Phytopathology*. 103(7):652-665.
- Yáñez, A.R., Teruel, Martínez. 1997. Economía agraria. EDITUM, 308 páginas.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Resolución No 1850

RESOLUCIÓN N° 1850

Adopción del “Plan Andino de Prevención y Contingencia para la Enfermedad de los Cítricos Huanglongbing”

LA SECRETARÍA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA,

VISTOS: El Artículo 88, literal f), del Acuerdo de Cartagena; y la Decisión 515 “Sistema Andino de Sanidad Agropecuaria”; Decisión 779 “Declaración de Alerta Fitosanitaria Subregional por la enfermedad de los cítricos Huanglongbing (HLB)”; y, CONSIDERANDO:

Que el literal a) del artículo 4 de la Decisión 515 dispone que el Sistema Andino de Sanidad Agropecuaria tiene como objetivo prevenir y controlar las plagas o enfermedades que representan riesgo para la sanidad agropecuaria de la Comunidad Andina.

Que el artículo 12 de la Decisión 515 dispone que “Los Países Miembros, la Comisión y la Secretaría General adoptarán las normas sanitarias y fitosanitarias que estimen necesarias para proteger y mejorar la sanidad animal y vegetal de la Subregión, y contribuir al mejoramiento de la salud y la vida humana, siempre que dichas normas estén basadas en principios técnico-científicos, no constituyan una restricción innecesaria, injustificada o encubierta al comercio intrasubregional, y estén conformes con el ordenamiento jurídico comunitario.”

Que el artículo 24 de la Decisión 514 dispone que “(...) son normas comunitarias en materia sanitaria y fitosanitaria las adoptadas mediante Decisión de la Comisión y las adoptadas mediante Resolución de la Secretaría General de la Comunidad Andina.”

Que la Comisión de la Comunidad Andina, en el año 2013 mediante la Decisión 779, declaró la Alerta Fitosanitaria por la amenaza de entrada del Huanglongbing (HLB) de los cítricos a la subregión; y, por los reportes de su presencia en Suramérica, instruyéndose a la Secretaría General de la Comunidad Andina y al Comité Técnico de Sanidad Agropecuaria (COTASA), que son Instituciones que forman parte del SASA, para desarrollar el plan de contingencia frente al HLB;

Que el Comité Técnico Andino de Sanidad Agropecuaria (COTASA), en su reunión 181, aprobó el “Plan Andino de Prevención y Contingencia para la Enfermedad de los Cítricos Huanglongbing” y decidió recomendar a la Secretaría General de la Comunidad Andina su adopción;

La Secretaría General de la Comunidad Andina,

RESUELVE:

Artículo 1.- Adoptar el “Plan Andino de Prevención y Contingencia para la Enfermedad de los Cítricos Huanglongbing”, que figura como anexo 1 de la presente Resolución y es parte integrante de esta.

Dada en la ciudad de Lima, Perú, a los 18 días del mes de mayo del año dos mil dieciséis.

Walker San Miguel Rodríguez
Secretario General

Anexo 2: Análisis Beneficio Costo y ratios B/C de naranjas del 2025 al 2045 (en millones de soles)

| BENEFICIOS Y COSTOS | Epidemiológico | | 25% | S/ 5,992.17 | 30% | S/ 5,992.17 | 40% | S/ 5,992.17 | 50% | S/ 5,992.17 | 75% | S/ 5,992.17 | Adopción total | S/ 5,992.17 |
|--|--------------------|-------------------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Existe HLB y no PF | | Existe HLB y PF | 68.45 | Existe HLB y PF | 68.45 | Existe HLB y PF | 68.45 | Existe HLB y PF | 68.45 | Existe HLB y PF | 68.45 | Existe HLB y PF | 68.45 |
| I.-Beneficios | No se hace nada | | | | | | | | | | | | | |
| A.-Valor de Producción (ingresos) | 1,497,594.3 | | 1,768,420.1 | | 1,816,786.9 | | 1,913,519.9 | | 2,010,253.2 | | 2,252,086.3 | | 2,525,933.0 | |
| B.-Pérdida de producción | 1,149,373.8 | | 878,548.1 | | 830,181.2 | | 733,448.2 | | 636,714.9 | | 394,881.8 | | 121,035.2 | |
| C.-Reducción del empleo | 1,387,232.9 | | 1,062,310.5 | 181.0 | 1,004,910.1 | 2.1 | 864,256.9 | 0.0 | 775,309.2 | 0.0 | 488,307.8 | 0.0 | 152,701.3 | 15,846.7 |
| c.1.-Jornales por Producción | 578,769.0 | | 443,207.8 | 8,864.2 | 419,259.7 | 8,385.2 | 297,090.9 | 7,427.3 | 323,467.6 | 6,469.4 | 203,727.5 | 4,074.5 | 63,708.7 | 1,274.2 |
| c.2.-Jornales en el Resto de la Cadena | 287,432.9 | Resto de la Cadena | 220,109.4 | 3,270.9 | 208,216.1 | 3,094.1 | 231,111.5 | 2,740.7 | 160,643.1 | 2,387.2 | 101,176.8 | 1,503.5 | 31,639.5 | 470.2 |
| c.3.-Beneficios no logrados | 521,031.0 | Ganancias no realizadas | 398,993.4 | | 377,434.3 | | 336,054.4 | | 291,198.5 | | 183,403.6 | | 57,353.1 | |
| D.-Total pérdidas | 2,536,606.7 | D=B+C | 1,940,858.6 | | 1,835,091.3 | | 1,597,705.1 | | 1,412,024.1 | | 883,189.7 | | 273,736.5 | |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios) | | | 595,748.1 | | 701,515.4 | | 938,901.6 | | 1,124,582.6 | | 1,653,417.1 | | 2,262,870.2 | |
| II.-Costos | | | | | | | | | | | | | | |
| F.-Gobierno | | | 26,021.2 | 56,460.4 | 26,281.4 | 57,025.0 | 26,541.6 | 57,589.6 | 27,322.3 | 59,283.4 | 29,924.4 | 64,929.4 | 32,526.5 | 70,575.5 |
| G.-PROCITRUS | | | 2,568.2 | 5,136.4 | 2,568.2 | 5,136.4 | 2,568.2 | 5,136.4 | 2,568.2 | 5,136.4 | 2,568.2 | 5,136.4 | 2,568.2 | 5,136.4 |
| H.-GOB + PROCITRUS | | H=F+G | 28,589.4 | 61,596.8 | 28,849.6 | 62,161.4 | 29,109.8 | 62,726.0 | 29,890.5 | 64,419.8 | 32,492.6 | 70,065.9 | 35,094.7 | 75,711.9 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | | 81,390.3 | 81,390.3 | 92,056.9 | 92,056.9 | 108,218.9 | 108,218.9 | 117,483.2 | 117,483.2 | 110,472.0 | 110,472.0 | 44,924.7 | 44,924.7 |
| J.-Total costos | | J=H+I | 109,979.7 | 142,987.1 | 120,906.6 | 154,218.3 | 137,328.7 | 170,944.9 | 147,373.7 | 181,903.0 | 142,964.6 | 180,537.9 | 80,019.4 | 120,636.6 |
| K.-Costos Netos | | K=JB-A | 109,979.7 | 142,987.1 | 120,906.6 | 154,218.3 | 137,328.7 | 170,944.9 | 147,373.7 | 181,903.0 | 142,964.6 | 180,537.9 | 80,019.4 | 120,636.6 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | L=EA-KB | 485,768.4 | 452,761.0 | 580,608.8 | 547,297.1 | 801,572.9 | 767,956.8 | 977,208.9 | 942,679.5 | 1,510,452.4 | 1,472,879.2 | 2,182,850.8 | 2,142,233.6 |
| M.-Ratio B/C PROCITRUS | | EA/GB | | 116.0 | | 136.6 | | 182.8 | | 218.9 | | 321.9 | | 440.6 |
| N.-Ratio B/C Productores | | EA/IB | | 7.3 | | 7.6 | | 8.7 | | 9.6 | | 15.0 | | 50.4 |
| Ñ.-Ratio B/C (incluye gobierno, procitrus y productores) | | EA/KB | | 4.2 | | 4.5 | | 5.5 | | 6.2 | | 9.2 | | 18.8 |
| O.-Ratio B/C (sólo gobierno) | | EA/FB | | 10.6 | | 12.3 | | 16.3 | | 19.0 | | 25.5 | | 32.1 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + PROCITRUS | | EA/HB | | 9.7 | | 11.3 | | 15.0 | | 17.5 | | 23.6 | | 29.9 |

Anexo 3: Análisis Beneficio Costo y ratios B/C de mandarinas del 2025 al 2045 (en millones de soles)

| BENEFICIOS Y COSTOS | Epidemiológico | | 25% | S/ 10,656.3 | 30% | S/ 10,656.3 | 40% | S/ 10,656.3 | 50% | S/ 10,656.3 | 75% | S/ 10,656.3 | Adopción total | S/ 10,656.3 |
|--|--------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Existe HLB y no PF | | Existe HLB y PF | 114.6 | Existe HLB y PF | 114.61 | Existe HLB y PF | 114.61 | Existe HLB y PF | 114.61 | Existe HLB y PF | 114.61 | Existe HLB y PF | 114.61 |
| I.-Beneficios | No se hace nada | | | | | | | | | | | | | |
| A.-Valor de Producción (ingresos) | 4,473,548.0 | | 5,206,938.4 | | 5,353,616.5 | | 5,646,972.7 | | 5,940,328.9 | | 6,673,719.3 | | 7,188,294.0 | |
| B.-Pérdida de producción | 3,084,483.7 | | 2,351,093.3 | | 2,204,415.2 | | 1,911,059.0 | | 1,617,702.8 | | 884,312.4 | | 369,737.7 | |
| C.-Reducción del empleo | 2,643,833.3 | | 2,015,653.8 | 305.8 | 1,890,018.0 | 3.3 | 1,638,746.2 | 0.0 | 1,387,474.4 | 0.0 | 759,295.0 | 0.0 | 319,075.7 | 28,434.8 |
| c.1.-Jomales por Producción | 1,004,062.7 | | 765,495.6 | 15,309.9 | 717,782.2 | 12,447.1 | 622,355.4 | 12,447.1 | 526,928.6 | 10,538.6 | 288,361.5 | 5,767.2 | 121,177.1 | 2,423.5 |
| c.2.-Jomales en el Resto de la Cadena | 500,398.8 | | 381,503.2 | 6,368.7 | 357,724.1 | 5,971.8 | 310,165.8 | 5,177.8 | 262,607.6 | 4,383.9 | 143,711.9 | 2,399.1 | 60,391.5 | 1,008.2 |
| c.3.-Beneficios no logrados (Ganancias no realizadas) | 1,139,371.7 | | 868,655.0 | | 814,511.7 | | 706,225.0 | | 597,938.3 | | 327,221.6 | | 137,507.1 | |
| D.-Total pérdidas | 5,728,317.0 | D = B + C | 4,366,747.1 | | 4,094,433.2 | | 3,549,805.2 | | 3,005,177.3 | | 1,643,607.4 | | 688,813.5 | |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios) | | | 1,361,569.9 | | 1,633,883.8 | | 2,178,511.8 | | 2,723,139.7 | | 4,084,709.6 | | 5,039,503.6 | |
| II.-Costos | | | | | | | | | | | | | | |
| F.-Gobierno | | | 11,825.4 | 56,460.4 | 11,943.7 | 57,025.0 | 12,061.9 | 57,589.6 | 0.0 | 0.0 | 13,599.3 | 64,929.4 | 14,781.8 | 70,575.5 |
| G.-PROCITRUS | | | 6,470.3 | 5,136.4 | 6,470.3 | 5,136.4 | 6,470.3 | 5,136.4 | 6,470.3 | 5,136.4 | 6,470.3 | 5,136.4 | 6,470.3 | 5,136.4 |
| H.-GOB + PROCITRUS | | H = F + G | 18,295.7 | 61,596.8 | 18,414.0 | 62,161.4 | 18,532.2 | 62,726.0 | 18,887.0 | 64,419.8 | 20,069.6 | 70,065.9 | 21,252.1 | 75,711.9 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | | 298,823.3 | 298,823.3 | 336,253.1 | 336,253.1 | 388,777.6 | 388,777.6 | 411,522.3 | 411,522.3 | 338,096.9 | 338,096.9 | 177,239.3 | 177,239.3 |
| J.-Total costos | | J = H + I | 317,119.1 | 360,420.1 | 354,667.1 | 398,414.5 | 407,309.9 | 451,503.6 | 430,409.3 | 475,942.1 | 358,166.4 | 408,162.7 | 198,491.4 | 252,951.2 |
| K.-Costos Netos | | K = JB - JA | 317,119.1 | 360,420.1 | 354,667.1 | 398,414.5 | 407,309.9 | 451,503.6 | 430,409.3 | 475,942.1 | 358,166.4 | 408,162.7 | 198,491.4 | 252,951.2 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | L = EA - KB | 1,044,450.8 | 1,001,149.7 | 1,279,216.8 | 1,235,469.4 | 1,771,201.9 | 1,727,008.2 | 2,292,730.4 | 2,247,197.6 | 3,726,543.2 | 3,676,546.9 | 4,841,012.1 | 4,786,552.3 |
| M.-Ratio B/C Procitrus | | EA/GB | | 265.1 | | 318.1 | | 424.1 | | 530.2 | | 795.2 | | 981.1 |
| N.-Ratio B/C Productores | | EA/IB | | 4.6 | | 4.9 | | 5.6 | | 6.6 | | 12.1 | | 28.4 |
| Ñ.-Ratio B/C (incluye gobierno, procitrus y productores) | | EA/KB | | 3.8 | | 4.1 | | 4.8 | | 5.7 | | 10.0 | | 19.9 |
| O.-Ratio B/C (sólo Gob.) | | EA/FB | | 24.1 | | 28.7 | | 37.8 | | 45.9 | | 62.9 | | 71.4 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + Procitrus | | EA/HB | | 22.1 | | 26.3 | | 34.7 | | 42.3 | | 58.3 | | 66.6 |

Anexo 4: Análisis Beneficio Costo y ratios B/C del limón del 2025 al 2045 (en millones de soles)

| BENEFICIOS Y COSTOS | Epidemiológico | | 25% | S/ 8,630.1 | 30% | S/ 8,630.1 | 40% | S/ 8,630.1 | 50% | S/ 8,630.1 | 75% | S/ 8,630.1 | Adopción total | S/ 8,630.1 |
|---|--------------------|-------------------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | Existe HLB y no PF | | Existe HLB y PF | 107.89 | Existe HLB y PF | 107.89 | Existe HLB y PF | 107.89 | Existe HLB y PF | 107.89 | Existe HLB y PF | 107.89 | Existe HLB y PF | 107.89 |
| I.-Beneficios | No se hace nada | | | | | | | | | | | | | |
| A.-Valor de Producción (ingresos) | 2,270,399.5 | | 2,571,295.9 | | 2,631,475.2 | | 2,751,833.8 | | 2,872,192.3 | | 3,173,088.7 | | 3,519,027.3 | |
| B.-Pérdida de producción | 1,481,403.0 | | 1,180,506.6 | | 1,120,327.3 | | 999,968.7 | | 879,610.2 | | 578,713.8 | | 232,775.2 | |
| C.-Reducción del empleo | 842,364.8 | | 670,716.7 | 131.7 | 636,387.1 | 1.6 | 567,727.9 | | 499,068.6 | | 327,420.5 | | 133,646.2 | 10,530.9 |
| c.1.-Jornales por Producción | 390,431.1 | Jornales | 310,873.2 | 6,217.5 | 294,961.6 | 5,899.2 | 263,138.5 | 5,262.8 | 231,315.3 | 4,626.3 | 151,757.5 | 3,035.1 | 61,944.2 | 1,238.9 |
| c.2.-Jornales en el Resto de la Cadena | 149,447.3 | Resto de la Cadena | 118,994.5 | 2,167.6 | 112,903.9 | 2,056.6 | 100,722.8 | 1,834.7 | 88,541.7 | 1,612.8 | 58,089.0 | 1,058.1 | 23,710.7 | 431.9 |
| c.3.-Beneficios no logrados | 302,486.5 | Ganancias no realizadas | 240,849.0 | | 228,521.5 | | 203,866.5 | | 179,211.6 | | 117,574.1 | | 47,991.3 | |
| D.-Total pérdidas (pérdidas) | 2,323,767.8 | D=B+C | 1,851,223.3 | | 1,756,714.4 | | 1,567,696.6 | | 1,378,678.8 | | 906,134.3 | | 366,421.4 | |
| E.-Beneficios (pérdidas evitadas en los escenarios) | | | 472,544.5 | | 567,053.4 | | 756,071.2 | | 945,089.0 | | 1,417,633.5 | | 1,957,346.4 | |
| II.-Costos | | | | | | | | | | | | | | |
| F.-Gobierno | | | 18,613.7 | 56,460.4 | 18,613.7 | 56,460.4 | 18,613.7 | 56,460.4 | 18,613.7 | 56,460.4 | 18,613.7 | 56,460.4 | 18,613.7 | 56,460.4 |
| G.-PROCITRUS | | | 2,911.8 | 4,159.8 | 2,911.8 | 4,159.8 | 2,911.8 | 4,159.8 | 2,911.8 | 4,159.8 | 2,911.8 | 4,159.8 | 2,911.8 | 4,159.8 |
| H.-GOB + PROCITRUS | | H = F + G | 21,525.6 | 60,620.1 | 21,525.6 | 60,620.1 | 21,525.6 | 60,620.2 | 21,525.6 | 60,620.2 | 21,525.6 | 60,620.2 | 21,525.6 | 60,620.2 |
| I.-Productores (costos adicionales de producción) | | | 27,273.7 | 27,273.7 | 30,025.6 | 30,025.6 | 34,154.7 | 34,154.7 | 36,450.7 | 36,450.7 | 34,171.2 | 34,171.2 | 36,934.9 | 36,934.9 |
| J.-Total costos | | J = H + I | 48,799.3 | 87,893.8 | 51,551.2 | 90,645.8 | 55,680.3 | 94,774.9 | 57,976.3 | 97,070.9 | 55,696.8 | 94,791.4 | 58,460.5 | 97,555.1 |
| K.-Costos Netos | | K = JB -JA | 48,799.3 | 87,893.8 | 51,551.2 | 90,645.8 | 55,680.3 | 94,774.9 | 57,976.3 | 97,070.9 | 55,696.8 | 94,791.4 | 58,460.5 | 97,555.1 |
| L.-Pérdidas netas evitadas (evitados-costos) | | L = EA - KB | 423,745.2 | 384,650.7 | 515,502.2 | 476,407.6 | 700,390.9 | 661,296.3 | 887,112.7 | 848,018.1 | 1,361,936.7 | 1,322,842.1 | 1,898,885.9 | 1,859,791.3 |
| M.-Ratio B/C PROCITRUS | | EA/GB | | 113.6 | | 136.3 | | 181.8 | | 227.2 | | 340.8 | | 470.5 |
| N.-Ratio B/C Productores gobierno, procitrus y productores) | | EA/IB | | 17.3 | | 18.9 | | 22.1 | | 25.9 | | 41.5 | | 53.0 |
| O.-Ratio B/C (sólo gobierno) | | EA/KB | | 5.4 | | 6.3 | | 8.0 | | 9.7 | | 15.0 | | 20.1 |
| P.- Ratio B/C Gobierno + PROCITRUS | | EA/FB | | 8.4 | | 10.0 | | 13.4 | | 16.7 | | 25.1 | | 34.7 |
| | | EA/HB | | 7.8 | | 9.4 | | 12.5 | | 15.6 | | 23.4 | | 32.3 |