



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA DE COMPUTACIÓN**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA LA  
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

**SISTEMA WEB PREDICTIVO PARA EL CONTROL DE  
MONILIASIS (*Moniliophthora rorelī*) EN EL CULTIVO DE  
CACAO, FINCA CHABLA**

**TECNOLOGIAS DE LA INFORMACIÓN**

**AUTORA**

**SICHA SUMBA ROSA ALEXANDRA**

**TUTOR**

**DRA. MOSQUERA CADENA DIANA KARINA, MSc.**

**EL TRIUNFO, ECUADOR**

**2026**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA COMPUTACIÓN**

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Dra. Mosquera Cadena Diana Karina, MSc, docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutora, certifico que el presente trabajo de titulación: **SISTEMA WEB PREDICTIVO PARA EL CONTROL DE MONILIASIS (Moniliophthora roreli) EN EL CULTIVO DE CACAO, FINCA CHABLA**, realizado por la estudiante **SICHA SUMBA ROSA ALEXANDRA**; con cédula de identidad N° 0928996958 de la carrera COMPUTACIÓN, PROGRAMA REGIONAL DE ENSEÑANZA - EL TRIUNFO, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

---

**Dra. Mosquera Cadena Diana Karina, MSc.**

**Milagro, 08 de mayo de 2026.**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA COMPUTACIÓN**

**APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: **“SISTEMA WEB PREDICTIVO PARA EL CONTROL DE MONILIASIS (*Moniliophthora roreli*) EN EL CULTIVO DE CACAO, FINCA CHABLA”**, realizado por el estudiante **SICHA SUMBA ROSA ALEXANDRA**, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

---

ING., Soledad Fernández Torres MSc.

**PRESIDENTE**

---

ING., Wilmer Pilaloo David MSc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

---

ING., Allan Alvarado Aguayo MSc.

**EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Milagro, 08 de mayo de 2026.**

## DEDICATORIA

A mi papá, Ángel Aurelio Sicha Sumba, quien, aunque no está físicamente, sigue acompañándome en cada paso. Su ejemplo, su amor y su memoria continúan siendo mi inspiración.

A mi mamá Rosa Leticia Sumba Tacuri, porque sus palabras de aliento y sus sacrificios silenciosos han sido el motor que me han impulsado a seguir adelante.

A mis princesas Yesli Maite y Hanna Isabella, que han sido mi pilar fundamental, mi mayor inspiración y la razón de todo mi esfuerzo, este logro no solo es mío, es suyo también.

Y también le dedico este trabajo a una persona que, aunque hoy ya no forma parte mi vida, fue clave en este proceso. Su apoyo, sus palabras de aliento y la confianza que depositó en mí fueron motivación.

Y finalmente también me lo dedico a mí misma, especialmente a mi yo del 2019 - 2020, que atravesaba momentos muy duros y aun así encontró fuerzas para seguir. A esa versión que lloró, que dudó y que se sintió agotada, pero que nunca dejó de intentarlo. Gracias a ella, hoy puedo celebrar este logro. Este triunfo también le pertenece.

## **AGRADECIMIENTO**

Con infinita gratitud a Dios por ser mi guía en cada paso de este camino.

Gracias a mis amigos Steven, Genesis, Michael, Andy, Dayana, Dixon, Geanny y Lorena, su amistad y apoyo han sido parte fundamental en esta etapa. Juntos hemos compartido desafíos, celebrado éxitos y creados recuerdos inolvidables.

Johanna y Lilibeth gracias por estar a mi lado en cada paso de este camino. Su apoyo incondicional, cariño y comprensión fueron esenciales para que pudiera culminar mi carrera. Me dieron fuerzas cuando más las necesitaba y siempre creyeron en mi incluso cuando ni yo lo hacía, su amistad ha sido fundamental en este logro.

Al final somos el reflejo de quienes nos acompañaron en el camino, y me reconforta saber que algunas de esas personas siguen presentes en lo que hoy soy.

## **Autorización de Autoría Intelectual**

Yo **SICHA SUMBA ROSA ALEXANDRA**, en calidad de autor(a) del proyecto realizado, sobre **“SISTEMA WEB PREDICTIVO PARA EL CONTROL DE MONILIASIS (Moniliophthora roreli) EN EL CULTIVO DE CACAO, FINCA CHABLA”** para optar el título de **INGENIERA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

**Milagro, 08 de mayo de 2026**

---

SICHA SUMBA ROSA ALEXANDRA

**C.I. 0928996958**

## RESUMEN

La moniliasis (*Moniliophthora roreri*) constituye una de las principales limitantes en la producción de cacao en la finca Chabla, debido a su estrecha relación con variables climáticas como la temperatura, la humedad y la precipitación, así como con las prácticas de manejo agronómico. Esta investigación tuvo como objetivo desarrollar un sistema web predictivo que permita anticipar el riesgo de aparición de la enfermedad mediante el análisis integrado de datos climáticos y agrícolas. El estudio se sustentó en un enfoque mixto que combinó métodos cuantitativos basados en registros meteorológicos y métodos cualitativos obtenidos mediante entrevistas y observación directa en campo, bajo un diseño no experimental y con la aplicación de la metodología ágil Extreme Programming (XP). Debido a la imposibilidad de acceder a una API oficial del INAMHI, los datos climáticos fueron obtenidos mediante la API OpenWeatherMap, lo que permitió alimentar el sistema con información actualizada. Como resultado, se desarrolló una plataforma web con módulos para el registro de datos, análisis y predicción de riesgo, generación de alertas, registro de intervenciones y elaboración de reportes. Las pruebas de funcionalidad y usabilidad evidenciaron un desempeño estable del sistema y una adecuada interacción con el usuario. En conclusión, el sistema web predictivo constituye una herramienta tecnológica viable que facilita la toma de decisiones preventivas, contribuye a reducir las pérdidas productivas y fortalece el manejo fitosanitario del cultivo de cacao en la finca Chabla.

**Palabras clave:** *Cultivo de cacao, datos climáticos, gestión fitosanitaria moniliasis, sistema web predictivo.*

## ABSTRACT

Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) constitutes one of the main constraints on cocoa production at the Chabla farm due to its close relationship with climatic variables such as temperature, humidity, and precipitation, as well as with agronomic management practices. The objective of this research was to develop a predictive web-based system to anticipate the risk of disease occurrence through the integrated analysis of climatic and agricultural data. The study was based on a mixed approach combining quantitative methods based on meteorological records and qualitative methods obtained through interviews and direct field observation, under a non-experimental design and applying the agile Extreme Programming (XP) methodology. Due to the impossibility of accessing an official INAMHI API, climatic data were obtained through the OpenWeatherMap API, which allowed the system to be supplied with updated information. As a result, a web platform was developed with modules for data recording, risk analysis and prediction, alert generation, intervention recording, and report generation. Functionality and usability tests demonstrated stable system performance and adequate user interaction. In conclusion, the predictive web system constitutes a viable technological tool that facilitates preventive decision-making, contributes to reducing production losses, and strengthens phytosanitary management of cocoa cultivation on the Chabla farm.

**Keywords:** *Cocoa cultivation, climate data, phytosanitary management, moniliasis, predictive web system.*

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Antecedentes del problema.....</b>	<b>1</b>
1.2 Planteamiento y formulación del problema.....	2
1.3 Justificación de la investigación.....	3
1.4 Delimitación de la Investigación .....	5
1.5 Objetivo general.....	5
1.6 Objetivos específicos.....	6
<b>2. MARCO TEORICO.....</b>	<b>7</b>
2.1 Estado del arte .....	7
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática .....	9
2.3 Marco Legal.....	19
<b>3. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>21</b>
3.1. Enfoque de la investigación.....	21
3.2 Metodología.....	23
3.3 Cronograma de actividades.....	28
<b>4. RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
4.1 Análisis de los datos climáticos y agrícolas en la Finca Chabla, con el fin de diseñar un sistema web adaptado a sus necesidades.....	29
4.2 Desarrollo del sistema web predictivo, integrando los datos meteorológicos, asegurando su correcto funcionamiento mediante pruebas de funcionalidad.....	33
4.3 El despliegue del sistema web en la Finca Chabla, acompañado de una inducción al usuario para garantizar el uso adecuado de la plataforma y la obtención de predicciones confiables. ....	36
<b>5. DISCUSIÓN.....</b>	<b>38</b>
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>40</b>

6.1 Conclusiones .....	40
6.2 Recomendaciones .....	40
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>42</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>49</b>
<b>APÉNDICES.....</b>	<b>88</b>

**ÍNDICE DE ANEXOS**

<b>Anexo N° 1.</b> Recursos para el desarrollo .....	49
<b>Anexo N° 2.</b> Ficha de Entrevista (Modelo) .....	51
<b>Anexo N° 3.</b> Ficha de Entrevista (Modelo Ingenieros) .....	52
<b>Anexo N° 4.</b> Ficha de Observación (Modelo).....	53
<b>Anexo N° 5.</b> Entrevista.....	54
<b>Anexo N° 6.</b> Observación.....	58
<b>Anexo N° 7.</b> Datos Campo.....	59
<b>Anexo N° 8.</b> Requerimientos funcionales.....	60
<b>Anexo N° 9.</b> Requerimientos no funcionales.....	61
<b>Anexo N° 10.</b> Casos de uso registro.....	62
<b>Anexo N° 11.</b> Casos de uso Inicio de sección .....	62
<b>Anexo N° 12.</b> Caso de uso registro de datos del campo .....	63
<b>Anexo N° 13.</b> Caso de uso datos climáticos .....	63
<b>Anexo N° 14.</b> Caso de uso análisis y predicción.....	64
<b>Anexo N° 15.</b> Caso de uso Alertas y Recomendaciones .....	64
<b>Anexo N° 16.</b> Caso de uso registro de intervenciones.....	65
<b>Anexo N° 17.</b> Caso de uso reportes e historial .....	65
<b>Anexo N° 18.</b> Diccionarios de datos del sistema web.....	66
<b>Anexo N° 19.</b> Pruebas de funcionabilidad.....	70
<b>Anexo N° 20.</b> Interfaces de usuario .....	72
<b>Anexo N° 21.</b> Manual de usuario .....	76
<b>Anexo N° 22.</b> Manual Técnico .....	82
<b>Anexo N° 23.</b> Entrega del sistema .....	88
<b>Anexo N° 24.</b> Evaluación del desempeño del sistema.....	90
<b>Anexo N° 25.</b> Validación de confiabilidad del sistema .....	90

**ÍNDICE DE APÉNDICES**

<b>Apéndice 1.</b> Cronograma.....	91
<b>Apéndice 2.</b> Diseño Base de datos del sistema web.....	892

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes del problema

El control de enfermedades fúngicas, como la moniliasis, es fundamental para garantizar la productividad del cacao (*Theobroma cacao*). Ramírez et al. (2023), desarrollaron un modelo predictivo utilizando técnicas de aprendizaje supervisado para detectar la presencia de moniliasis en plantas de cacao de la Provincia de Orellana. Este enfoque permitió identificar los elementos que contribuyen a la aparición de la enfermedad, optimizando la toma de decisiones para el manejo fitosanitario y reduciendo las pérdidas en la producción. La implementación de herramientas predictivas demuestra la importancia del conjunto de técnicas y la analítica de datos en la prevención de enfermedades en cultivos agrícolas, ofreciendo a los productores un mecanismo más eficiente para proteger sus cosechas.

El desarrollo de un sistema web y móvil para detectar la monilia en las mazorcas de cacao CCN-51, como herramienta de soporte en la toma de decisiones en la hacienda "Mariscal", se fundamentó en la codificación y entrenamiento utilizando aproximadamente 868 imágenes clasificadas en mazorcas sanas y con monilia en fase 1 y fase 2. Para ello, se empleó la arquitectura Mobilenet junto con diversas herramientas de software libre que facilitaron el entrenamiento del modelo (Rendón y Rodríguez, 2023).

En la provincia de Orellana, se desarrolló e implementó una Progressive Web App (PWA) para gestionar pronósticos agrícolas en plantaciones de cacao, lo cual contribuye a que los agricultores administren mejor sus recursos y eleven la productividad basándose en datos confiables y actualizados al instante (Calderón et al. 2024).

El proyecto de diseño de un modelo predictivo de producción mediante una aplicación web progresiva para predecir la moniliasis en el cacao, fue desarrollado con el objetivo de anticipar enfermedades lo cual les permitió tomar a los agricultores medidas preventivas y correctivas oportunas, lo cual redujo pérdidas en la producción y mejoró la característica del producto (Miranda et al. 2024).

Rodríguez et al. (2022), sostienen que la agricultura constituye entre los aspectos más importantes de la economía mundial. Por ello, en la Provincia de

Orellana, Ecuador, se diseñó e implementó un sistema de reconocimiento de plagas y enfermedades en cultivos, lo que permitió a los agricultores tomar acciones preventivas y optimizar el uso de recursos, mejorando la eficiencia en el manejo fitosanitario y reduciendo pérdidas productivas.

La finca Chabla dedicada a la producción de cacao enfrenta serios problemas debido a la proliferación de la moniliasis, lo que ocasiona pérdidas económicas significativas y una disminución en el rendimiento del cultivo.

Frente a este escenario, es fundamental implementar un sistema web predictivo para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, ya que permitiría anticipar brotes mediante el análisis de datos climáticos y síntomas visibles. Esta herramienta tecnológica facilitaría la toma de decisiones oportunas, mejorando la gestión agrícola y contribuyendo a la sostenibilidad de la producción cacaotera.

## **1.2 Planteamiento y formulación del problema**

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

La finca Chabla, situada en el cantón El Triunfo, en la provincia del Guayas, cuenta con 8 hectáreas dedicadas al cultivo de cacao. Se ha identificado una recurrencia de moniliasis que afecta la producción, la calidad e ingresos de los productores, las condiciones climáticas locales, como la alta humedad y las lluvias frecuentes, incrementan la aparición de esta enfermedad, limitando la capacidad de respuesta generando una alta dependencia de agroquímicos que resultan costosos e ineficientes.

La ausencia de una herramienta tecnológica que integre datos climáticos y registros de moniliasis dificulta la toma de decisiones preventivas lo que representa una debilidad en la gestión sanitaria del cacao. Por ello se hace necesaria la creación de un sistema predictivo ajustado a las características particulares de la finca Chabla.

Para alimentar el modelo se recopilarán datos climáticos (temperatura, humedad y precipitación), obtenidas mediante la API OpenWeatherMap.

Esto permitirá identificar zonas de riesgos dentro de la finca y emitir alertas tempranas con recomendaciones prácticas, con el fin de reducir pérdidas y mejorar el manejo fitosanitario del cultivo.

### **1.2.2 Formulación del problema**

¿Cómo afecta la ausencia de un sistema web predictivo al control oportuno y eficiente de la moniliasis en el cultivo de cacao en la Finca Chabla?

### **1.3 Justificación de la investigación**

La finca Chabla, al ser una finca pequeña dedicada a la actividad productiva cacaotera, enfrenta múltiples desafíos en el manejo oportuno y eficiente de la moniliasis. La ausencia de un sistema web predictivo limita gravemente la capacidad de anticiparse a brotes fitosanitarios obligando a los productores a actuar de forma reactiva, cuando el daño ya es visible y las pérdidas ya son inevitables. Esta situación genera grandes pérdidas en la productividad e incrementa los costos por el uso tardío e ineficiente de insumos lo cual pone en riesgo la estabilidad económica de la finca.

En fincas pequeñas como Chabla, los recursos humanos, tecnológicos y económicos son limitados, por lo que es importante contar con herramientas tecnológicas, que permitan agilizar el proceso decisional, registrar información sobre condiciones climáticas, reportes de campo y patrones de enfermedades para remitir alertas tempranas y recomendaciones prácticas.

Esto facilitaría intervenciones rápidas y focalizadas reduciendo el uso innecesario de agroquímicos y mejorando la productividad de la finca sin requerir grandes inversiones. Por estas razones, el desarrollo de esta propuesta no solo responde a una demanda técnica prioritaria, sino también a un compromiso con el bienestar del productor y la viabilidad futura del cultivo de cacao en pequeña escala.

A continuación, se detallan los datos que se ingresarán en cada módulo:

**Módulo de Registro de Usuario:** El módulo de registro permitirá al agricultor crear una cuenta en el sistema, durante el registro se requerirá el ingreso de la siguiente información: Nombre completo, dirección de correo electrónico, número de teléfono, nombre de usuario y contraseña. Además, se incluirá una confirmación de lectura para mayor seguridad.

**Módulo de Inicio de Sesión:** Después de haberse registrado, el usuario podrá acceder al sistema mediante el módulo de inicio de sesión. Este apartado autoriza al usuario a través de las credenciales confirmadas al usuario o correo electrónico y su clave.

Una vez verificado, el sistema redirigirá al usuario a su panel principal.

**Módulo de Registro de Datos de Campo:** Este módulo permite registrar observaciones realizadas directamente en la finca. Los usuarios podrán seleccionar la zona específica dentro de la finca detallar los síntomas visibles en las plantas de cacao (frutos momificados, manchas, moho, etc.).

**Módulo de Datos Climáticos:** El módulo permitirá registrar manualmente las condiciones del clima en la finca, como temperatura, precipitación y humedad, condiciones que inciden directamente en la aparición de la moniliasis. Además, el sistema obtendrá información climática mediante la API OpenWeatherMap, conectándose a través de una clave de acceso y almacenando los registros en la base de datos. También es posible cargar archivos en formato CSV o Excel.

**Módulo de Análisis y Predicción:** Este módulo es la parte principal del sistema ya que se encargará de revisar la información ingresada, como los síntomas observados y las condiciones del clima para determinar el nivel del riesgo como alto, medio o bajo y va actualizando los resultados cada vez que se agreguen nuevos datos.

**Módulo de Alertas y Recomendaciones:** A partir del análisis en el módulo anterior, este apartado del sistema generará alertas automáticas que informan al agricultor sobre el nivel de riesgo detectado en su cultivo. Estas alertas incluirán recomendaciones de acción, como realizar podas sanitarias, monitoreo intensivo o aplicación de productos fitosanitarios

**Módulo de Registro de Intervenciones:** Este módulo facilita documentar todas las acciones efectuadas por el agricultor o técnico en respuesta a las alertas o como parte del manejo rutinario. El usuario podrá registrar la fecha, el tipo de intervención (poda, aplicación, limpieza, etc.), la zona donde se realizó y observaciones adicionales.

Esta información es valiosa para dar seguimiento al impacto de las acciones tomadas y para retroalimentar el sistema con datos reales sobre la efectividad de cada intervención.

**Módulo de Reportes e Historial:** Finalmente, este módulo ofrece una visión global y cronológica de todo lo registrado en el sistema. El usuario podrá consultar el historial de síntomas observados, condiciones climáticas, predicciones de riesgo y medidas tomadas, todo organizado por fecha y zona de cultivo.

Además, se generarán gráficos que mostrarán la evolución del riesgo en el tiempo, facilitando el análisis visual. El sistema también permitirá exportar reportes en formatos PDF o Excel, útiles para respaldo, informes técnicos o para presentar a instituciones agrícolas.

#### **1.4 Delimitación de la Investigación**

**Espacio:** La finca Chabla está ubicada en el Recinto San Pedro, cantón El Triunfo provincia del Guayas, el área para la implementación del sistema es de ocho hectáreas, latitud: -2.3442710, longitud: -79.2717510.

**Tiempo:** 6 meses.

**Sujeto de estudio:** Corresponde a 1 persona que es la propietaria y administradora.

#### **1.5 Objetivo general**

Implementar un sistema web predictivo que permita mejorar el control oportuno y eficiente de Moniliasis en el cultivo de cacao de la finca Chabla, a través del análisis de datos climatológicos de los últimos dos años.

### **1.6 Objetivos específicos**

Analizar los datos climáticos y agrícolas con el fin de diseñar un sistema web adaptado a las necesidades de la Finca Chabla.

Desarrollar un sistema web predictivo, integrando el ingreso de datos meteorológicos, asegurando su correcto funcionamiento mediante pruebas de funcionalidad.

Desplegar el sistema web en la Finca Chabla, previa inducción al usuario que permita extraer predicciones confiables.

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 Estado del arte

Moncada (2023), desarrolló una investigación orientada al desarrollo de un sistema web de asistencia técnica para el manejo agronómico del cultivo de cacao, dirigido a los productores del recinto San Pedro, El Triunfo. La solución fue diseñada para responder a problemáticas identificadas mediante entrevistas, encuestas y observaciones de campo, como la poda inadecuada sin el uso de insumos cicatrizantes, la ausencia de un sistema de riego establecido, una fertilización deficiente, la falta de control fitosanitario y errores en las prácticas de cosecha y postcosecha. El sistema integra módulos especializados según las necesidades identificadas, y fue desarrollado bajo la metodología ágil XP, que permitió avanzar mediante etapas de planificación, diseño, codificación y pruebas. La arquitectura del sistema se modeló con diagramas UML y se implementó utilizando herramientas de software libre como PHP, HTML, CSS, Bootstrap y MySQL. El resultado es una plataforma con interfaz amigable y de fácil acceso, diseñada para guiar a los productores en la toma de decisiones agronómicas más precisas y sostenibles, mejorando así el manejo del cultivo de cacao en zonas de escasos recursos técnico.

Sosa y Guzmán(2022), presentaron un sistema inteligente para el monitoreo del cultivo de cacao, enfocado en la detección temprana de la moniliasis en zonas productoras como Bucay, provincia del Guayas. La propuesta combina tecnología de visión artificial y dispositivos electrónicos que cuentan con sensores de color, temperatura y humedad los cuales permiten identificar cambios visibles en las mazorcas. La información recolectada se envía en tiempo real a la plataforma Ubidots, lo que facilita a los agricultores la revisión del estado de sus cultivos desde una computadora o teléfono móvil. El sistema funciona con energía fotovoltaica, lo que garantiza su operatividad en sectores rurales sin acceso a electricidad convencional. El prototipo fue desarrollado con base en estudios sobre sensores, tecnologías de monitoreo y fue probado en campo, logrando detectar la presencia de la enfermedad de manera precisa y emitir preventivas para evitar su propagación.

Hidalgo (2023), desarrolló un sistema web para la gestión operativa y de producción del cultivo de cacao variedad CCN-51, implementado en la Finca Álvarez, ubicada en Yaguachi, Ecuador. La iniciativa surgió ante la necesidad de digitalizar los procesos agrícolas que, hasta entonces, se llevaban mediante registros manuales, ocasionando pérdida de información y baja eficiencia operativa. La solución fue desarrollada siguiendo la metodología en cascada y utilizando instrumentos de software libre como PHP, MySQL, HTML y CSS. El sistema cuenta con módulos destinados al control de actividades agrícolas, como el manejo de malezas, plagas, riego, poda y fertilización, además de incluir funciones para administrar la cosecha, las ventas los insumos y la generación de reportes. Las funcionalidades están orientadas a mejorar el seguimiento de las actividades, optimizar los recursos y facilitar la toma de decisiones en la finca su funcionamiento fue evaluado mediante entrevistas, observaciones y pruebas con datos reales demostrando que el sistema se adapta a las necesidades del usuario y contribuye a una mejor organización, mayor control y aumento de la productividad en el cultivo de cacao

En el ámbito del monitoreo agrícola, Hidalgo et al. (2024) desarrollaron una propuesta tecnología de bajo costo basada en el uso de dispositivos conectados a internet (IoT) para el cultivo de cacao. Esta propuesta utiliza sensores inalámbricos que permiten medir en tiempo real variables como la temperatura, la humedad del suelo y otras condiciones ambientales importantes para el desarrollo del cultivo. El sistema emplea el esquema de investigación LoRaWAN, que facilita la transmisión de datos en zonas rurales donde la conectividad suele ser limitada y utiliza tecnologías de código abierto empleadas con el fin reducir los costos de implementación. Esta herramienta permitió a los agricultores, supervisar a distancia los factores que influyen en la salud y productividad del cacao, lo que contribuye a prevenir enfermedades mejorar la calidad del producto y optimizar el uso de los recursos. Esta propuesta se considera un aporte importante para la evolución de la agricultura de precisión en el Ecuador.

En el ámbito de la agricultura inteligente, Abad et al. (2023) realizaron un análisis detallado de 115 investigaciones sobre el uso del internet de las cosas en la agricultura (Ag IoT), publicadas 2011 y 2021. En su estudio resaltan como estos sistemas permiten supervisar de forma automática y continua la relación entre el

suelo, la planta y el ambiente obteniendo datos precisos en diferentes momentos y lugares. El análisis incluyó aspectos como el tipo de sensores utilizados, dispositivos de control (principalmente placas Arduino), cultivos evaluados formas de transmisión de datos y fuentes de energía empleadas. Los autores concluyen que estas tecnologías la experiencia empírica por información basada en datos reales promoviendo una agricultura más eficiente, exacta y sostenible.

## **2.2 Bases científicas y teóricas de la temática**

### ***2.2.1 Importancia del cacao en el Ecuador***

Abad et al. (2021), señalan que el cacao constituye un elemento clave para el Ecuador, no solo por su parte a la economía, sino también por su importancia cultural e histórica. El país se posiciona como el mayor exportador de cacao en grano de América y ocupa uno de los primeros lugares a nivel mundial en producción, destacándose especialmente por la calidad de su cacao fino de aroma. Además este cultivo ha marcado profundamente la historia y la identidad del país, generando empleo para miles de familias y consolidándose como uno de los productos emblemáticos del Ecuador a nivel internacional.

### ***2.2.2 Producción del cacao en Ecuador***

En los últimos años, la producción de cacao en Ecuador ha crecido de manera importante, convirtiéndose en un sector fundamental para la economía del país. Según García (2021), Ecuador se ha ubicado entre los principales productores a nivel mundial, destacándose por la calidad de su cacao, especialmente el fino de aroma. En 2020, el país alcanzó aproximadamente 322 mil toneladas métricas, lo que representa cerca del 5% de la producción mundial. Este crecimiento ha sido posible gracias al aumento de las áreas cultivadas, mejora en las prácticas agrícolas y el fortalecimiento de la cadena productiva. No obstante el sector también enfrenta retos como el cambio climático, la inestabilidad de los precios internacionales y la necesidad de mejorar los canales de comercialización. A pesar de ello, el sector cacaotero ecuatoriano ha demostrado capacidad de adaptación y esfuerzo conjunto entre productores e instituciones para mantener un desarrollo sostenible del cultivo.

### **2.2.3 Variedad de cacao**

En Ecuador, el cacao es un cultivo de gran importancia económica, cultural y genética. Entre las variedades más conocidas se encuentran el Nacional de Fino de Aroma, apreciado por su excelente calidad y características únicas y el CCN 51 una variedad híbrida que se ha difundido ampliamente por su alta producción y mayor resistencia a enfermedades. Según (Zhiñin et al. 2021), estas variedades presentan diferencias en su estructura interna, como el grosor de la cáscara y las características de la pulpa, aspectos que influyen en su adaptación a distintos ambientes y en la calidad del grano obtenido.

El estudio anatómico permite comprender mejor la diversidad del cacao ecuatoriano y aporta información valiosa para programas de mejoramiento genético, especialmente en zonas como la Amazonia y la costa donde las condiciones climáticas requieren cultivos más resistentes y adaptables.

#### **2.2.3.1 El cacao nacional**

El cacao Nacional Fino de Aroma es una de las variedades más representativas de Ecuador y reconocido a nivel mundial. Se distingue por su sabor y aroma especiales que notas florales, afrutadas y de nuez cualidades muy valoradas en la elaboración de chocolates fino y de alta calidad. Esta variedad representa una herencia genética ancestral y es cultivada mayormente por pequeños productores en zonas bajas y húmedas del país. A pesar de su menor productividad comparada con híbridos como el CCN-51, el cacao Nacional es clave para posicionar al Ecuador como líder en la exportación de cacao fino de aroma. Amador et al. (2022) afirman que esta variedad contribuye significativamente a la identidad cultural y al desarrollo económico del sector agrícola, aunque enfrenta retos como la susceptibilidad a enfermedades y la necesidad de prácticas agrícolas especializadas para mantener su calidad. Su conservación y promoción son fundamentales para garantizar la sostenibilidad del cultivo de cacao de alta calidad.

#### **2.2.3.2 El cacao CCN-51**

El cacao CCN-51 (Colección Castro Naranjal 51) es una variedad híbrida desarrollada en Ecuador que ha ganado popularidad entre los productores por su alta productividad, resistencia a enfermedades y adaptabilidad a diferentes condiciones agroclimáticas. A diferencia del cacao Nacional Fino de Aroma, esta

variedad se caracteriza por un mayor rendimiento por hectárea, lo que la convierte en una alternativa atractiva para mejorar los ingresos de pequeños y medianos agricultores. Sin embargo, su perfil sensorial es menos apreciado en mercados especializados debido a sabores más amargos y astringentes. Zambrano (2024) destaca que el cacao CCN-51 ha contribuido significativamente al aumento de la producción nacional, su masificación ha generado preocupación en torno a la conservación de las variedades tradicionales y la calidad del grano exportado. Este balance entre productividad y calidad sensorial continúa siendo un tema clave para la sostenibilidad del sector cacaotero ecuatoriano.

#### **2.2.4 Enfermedades en el cultivo de cacao**

Solís et al. (2021), señalan que las principales enfermedades del cacao afectan seriamente la producción y calidad del grano. Entre las más comunes están: mazorca negra (*Phytophthora palmivora*) y moniliasis (*Moniliophthora roreri*), que atacan las mazorcas en ambientes húmedos con temperaturas entre 24 °C y 30 °C. El mal del machete (*Ceratocystis spp.*) daña tallos y raíces, favorecido por heridas y temperaturas cálidas. La escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) deforma brotes y frutos, proliferando entre 22 °C y 28 °C. Las bubas (*Colletotrichum spp.*) generan lesiones en las mazorcas, y la pudrición de raíz se presenta en suelos mal drenados, con temperaturas entre 25 °C y 29 °C. Todas estas enfermedades se agravan con alta humedad, lluvias frecuentes y poca ventilación en las plantaciones.

##### **2.2.4.1. Moniliasis**

La enfermedad denominada moniliasis, tiene como agente causal al hongo *Moniliophthora roreri*, es una enfermedad fúngica que afecta exclusivamente a las mazorcas de cacao. Fue detectada por primera vez en Colombia en 1817 y reportada en Ecuador en 1916, donde ha provocado pérdidas significativas que oscilan entre el 50 y el 80 % de la producción anual. Actualmente, está presente en la mayoría de los países cacaoteros de América, con excepción de Brasil y República Dominicana (Solís et al. 2021).

La moniliasis del cacao es una enfermedad causada por el hongo *Moniliophthora roreri*, que ataca principalmente las mazorcas y ocasiona manchas aceitosas en la superficie del fruto, pérdida de brillo, deformaciones,

endurecimiento, aparición de polvo blanco sobre la cáscara y, finalmente, pudrición interna de los granos, lo que genera grandes pérdidas productivas. Esta enfermedad se desarrolla con mayor intensidad en ambientes cálidos y húmedos, especialmente cuando la temperatura oscila entre 24 °C y 28 °C, acompañada de alta humedad relativa y sombra excesiva (Rodríguez, Navarro, Bermeo, & Parra, 2024).

### **2.2.5 Síntomas**

Moniliasis del cacao se manifiesta a través de una serie de cambios visibles en el fruto, los cuales permiten identificar la presencia y avance del patógeno *Moniliophthora roreri* en campo. Las señales de infección se presentan inicialmente en la superficie externa de la mazorca y evolucionan hacia daños más severos tanto externos como internos, afectando los tejidos y la calidad de las almendras. Reconocer estos síntomas de manera temprana es fundamental para implementar acciones de control oportunas y evitar pérdidas productivas significativas, especialmente en zonas con condiciones ambientales favorables para el desarrollo (González, Pineda, Soto, & González, 2025).

#### **2.2.5.1. Manchas aceitosas como síntoma inicial**

Las manchas aceitosas representan el primer indicador visible de infección por *Moniliophthora roreri* en frutos de cacao. Estas aparecen como áreas translúcidas, irregulares y de aspecto húmedo sobre la superficie de la mazorca, resultado del ingreso y actividad inicial del hongo en el tejido epidérmico. Con frecuencia se observan en frutos en estado temprano de desarrollo, especialmente durante el cuajado, momento en el cual el fruto es más susceptible a la colonización. Su presencia es clave para el diagnóstico precoz, ya que antecede a signos más avanzados como la esporulación blanquecina o la pudrición interna posterior (Albores, 2022).

#### **2.2.5.2. Pérdida de brillo y cambio de color**

Dentro de la evolución sintomatológica de la moniliasis, uno de los indicadores visibles posteriores a las manchas aceitosas es la pérdida del brillo natural de la cutícula del fruto. La superficie, normalmente lisa y luminosa, se torna opaca debido al daño celular ocasionado durante la colonización inicial de *Moniliophthora roreri*. Este cambio suele acompañarse de una variación gradual en

la tonalidad del fruto, pasando de verde a tonos amarillentos o marrones. Estas alteraciones cromáticas son relevantes para el diagnóstico temprano en campo, ya que aparecen antes de la esporulación visible y permiten una intervención oportuna para disminuir la propagación y severidad de la enfermedad (Cubillos, 2024).

#### **2.2.5.3. Presencia de polvo blanco (esporulación)**

En la fase activa la superficie del fruto puede cubrirse con una capa blanco-cremosa o pulverulenta producida por la esporulación de *Moniliophthora roreri*; estas esporas facilitan la diseminación del patógeno y son un signo diagnóstico característico de la enfermedad. Estudios recientes que monitorean inóculo y esporulación confirman la relación entre la carga de esporas y el avance epidémico (Silva, Solís, Garzón, Peñaherrera, & Bucker, 2023).

#### **2.2.5.4. Deformación del fruto y endurecimiento del exocarpo**

La infección puede producir alteraciones morfológicas del pericarpo hipertrofia local, deformación y endurecimiento del exocarpo como consecuencia del daño tisular y la pérdida de turgencia; estos cambios reducen la calidad comercial del fruto y son observables en etapas intermedias de la enfermedad (Troya & Vega, 2024).

#### **2.2.5.5. Pudrición interna y necrosis de las almendras**

La pudrición interna y necrosis de las almendras es uno de los síntomas avanzados de la moniliasis, donde el hongo invade el interior del fruto afectando directamente las semillas. El tejido cotiledonar suele oscurecerse progresivamente, tornándose café a negro, acompañado de pérdida de integridad estructural y reducción del valor comercial del grano. Este daño interno no siempre es visible externamente al inicio, lo que dificulta la identificación y permite la diseminación del patógeno si no se retiran los frutos enfermos a tiempo (Martinez & Galindo, 2024)

### **2.2.6 Control**

El cultivo de cacao, al igual que otras especies agrícolas, está vulnerable al ataque de plagas y enfermedades que pueden afectar de manera importante la producción e incluso amenazar la supervivencia de la plantación. Para asegurar la productividad y la calidad del cacao, es necesario implementar un plan de manejo

integrado que considere actividades de monitoreo, control biológico y el uso responsable de productos químicos (Antolinezet al. 2023).

### **2.2.7 Tipos de podas**

Las labores de poda en el cultivo de cacao representan una actividad fundamental que permite conservar la salud del árbol, mejorar la producción y facilitar las labores agrícolas. Existen varios tipos de poda, cada uno con objetivos específicos. La poda de formativa se realiza en fases iniciales del cultivo para darle al árbol una arquitectura correcta que favorezca la entrada de luz y facilite el manejo. La poda de mantenimiento o producción tiene como finalidad eliminar ramas enfermas, secas o mal ubicadas, y se realiza regularmente para conservar una buena arquitectura vegetal. La poda de rehabilitación o saneamiento se aplica a árboles envejecidos o afectados por enfermedades, buscando recuperar su productividad.

Finalmente, la poda fitosanitaria es esencial para prevenir o controlar plagas y enfermedades, ya que reduce el ambiente favorable para su proliferación. Estas podas deben realizarse con herramientas limpias y bien afiladas, siguiendo criterios técnicos para no afectar el desarrollo del cultivo (Rojas et al. 2021).

#### **2.2.7.1. Poda de rehabilitación o saneamiento**

La poda de rehabilitación o saneamiento es una técnica utilizada para recuperar árboles de cacao envejecidos, improductivos o afectados por enfermedades y plagas (Servín, 2024). Esta práctica consiste en la eliminación de ramas secas, enfermas o dañadas, con el objetivo de estimular el rebrote de tejido vegetativo sano, mejorar la aireación y luminosidad dentro de la copa, y reducir focos de infección. Su implementación permite extender la vida útil del cultivo y restaurar su capacidad productiva, especialmente en plantaciones deterioradas o con manejo deficiente.

#### **2.2.7.2. Poda de mantenimiento**

Gutiérrez et al. (2023), indican que esta práctica consiste en retirar chupones, ramas cruzadas o con mal desarrollo, así como las pequeñas ramillas llamadas plumillas. Se lleva a cabo desde los dos años y medio de edad del árbol, con ajustes cada seis meses, con el propósito de mantener su estructura adecuada y prevenir la aparición de plagas y enfermedades.

### **2.2.7.3. Poda de formación**

Esta poda se considera fundamental, ya que permite estructurar la planta con una forma adecuada que favorezca la producción y facilite las labores de manejo del cultivo. Posteriormente, el tipo de poda dependerá del método de propagación, diferenciándose entre plantas reproducidas asexualmente (mediante injerto o ramilla) y aquellas propagadas sexualmente (por semilla). Esta práctica se inicia a partir del primer año de desarrollo, cuando la planta presenta entre tres y seis ramas que conforman la estructura conocida como molinillo (Servín, 2024).

### **2.2.8 Datos climáticos y su influencia en el cacao**

Las enfermedades del cacao están directamente relacionadas con variables climáticas. Por ello, el análisis de temperatura, precipitación y humedad es esencial para predecir brotes de moniliasis.

#### **2.2.8.1. Temperatura**

El cacao se desarrolla mejor en climas donde la temperatura se mantiene entre 21 °C y 32 °C, ya que en ese rango la planta puede crecer y producir de forma adecuada. Aunque puede soportar valores un poco más bajos o más altos temperaturas inferiores a 10 °C pueden causarle daños al igual que aquellas que superan los 38 °C, pues afectan su crecimiento y rendimiento (Garay et al. 2024).

#### **2.2.8.2. Humedad**

La humedad es un factor muy importante en el desarrollo reproductivo del cacao (*Theobroma cacao*), ya que influye directamente en la floración de la planta. Estudios realizados en el sureste de México han demostrado que cuando la humedad es demasiado alta, puede disminuir la cantidad de flores que se abren. Esto ocurre porque la combinación de las flores lo que finalmente reduce la producción de frutos. En cambio temperaturas más cálidas favorecen la floración. Por ello mantener un equilibrio adecuado entre temperatura y humedad resulta fundamental para lograr una buena producción de cacao (Torres et al. 2023).

#### **2.2.8.3. Precipitación**

La precipitación es un factor muy importante para el cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), ya que influye directamente en procesos esenciales como la germinación, la floración y el desarrollo de los frutos. La cantidad y distribución

de las lluvias pueden favorecer o afectar el crecimiento adecuado de la planta y por lo tanto, su producción. En la República Dominicana, se ha observado que variaciones en la cantidad y distribución de las lluvias impactan la productividad del cacao; períodos con lluvias insuficientes o mal distribuidas generan estrés hídrico, reduciendo el número de mazorcas y afectando la calidad de las semillas. Por otro lado, precipitaciones excesivas durante la floración y maduración del fruto pueden favorecer la proliferación de enfermedades fúngicas y aumentar la pérdida postcosecha. El estudio de Roblanda (2024), indica que, aunque no todas las variaciones en precipitación se correlacionan directamente con la producción, los eventos climáticos extremos derivados de la irregularidad de las lluvias tienen un efecto negativo significativo sobre la productividad y salud del cultivo.

### **2.2.9 Sistema web en la agricultura**

Gallegos y Hernández (2024), indican que las aplicaciones web son herramientas informáticas que se ejecutan en un servidor y pueden ser utilizadas mediante navegadores como Chrome o Firefox. Estas soluciones ofrecen funciones avanzadas orientadas a cubrir requerimientos particulares en diversos sectores, entre ellos, el agrícola. En este contexto, su utilización ayuda a optimizar actividades como la planificación, el registro de información y el control de los procesos productivos.

### **2.2.10 MySQL**

MySQL constituye una plataforma de base de datos open source que permite guardar, organizar y consultar grandes cantidades de información de manera ordenada utilizando el lenguaje SQL. Es muy utilizado en aplicaciones web porque procesa los datos con rapidez se integra fácilmente con diferentes lenguajes de programación y funciona en distintos sistemas operativos (Oracle Corporation, 2025).

### **2.2.11 Visual Studio Code**

Visual Studio Code es un editor de código gratuito y compatible desarrollado por Microsoft. Ofrece soporte para diversos lenguajes de programación, así como herramientas integradas para la depuración de código y el control de versiones. Además, permite la incorporación de extensiones que facilitan el desarrollo de aplicaciones web, optimizando el trabajo del programador y mejorando la

productividad durante el proceso de construcción de sistemas informáticos (Microsoft, 2023).

### **2.2.12 Casos de uso**

Los casos de uso son herramientas importantes que permiten describir de manera clara cómo los usuarios interactúan con un sistema, facilitando la definición de sus funciones y mejorando la comunicación entre quienes lo desarrollan y quienes lo utilizan. Un estudio reciente en Ecuador resalta la aplicación de metodologías ágiles como SCRUM junto con herramientas como Visual Studio Code y MySQL, para lograr un desarrollo de software más organizado y eficiente. Este caso de estudio aplicado al Club de Robótica “BOT’S UTC” evidencia la importancia de los casos de uso para planificar y diseñar sistemas que satisfagan las necesidades del usuario (Guanoluisa et al. 2024).

### **2.2.13 Dominio web**

Un dominio web corresponde al nombre que identifica a un sitio en internet y permite su localización de forma sencilla por parte de los usuarios. Está compuesto por un nombre principal y una extensión conocida como dominio de nivel superior (TLD), como: .com, .org o .ec. Los dominios web son fundamentales para la presencia digital de organizaciones y personas, facilitando el acceso y la comunicación en línea (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers [ICANN], 2023).

### **2.2.14 Lenguaje de marcado de Hipertexto (HTML)**

El Lenguaje de Marcado de Hipertexto (HTML, por sus siglas en inglés), constituye la base de la creación de páginas web ya que permite estructurar los contenidos mediante etiquetas que organizan textos, imágenes, enlaces y otros elementos multimedia. Su aplicación posibilita que la información sea interpretada correctamente por los navegadores, sirviendo como soporte para otras tecnologías orientadas al diseño y la programación web (World Wide Consortium [W3C], 2024).

### **2.2.15 Procesador (PHP)**

PHP se trata de un lenguaje de programación empleado principalmente en el desarrollo de aplicaciones web dinámicas, debido a que permiten procesar información en el servidor y generar contenido interactivo para el usuario.

Asimismo, facilita la conexión con bases de datos y el manejo de formularios, lo que resulta fundamental para sistemas que requieren registrar, consultar y actualizar información de manera ampliamente empleada en la construcción de plataformas web funcionales y escalables (The PHP Group, 2025).

## **2.3 Marco Legal**

Cualquier software, sin importar si está en un formato legible para humanos o para máquinas, es considerado una obra literaria cuando es creado por una persona. Por ello, se encuentra protegido bajo los derechos de autor según lo dispuesto en la Ley de Propiedad Intelectual.

### ***2.3.1 Ley de Propiedad Intelectual***

La importancia para considerar en el apartado legal del desarrollo de los proyectos es la propiedad intelectual en la cual se relaciona con las creaciones de invenciones, obras literarias y artísticas, en este caso la realización de un sistema web, por lo que hay que tomar en cuenta los siguientes artículos. Gobierno del Ecuador (2021) en el apartado primero del software de código cerrado y bases de datos en el Artículo 131 sobre la protección del software indica:

Dicha protección se concede independientemente de si el software ha sido incorporado o no en un equipo informático, y sin importar la forma en que esté expresado. Esto incluye tanto el código fuente (legible por el ser humano) como el código objeto (legible por máquina). La normativa también abarca la protección de sistemas operativos, aplicaciones, diagramas de flujo, planos, manuales de uso y, en general, todos los elementos que conforman la estructura, secuencia y organización del programa (pág. 29).

Según lo establecido en el artículo, la propiedad intelectual se puede decir que es la disciplina jurídica que resguarda las creaciones originales tanto literarias, artísticas o científicas, expresado o sustentado por cualquier manera y también protege los derechos de los artistas ejecutantes.

### ***2.3.2 Uso de software libre en Ecuador***

En Ecuador, la ley respalda y fomenta tanto el uso como la creación de software libre, asegurando la libertad para utilizarlo, investigarlo y desarrollarlo, además de impulsar la transparencia y la colaboración en el ámbito tecnológico.

Art. 1: Establecer como política pública para las entidades de administración pública central la utilización del software libre en sus sistemas y equipamientos informáticos.

Art 2: Se entiende por software libre, a los programas de computación que se pueden utilizar y distribuir sin restricción alguna, que permitan el acceso a los códigos fuentes y que sus aplicaciones puedan ser mejoradas. Estos programas de computación tienen las siguientes libertades: utilización de programa con cualquier propósito de uso común, distribución de copias sin

restricción alguna, estudio y modificación de programa (Ley de Constitución de la República del Ecuador, 2023).

Gracias al aumento de tecnologías de libre acceso, los desarrolladores de proyectos, sin importar su escala, cuentan con herramientas tecnológicas fácilmente disponibles. La legislación permite el uso de software de código abierto de forma gratuita, lo que favorece y agiliza el desarrollo de estos proyectos.

Art. 5. El derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión. Se protegen todas las obras, interpretaciones, ejecuciones, producciones o emisión radiofónica cualquiera sea el país de origen de la obra, la nacionalidad o el domicilio del autor o titular. Esta protección también se reconoce cualquiera que sea el lugar de publicación o divulgación (Ley de la Propiedad Intelectual, 2014, p. 2).

Las Leyes de Propiedad Intelectual, como los derechos de autor, las patentes, protegen el trabajo de los creadores de software y sus derechos exclusivos sobre el código que desarrollan.

Art.102.- Los derechos de autor surgen automáticamente con la creación de una obra y están protegidos desde ese momento. Esta protección se aplica sin importar el tipo, calidad, propósito, destino o forma en que se exprese la obra. Lo que se resguarda legalmente es la manera específica en que el autor expresa sus ideas, ya sea mediante descripciones, explicaciones, ilustraciones u otras formas de incorporación. No obstante, cuando una idea solo puede expresarse de una única forma, dicha forma no estará sujeta a protección por derechos de autor (Ley de Propiedad Intelectual, 2016).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Enfoque de la investigación**

La presente investigación tiene un enfoque mixto, porque combina datos cuantitativos provenientes de OpenWeatherMap (temperatura, humedad y precipitación) con datos cualitativos obtenidos mediante fichas de observación y entrevistas realizadas en la finca Chabla.

##### ***3.1.1 Tipo y alcance de la investigación***

###### ***3.1.1.1. Descriptiva***

La investigación se clasifica como descriptiva, debido a que se enfoca en caracterizar las condiciones climáticas suministradas por OpenWeatherMap (temperatura, humedad y precipitación) así como la situación fitosanitaria observada en la finca Chabla mediante fichas de observación y entrevistas. A través de este tipo de estudio se busca detallar el comportamiento de las variables que influyen en la aparición de la moniliasis en el cultivo de cacao.

###### ***3.1.1.2. Correlacional***

El tipo de investigación es correlacional, ya que analiza la relación existente entre los datos climáticos oficiales del OpenWeatherMap y los registros obtenidos directamente en la finca. Esta correlación permite identificar patrones ambientales que podrían estar asociados con el incremento o disminución de la enfermedad, aportando una base para implementar un sistema predictivo confiable.

###### ***3.1.1.3. Aplicada***

Finalmente, se considera una investigación de carácter aplicado, debido a que se orientó a dar solución a una problemática concreta que afectó la productividad en la finca Chabla: la aparición de enfermedades. A diferencia de una investigación puramente teórica, el estudio busco generar un producto tecnológico funcional que ayudo a los agricultores a optimizar el control fitosanitario de manera predictiva.

### **3.1.2 Diseño de investigación**

#### **3.1.2.1. Diseño no experimental**

La presente investigación adoptó un diseño no experimental, ya que no se manipularon intencionadamente las variables que se estudiaban, como el clima, la humedad o la incidencia de moniliasis en el cultivo de cacao. En lugar de ello, se analizaron datos históricos y actuales provenientes de fuentes secundarias como OpenWeatherMap, revistas científicas, libros especializados y tesis académicas.

El objetivo no fue alterar el comportamiento de las variables, sino observarlas y analizarlas tal como se presentaron en la realidad, para así desarrollar un sistema predictivo que logro anticipar la aparición de enfermedades. Además, esta investigación se enmarco en el diseño tecnológico, ya que con base a los datos recolectados se construyó un sistema web funcional que se aplicó directamente en un contexto agrícola en la finca Chabla.

## **3.2 Metodología**

### **3.2.1 Metodología extreme programming XP**

Para este proyecto de desarrollo del sistema web para el control de moniliasis en los cultivos de cacao, la implementación de XP permitió un ciclo de desarrollo eficiente y adaptable a las necesidades del propietario, optimizando los resultados.

Según Chavarry (2023), la Programación Extrema (XP) es una metodología ágil que se enfocó en mejorar la calidad del software y la capacidad de respuesta ante cambios mediante la integración de prácticas clave como la comunicación constante con el cliente, el desarrollo interactivo y las pruebas continuas.

#### **3.2.1.1. Planificación**

En la fase de planificación se aplicaron técnicas como la observación y la entrevista realizada a la propietaria, con el propósito de recopilar la mayor cantidad posibles de información sobre sus necesidades. Esto permitió definir los requerimientos del sistema y definir los módulos que lo conformarían considerando las necesidades de la finca.

#### **3.2.1.2. Diseño**

En esta fase se diseñó la estructura del sistema web para el control de la moniliasis en el cultivo de cacao tomando en cuenta los requerimientos que ya se habían identificado. Se elaboraron diagramas de casos de uso para representar de forma clara las principales funciones del sistema y la manera en que el usuario interactúa con él.

Asimismo, se diseñó la base de datos, estableciendo las tablas y sus relaciones para almacenar la información de manera ordenada. La aplicación de la metodología XP permitió avanzar por etapas, entregando partes funcionales del sistema de forma progresiva, lo que facilitó realizar ajustes y mejoras conforme surgían nuevas necesidades durante el desarrollo.

#### **3.2.1.3. Codificación**

En esta fase se implementaron los módulos del sistema utilizando PHP con programación orientada a objetos, debido a su simplicidad y potencia en el desarrollo web con bases de datos. Para gestionar la información del sistema se

utilizó MySQL, una herramienta gratuita y compatible con diversos lenguajes de programación que facilita el almacenamiento y manejo de los datos.

#### **3.2.1.4. Pruebas**

Durante esta fase se realizaron pruebas funcionales al sistema para asegurar que no presente fallos al momento de ejecutar el sistema. Las pruebas se enfocaron en las interfaces del sistema y su funcionalidad.

Para estimar el riesgo de moniliasis, el sistema utiliza un modelo predictivo basado en reglas climáticas que analiza variables como temperatura y humedad relativa, factores que influyen en el desarrollo del hongo *Moniliophthora roreri*. La clasificación del riesgo se establece mediante umbrales: humedad menor al 70 % indica riesgo bajo, entre 70 % y 85 % riesgo moderado, y superior al 85 % con temperaturas entre 20 °C y 26 °C riesgo alto o muy alto. Estos criterios permiten generar alertas tempranas para apoyar la toma de decisiones en el manejo del cultivo de cacao.

Para validar la confiabilidad de las predicciones del sistema, se emplearon métricas de desempeño basadas en una matriz de confusión, que permitió comparar las predicciones generadas con las observaciones reales registradas en la finca. A partir de esta matriz se obtienen indicadores como precisión, sensibilidad y especificidad, utilizados para evaluar el desempeño del sistema en la clasificación del riesgo de moniliasis (**Ver Anexo N° 25**).

#### **3.2.1.5. Implementación**

En esta etapa, se configuro un hosting con disponibilidad continua para garantizar que el sistema esté siempre accesible. Además, se configuro un dominio para que el usuario pueda acceder fácilmente al sistema con solo hacer clic en el enlace.

Una vez implementado el sistema se realizó una capacitación para garantizar que el usuario pueda utilizar la plataforma de manera correcta y eficiente.

### **3.2.2 Recolección de datos**

#### **3.2.2.1. Recursos**

Para llevar a cabo esta propuesta tecnológica, fue necesario contar con diversos recursos que permitieron su adecuada implementación y funcionamiento **(Ver Anexo N°1)**.

##### **3.2.2.1.1. Recursos humanos**

**Estudiante:** La autora del proyecto fue encargada de liderar de manera integral el desarrollo del sistema web predictivo. Entre sus responsabilidades se incluyeron la recolección y análisis de la información, la definición de requerimientos, el diseño y desarrollo del sistema, el procesamiento de datos agroclimáticos y fitosanitarios, así como la elaboración de la documentación técnica y académica. Asimismo, se aseguró de que la solución tecnológica propuesta respondiera adecuadamente a las necesidades identificadas en la finca Chabla.

**Docente:** La docente en calidad de tutora académica, proporciono acompañamiento metodológico y técnico durante todas las etapas del proyecto. Su función principal fue supervisar el cumplimiento de los objetivos planteados, orientar la redacción del trabajo investigativo y validar tanto el enfoque como la calidad del desarrollo propuesto garantizando su coherencia científica y su viabilidad práctica.

**Propietario:** El propietario de la finca participó activamente durante todo el proceso aportando información valiosa sobre las prácticas actuales de manejo del cultivo. Su colaboración fue fundamental para identificar problemas reales relacionados con la enfermedad. Además facilitó el acceso al entorno productivo, brindó datos obtenidos en campo y apoyó en la validación del sistema, asegurando que la herramienta fuera realmente útil en el contexto agrícola local.

##### **3.2.2.1.2. Recursos tecnológicos**

**Hardware:** Para el desarrollo del sistema se empleó un computador portátil Lenovo con procesador Intel Core i3, 8 GB de memoria RAM, 512 GB de almacenamiento SSD, lo que permitió realizar la programación, pruebas locales y ejecución del sistema web de forma adecuada y eficiente. Además, se dispuso de conexión a internet para acceder a recursos en línea y realizar las actualizaciones necesarias durante el proceso de desarrollo **(Ver Tabla 1)**.

**Software:** Para el desarrollo del sistema web se utilizó Laravel como framework principal, junto con Visual Studio Code, MySQL, HTML, CSS, JavaScript y Bootstrap. Además, se empleó XAMPP como entorno local para realizar pruebas antes de su implementación **(Ver Tabla 2)**.

**Servicios:** Para el correcto funcionamiento del sistema web se utilizaron servicios como hosting para la publicación del sistema en línea **(Ver Tabla 3)**.

**Presupuesto:** Se realizaron las cotizaciones correspondientes a los recursos necesarios para el desarrollo del sistema web, considerando los precios actuales del mercado. El valor total estimado asciende a \$943,00, e incluye los recursos tecnológicos requeridos, tales como hardware, software y servicios esenciales para la implementación del proyecto. **(Ver Tabla 4)**.

### **3.2.2.1.3. Bibliográficos**

La información que se utilizó para fundamentar el desarrollo del sistema provino de fuentes confiables y verificables, tales como libros, artículos científicos, revistas especializadas, tesis y publicaciones académicas en línea. En particular, se dio prioridad a revistas de alto impacto indexadas en bases de datos reconocidos. Además, se consideraron fuentes oficiales como el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), entre otros organismos pertinentes.

### **3.2.2.2 Fuente de datos climáticos**

Debido a que no fue posible establecer una conexión directa con una API oficial del Instituto Nacional de meteorología e hidrología (INAMHI) para la obtención automática de datos climáticos, optó por utilizar una API OpenWeatherMap como fuente alternativa de información meteorológica. Esta plataforma permitió acceder a variables como temperatura, humedad y precipitación las cuales fueron empleadas para alimentar el sistema web predictivo y realizar el análisis correspondiente.

### **3.2.3 Métodos y técnicas**

#### **3.2.3.1. Método inductivo**

Se aplicó el método inductivo observando casos reales en la Finca Chabla, como la aparición de síntomas de moniliasis bajo ciertas condiciones. A partir de estas observaciones se identificaron patrones que permitieron establecer

conclusiones generales, las cuales sirvieron como base para diseñar un sistema predictivo adaptado a las necesidades del cultivo.

#### **3.2.3.2. Método cuantitativo**

El método cuantitativo se emplea para analizar los datos numéricos provenientes de OpenWeatherMap, tales como temperatura, humedad y precipitación. A través de este método es posible organizar los datos, identificar tendencias, calcular variaciones climáticas y establecer relaciones entre las condiciones ambientales y la aparición de la moniliasis. La aplicación del enfoque cuantitativo garantiza rigor y precisión en la interpretación de los valores meteorológicos.

#### **3.2.3.3. Método cualitativo**

El método cualitativo se utiliza para interpretar la información obtenida mediante entrevistas y fichas de observación aplicadas en la finca Chabla. Este método permite comprender la percepción del agricultor, las prácticas de manejo del cultivo y las condiciones en que se presenta la enfermedad. Su integración facilita la contextualización de los resultados obtenidos a partir de los datos climáticos.

#### **3.2.3.4. Método analítico**

El método analítico permite descomponer y examinar las variables involucradas en el estudio, especialmente aquellas relacionadas con el comportamiento climático y la presencia de moniliasis. A través de este método se identifican los posibles factores que influyen en el desarrollo de la enfermedad, considerando tanto los datos climáticos como las observaciones en campo.

#### **3.2.3.5. Técnicas**

Las técnicas que se utilizaron para el desarrollo de este sistema web son las siguientes:

##### **3.2.3.5.1. Técnica de entrevista**

Se realizó la entrevista al propietario de la finca para conocer sus experiencias, necesidades y dificultades en el manejo de la moniliasis. Esta información ayudó a definir los requisitos del sistema y asegurar que sea útil y fácil de usar para los usuarios finales (**Ver Anexo N° 2**).

También se aplicó una entrevista al ingeniero agrónomo, con el objetivo de identificar las principales causas que generan la proliferación de las moniliasis y los síntomas visibles más relevantes en campo. La información obtenida permitió definir los sistemas web predictivo, fortaleciendo su base técnica y funcional (**Ver Anexo N° 3**).

#### **3.2.3.5.2. Técnica de observación**

Se utilizó la observación directa en la finca que identifiqué y registro síntomas de la moniliasis y condiciones ambientales que afectaron el cultivo. Esta técnica permitió recopilar información precisa y real sobre el estado del cacao, que sirvió para detectar patrones y diseño del sistema predictivo (**Ver Anexo N° 4**).

#### **3.2.4 Población y muestra**

##### **3.2.4.1. Población**

La población de estudio estaba conformada por una sola persona: el propietario de la Finca Chabla, quien constituye la principal fuente de información para esta investigación.

##### **3.2.4.2. Muestra**

Dado que la población es finita y compuesta por un único individuo, no fue necesario realizar un cálculo muestral. Por lo tanto, se trabajó con la totalidad de la población.

#### **3.2.5 Análisis estadísticos**

El análisis estadístico se aplica a los datos climáticos proporcionados por el OpenWeatherMap con el fin de procesarlos, organizarlos y representarlos adecuadamente. Este análisis permite calcular promedios, variaciones y tendencias de las variables de temperatura, humedad y precipitación.

A través de estos procedimientos se establecen relaciones entre las condiciones ambientales y los registros de la enfermedad obtenidos en la finca Chabla, garantizando la validez numérica y la confiabilidad de los resultados.

### **3.3 Cronograma de actividades**

El proyecto se desarrolló en un periodo de seis meses y, para una mejor organización de las actividades, se empleó Microsoft Project, lo cual facilitó la

creación de un cronograma estructurado, la definición de relaciones entre tareas y el monitoreo continuo del progreso del sistema (**Ver Apéndice 1**).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Análisis de los datos climáticos y agrícolas en la Finca Chabla, con el fin de diseñar un sistema web adaptado a sus necesidades.

En esta sección se presentan los resultados obtenidos del análisis de los datos climáticos y agrícolas de la Finca Chabla, realizado mediante técnicas de recolección de información y observación directa del entorno productivo. El propósito fue identificar los factores ambientales y agronómicos que inciden en la aparición de enfermedades como la moniliasis, y determinar los requerimientos necesarios para el diseño de un sistema web predictivo que facilite la toma de decisiones preventivas y la gestión eficiente del cultivo de cacao.

#### 4.1.1 Entrevista

Durante el levantamiento de información, se recopilaron datos relacionados con las principales actividades agrícolas desarrolladas en la Finca Chabla. Entre ellas destacan: (**Ver Anexo N° 5**).

**Monitoreo de síntomas:** Los agricultores registran manualmente la presencia de frutos momificados, manchas en hojas y mazorcas con moho, síntomas característicos de la moniliasis.

**Manejo de labores de mantenimiento:** Incluye poda, limpieza del terreno, fertilización, control de moniliasis y manejo de sombra.

**Registro en formato físico:** La información se almacenaba en libretas, sin respaldo digital, dificultando el análisis histórico o la correlación con condiciones climáticas.

**Ausencia de herramientas predictivas:** No se contaba con un sistema que permitiera anticipar riesgos de brote de enfermedad ni generar alertas tempranas.

El análisis de estos procesos permitió identificar la necesidad de un sistema web que integre los datos agrícolas con variables climáticas, para facilitar un monitoreo más preciso del estado fitosanitario del cacao.

#### **4.1.2 Observación directa**

Mediante el estudio de registros locales y fuentes del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), se determinó que las condiciones de temperatura, humedad y precipitación son variables determinantes para el desarrollo de enfermedades en el cacao. Sin embargo, la finca no contaba con un método sistemático para registrar y correlacionar estos datos con las observaciones de campo (**Ver Anexo N° 6**).

Aunque inicialmente se consideró la utilización de datos provenientes del INAMHI, no se logró disponer de un servicio de integración mediante una API oficial por tal motivo, los datos climáticos empleados en el desarrollo y validación del sistema fueron obtenidos a través de la API OpenWeatherMap. Esta fuente permitió continuar con la implementación del sistema web predictivo y generar los resultados necesarios para el análisis del riesgo de moniliasis.

#### **Se evidenciaron las siguientes limitaciones:**

Falta de una base de datos unificada que relacione las condiciones climáticas con los síntomas observados.

Dificultad para interpretar patrones de riesgo debido al almacenamiento disperso de información.

Carencia de herramientas visuales o analíticas que faciliten la toma de decisiones preventivas.

Por tanto, se planteó la necesidad de desarrollar un sistema web integrado, capaz de combinar los datos climáticos y agrícolas, analizar tendencias y generar predicciones de riesgo fitosanitario.

#### **Datos de Campo**

Los datos recopilados para los dos lotes evaluados en los periodos septiembre–noviembre y diciembre–enero, incluyendo la variedad de cacao, las labores de poda, los tipos y fechas de fertilización, las aplicaciones de fungicidas y los principales indicadores de incidencia de enfermedades. En ambos periodos se observan diferencias claras entre los lotes, destacando que el cacao Nacional (Fino de Aroma) mantuvo incidencias más bajas en frutos momificados, manchas foliares y mazorcas con moho, en comparación con el CCN-51.

Asimismo, se evidencia cómo las prácticas de manejo (poda, fertilización y control fitosanitario), condiciones estacionales, influyen directamente en el estado sanitario del cacao, constituyendo insumos fundamentales para el análisis predictivo del sistema (**Ver Anexo N° 7**).

#### ***4.1.3 Requerimientos funcionales***

Después de evaluar los datos agrícolas y climáticos de la Finca Chabla, se definieron los requerimientos funcionales principales para el desarrollo del sistema web predictivo. Estos requisitos buscan facilitar una administración efectiva y organizada de la información, así como una toma de decisiones preventiva y eficiente en el manejo del cultivo de cacao (**Ver Anexo N° 8**).

#### ***4.1.4 Requerimientos no funcionales***

Así mismo, el sistema web incorpora requerimientos no funcionales que aseguran su correcto funcionamiento en términos de usabilidad, seguridad, disponibilidad y compatibilidad con diferentes dispositivos, garantizando una experiencia confiable para el usuario (**Ver Anexo N° 9**).

#### ***4.1.5 Diagramas de caso de uso***

**Caso de uso Registro:** Permite al agricultor crear una cuenta en el sistema ingresando sus datos personales (nombre, correo, teléfono, usuario y contraseña) una vez completado, el sistema valida la información y registra al usuario para que pueda acceder (**Ver Anexo N° 10**).

**Caso de uso inicio de Sesión:** permite al agricultor acceder al sistema ingresando sus credenciales. El sistema verifica la información, autoriza el acceso si es válida y redirige al usuario a su panel principal (**Ver Anexo N° 11**).

**Caso de uso registro de datos:** permite al agricultor documentar los datos visibles en las plantas de cacao directamente en la finca. El usuario selecciona la zona específica y detalla los signos observados para que el sistema registre esta información de forma organizada (**Ver Anexo N° 12**).

**Caso de uso datos climáticos:** El agricultor ingresar manualmente condiciones del clima en la finca o cargar los datos climáticos de OpenWeatherMap. El sistema almacena esta información, la vincula con síntomas observados en las

plantas de cacao al igual que genera visualizaciones y tendencias climáticas para comparar con los síntomas observados (**Ver Anexo N° 13**).

**Caso de uso de Análisis y Predicción:** analiza síntomas y clima para calcular el nivel de riesgo de enfermedades (alto, medio, bajo) y actualiza las predicciones en tiempo real (**Ver Anexo N° 14**).

**Caso de uso de Alertas y Recomendaciones:** Genera alertas automáticas con recomendaciones específicas (poda, monitoreo, aplicación de productos) según el riesgo detectado (**Ver Anexo N° 15**).

**Caso de uso de Registro de Intervenciones:** permite registrar las acciones realizadas (tipo, fecha, zona, observaciones) para dar seguimiento y retroalimentar el sistema (**Ver Anexo N° 16**).

**Caso de uso de Reportes e Historial:** muestra el historial de síntomas, predicciones y acciones, con gráficos y reportes exportables para análisis y respaldo (**Ver Anexo N° 17**).

## **4.2 Desarrollo del sistema web predictivo, integrando los datos meteorológicos, asegurando su correcto funcionamiento mediante pruebas de funcionalidad.**

### **4.2.1 Diagrama de Base de Datos**

El diagrama de la base de datos fue modelado de manera estructurada con el fin de organizar la información del sistema predictivo de control de la enfermedad en el cultivo cacaotero, permitiendo almacenar, relacionar y consultar datos de síntomas, condiciones climáticas, niveles de riesgo, alertas e intervenciones. Su estructura asegura que la información se mantenga organizada y protegida, facilitando un análisis rápido y confiable que respalda la toma de decisiones (**Ver Apéndice 2**).

### **4.2.2 Diccionario de datos**

El esquema descriptivo de datos tiene como propósito organizar y describir la información que se almacenará en el sistema, especificando de forma clara los campos, tipos de datos y restricciones de cada tabla. Esta herramienta permite mantener una estructura ordenada y coherente de la base de datos, lo que contribuye en el rendimiento del sistema web predictivo destinado al manejo de la moniliasis en el cultivo de cacao. Además facilita la comprensión de cómo está organizada la información y sirve de apoyo para futuras mejoras o ajustes del sistema (**Ver Anexo N°18**).

**Diccionario de datos de la tabla usuario:** Registra la información de los usuarios que ingresen al sistema, incluyendo sus datos personales y credenciales de acceso (**Ver tabla 9**).

**Diccionario de datos de la tabla zona finca:** Registra las zonas de la finca donde se realiza el monitoreo del cultivo de cacao, permitiendo la identificación y organización de las áreas de análisis (**Ver Tabla 10**).

**Diccionario de datos de la tabla registro síntomas:** Almacena los síntomas observados en las plantas de cacao relacionados con la moniliasis, como frutos momificados, manchas y presencia de moho, asociados a una zona (**Ver Tabla 11**).

**Diccionario de datos de la tabla datos climáticos:** Guarda la información climática relevante para la predicción de la moniliasis, tales como temperatura, humedad y cantidad de lluvia, obtenida de forma manual o mediante la integración con datos del OpenWeatherMap **(Ver Tabla 12)**.

**Diccionario de datos de la tabla predicción moniliasis:** Registra los resultados generados por el módulo de análisis predictivo, determinando el nivel de riesgo de moniliasis por zona y fecha, junto con la causa del diagnóstico **(Ver Tabla 13)**.

**Diccionario de datos de la tabla alertas moniliasis:** Almacena las alertas generadas por el sistema en función del nivel de riesgo detectado, permitiendo la notificación oportuna al agricultor para la toma de acciones preventivas **(Ver Tabla 14)**.

**Diccionario de datos de la tabla intervenciones:** Registra las acciones realizadas por el agricultor, tales como poda sanitaria, limpieza o aplicación de productos fitosanitarios, como respuesta a las alertas emitidas por el sistema **(Ver Tabla 15)**.

**Diccionario de datos de la tabla alertas email:** Almacena el historial de correos electrónicos enviados, permitiendo el control del envío de alertas y la prevención de notificaciones duplicadas **(Ver Tabla 16)**.

#### ***4.2.3 Pruebas de funcionalidad***

A partir de la ejecución de las pruebas de funcionalidad, se concluye que el sistema web predictivo orientado a la gestión de la moniliasis cumple con los requerimientos establecidos, sus módulos operan correctamente y permiten el registro, el procesamiento de la información y la generación de alertas y reportes de manera adecuada. Estos resultados demuestran que el sistema opera de manera estable y confiable, convirtiéndose en un recurso tecnológico eficaz para apoyar la gestión decisional en la prevención y control de la moniliasis en el cultivo de cacao **(Ver Anexo N° 19)**.

#### ***4.2.4 Pruebas de usabilidad***

La interfaz del sistema web predictivo enfocado en la moniliasis fue diseñada pensando en que sea fácil de usar y funcional para el agricultor. Para su desarrollo

se utilizó Bootstrap, lo que permitió que el sistema se adapte correctamente a diferentes dispositivos como computadoras y teléfonos móviles. Asimismo, se eligió una estructura visual basada en colores y componentes gráficos que facilitan la navegación y comprensión de la información, asegurando que cada parte del sistema cumpla con los requisitos establecidos (**Ver Anexo N°20**).

### **4.3 El despliegue del sistema web en la Finca Chabla, acompañado de una inducción al usuario para garantizar el uso adecuado de la plataforma y la obtención de predicciones confiables.**

#### **4.3.1 Manual de usuario**

El instructivo de uso, contiene las instrucciones básicas necesarias para utilizar correctamente el sistema web predictivo dirigido a la prevención de la moniliasis en el cacao. En este documento se explica cómo ingresar al sistema, desplazarse por el panel principal y emplear los módulos de registro de datos personales, datos de campo, datos meteorológicos, predicción, alertas, control de intervenciones y generación de reportes. Su propósito es apoyar al agricultor en el manejo básico del sistema, garantizando una gestión eficiente de la información para la prevención de la enfermedad **(Ver Anexo N° 21)**.

#### ***Manual técnico***

Este manual técnico tiene como finalidad orientar al agricultor en el uso adecuado del sistema web predictivo enfocado en la moniliasis en el cultivo de cacao. En este documento se describen las funcionalidades principales de la aplicación, los procedimientos de desplazamientos dentro del sistema y el ingreso a los diferentes módulos y las acciones que pueden ejecutarse en cada uno de ellos **(Ver Anexo N° 22)**.

#### ***Cierre y entrega del sistema web***

El cierre y entrega del sistema web consistió en la verificación final de su correcto funcionamiento, la validación de los módulos implementados y la preparación del entorno para su uso en la Finca Chabla. En esta etapa se realizó la instalación del sistema, la estructuración de la base de datos y la revisión de las funcionalidades principales, garantizando que el software cumpla con los objetivos propuestos.

Asimismo, se efectuó la entrega formal al usuario, acompañada de una inducción básica sobre el uso del sistema, con el fin de asegurar su correcta utilización y la obtención de resultados confiables en el control de la moniliasis en el cultivo de cacao **(Ver Anexo N° 23)**.

#### **4.3.2 Evaluación de la eficiencia del sistema**

Con el fin de evaluar el desempeño del sistema web predictivo, se analizaron las variables climáticas utilizadas para estimar el riesgo de moniliasis en el cultivo de cacao. El sistema compara los valores de temperatura y humedad relativa con rangos previamente definidos para determinar el nivel de riesgo de aparición de la enfermedad. A partir de esta comparación, los niveles de riesgo se clasifican en categorías de bajo, moderado y alto, lo que permite generar alertas preventivas que apoyan la toma de decisiones en el manejo del cultivo

La tabla de rangos climáticos utilizada en el sistema permite establecer los niveles de riesgo de moniliasis a partir de la relación entre temperatura y humedad relativa. Estos valores sirven como base para el análisis predictivo implementado en el sistema web, permitiendo clasificar el riesgo en niveles bajo, moderado o alto y generar alertas preventivas para el manejo del cultivo. **(Ver Anexo N° 24).**

## 5. DISCUSIÓN

El sistema informático predictivo destinado a mejorar el manejo de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en la plantación de cacao de la finca Chabla mediante la generación de alertas tempranas basadas en condiciones climáticas cumplió los objetivos específicos en cada etapa del proyecto, garantizando que el sistema responda a las necesidades dichas ayudando a reducir pérdidas significativas en la finca.

La propuesta de Sosa y Guzmán (2022), constituye un aporte relevante al sector agrícola, a través de métodos de recopilación de datos como entrevistas se desarrolló un sistema inteligente de monitoreo fitosanitario. Este sistema, permite el reconocimiento anticipado de la enfermedad y ayuda a informar riesgos que afectan la productividad. Del mismo modo el sistema desarrollado por Barcia y Contreras (2022), ayudó a mejorar la identificación y tratamiento de la Moniliasis en mazorcas de cacao mediante un enfoque basado en el conocimiento, permitiendo a los productores tomar decisiones más precisas y oportunas en la Hacienda “La Promesa”. De esta manera, Este método permitió recopilar datos relevantes sobre las problemáticas específicas del manejo agronómico en el cultivo de la finca Chabla, facilitando el establecimiento de prioridades en las funcionalidades necesarias asegurando que los requerimientos del sistema se ajustarán de manera precisa a las necesidades del usuario.

El modelo basado en redes neuronales convolucionales para la detección de la (*Moniliophthora roreri*) en el cacao, desarrollado por Lozano (2025), tuvo como propósito principal anticipar riesgos fitosanitarios y reducir el impacto de *Moniliophthora roreri*, una plaga que ocasiona pérdidas significativas en la producción. Para garantizar su eficacia, se llevaron a cabo pruebas de entrenamiento, validación y funcionalidad, asegurando que el modelo cumpliera con lo establecido. Asimismo Castillo et al. (2023), Desarrollo de un modelo predictivo utilizando técnicas de aprendizaje supervisado para detectar la moniliasis en plantas de cacao de la Provincia de Orellana”, se realizaron pruebas de entrenamiento y validación al igual que las pruebas de funcionamiento, asegurando que cumpla con los requisitos esperados. Del mismo modo para el sistema desarrollado para la finca Chabla se realizaron pruebas de caja negra y de

funcionalidad, verificando que respondiera adecuadamente a los requisitos establecidos.

De acuerdo con Rendón y Rodríguez (2023), La implementación del sistema web y móvil para la detección de la moniliasis en mazorcas de cacao CCN-51 permitió digitalizar un proceso que antes era manual, reduciendo errores y pérdida de información mediante visión por computadora, los productores pudieron identificar síntomas de la enfermedad de forma más rápida y precisa. En este sentido la implementación del sistema desarrollado para a finca Chabla contribuyó significativamente al control de una problemática de gran impacto como la moniliasis, brindando apoyo integral al productor en sus labores agrícolas y facilitando la detección temprana de la enfermedad.

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1 Conclusiones**

En relación con el análisis de los datos climáticos y agrícolas, se determinó que la temperatura, humedad y precipitación influyen directamente en la aparición de moniliasis en el cultivo de cacao, permitiendo definir los requerimientos del sistema web predictivo acorde a las condiciones de la finca Chabla. Además, se identificó que aproximadamente el 70% de los casos registrados estuvieron asociados a alta humedad y temperaturas entre 20 °C y 26 °C. Asimismo, el lote 1 presentó mayor incidencia de síntomas con un 65% de los registros observados, mientras que el lote 2 presentó un 35 %, evidenciando menor afectación.

Respecto al desarrollo del sistema web predictivo, se logró el registro de datos meteorológicos y agrícolas en una plataforma funcional, la cual fue sometida a pruebas de funcionalidad que evidenciaron el correcto desempeño de sus módulos por consiguiente el sistema demostró ser capaz de procesar la información ingresada y generar predicciones sobre el nivel del riesgo de moniliasis contribuyendo así a un control más oportuno de la enfermedad.

La implementación del sistema web predictivo permitió analizar las variables climáticas relacionadas con la aparición de moniliasis en el cultivo de cacao. La tabla porcentual que relaciona temperatura y humedad relativa fue utilizada como referencia para clasificar los niveles de riesgo, permitiendo al sistema generar predicciones y alertas que facilitan la toma de decisiones preventivas en la finca Chabla.

### **6.2 Recomendaciones**

En relación con el análisis de los datos climáticos y agrícolas se recomienda continuar con la recopilación sistemática de información en la finca Chabla a fin de fortalecer la base de datos utilizada por el sistema y mejorar progresivamente la precisión de los resultados obtenidos de esta manera se podrán identificar con mayor claridad las condiciones que inciden en la presencia de la enfermedad.

Respecto al desarrollo del sistema web predictivo se sugiere mantener y actualizar periódicamente la plataforma incorporando mejoras en los módulos de registro y análisis lo que permitirá optimizar su funcionamiento y ampliar sus

capacidades para futuros estudios relacionados con la predicción de enfermedades en el cultivo de cacao.

Finalmente en cuanto al despliegue del sistema en la finca Chabla se recomienda reforzar la capacitación del usuario y promover el uso constante del sistema en las actividades diarias con el propósito de asegurar la obtención de predicciones confiables y facilitar la aplicación de decisiones pertinentes en el control del cultivo.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Abad, A., Acuña, C., y Naranjo, E. (2021). El cacao en la Costa ecuatoriana: Estudio de su dimensión cultural y económica. *Revista Internacional de Administración*, 1(7), 59-83. doi:<https://doi.org/10.32719/25506641.2020.7.3>
- Abad, M., Méndez, M., y Erazo, O. (2023). Tecnología de Internet de las Cosas en el monitoreo de cultivos agrícolas. *Revista Odigos*, 4(3), 69-93. doi:<https://doi.org/10.35290/ro.v4n3.2023.939>
- Albores, V. (2022). Mecanismos de infección endógena en frutos de cacao con *Moniliophthora roreri*. *POLIBOTÁNICA*, 27(53), 197- 209. doi:<https://doi.org/10.18387/polibotanica.53.13>
- Amador, C., Alvarado, A., Farah, S., y Martillo, J. (2022). Caracterización morfológica del cacao nacional “*Theobroma cacao* L.” del cantón Naranjal, Ecuador. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 34(4), 80-97. doi:<https://doi.org/10.37815/rte.v34n4.978>
- Antolinez, E., Almanza, P., Baraona, A., Díaz, E., y Serrano, P. (2023). Estado actual de la cacaocultura: una revisión de sus principales limitantes. *Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia*, 17(2), 5-15. doi:<https://doi.org/10.19053/01228420.v17.n2.2020.10729>
- Añazco, J., Correa, E., Celi, K., y Purcachi, V. (2024). Buenas Prácticas Agrícolas (GAPS) en el Cultivo de Cacao (*Theobroma cacao*) Injerto en la Parroquia Luz de América. *Revista Social Fronteriza*, 4(Especial), 134-152. doi:[https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(Especial\)152](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(Especial)152)
- Barcia , J., y Contreras, P. (2022). *Sistema basado en el conocimiento para la identificación y tratamiento de la Moniliasis (*Moniliophthora roreri*) fase dos de la mazorca de cacao en la Hacienda “La Promesa”*. Guayaquil: [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BARCIA%20INTRIAGO%20JOS%C3%89%20ALEJANDRO.pdf>
- Calderón, J., Analuisa, Á., Chango, W., y Aguilar, P. (2024). Aplicación web progresiva para gestionar pronósticos agrícolas en las plantaciones de

- cacao en Orellana. *Mikarimin. Revista Científica Multidisciplinaria*, 20(2), 38 - 59. doi:<https://doi.org/10.61154/mrcm.v10i2.3211>
- Castillo, D., Ramírez, M., Chango, W., y Aguilar, P. (2023). Desarrollo de un modelo predictivo utilizando técnicas de aprendizaje supervisado para detectar la moniliasis en plantas de cacao de la Provincia de Orellana. *Revista Tecnológica – ESPOL*, 3, 46-67. doi:<https://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/es/article/view/1069>
- Chavarry, K. (2023). Implementación de un sistema web con Metodología XP. *Qantu Yachay*, 2-4. doi:<https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v3i2.54>
- Cubillos, G. (2024). Cocoa Frosty Pod Rot (symptom description and disease cycle). *Skeena Publishers*, 1. Obtenido de <https://skeenapublishers.com/journal/sjh/SJH-01-00002.pdf>
- Cuellar, C. (2024). *Consulta de expertos en América Latina y El Caribe sobre las prácticas de manejo más utilizadas para el control de las principales plagas y enfermedades del cacao [Archivo PDF]*. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6340>
- Derren, W. (2023). Demostrar y negociar la adopción de tecnologías de diseño web: Cascading Style Sheets y el CSS Zen Garden. *Tecnología Digital, Cultura y Sociedad*, 7(1), 27–46. doi:<https://doi.org/10.1080/24701475.2022.2055274>
- El Salous, A., Martillo, J., Gómez, J., y Martínez, F. (2021). Mejoramiento de la calidad del cultivo de cacao en Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 25(3), 368-380. doi:<https://doi.org/10.37960/rvg.v25i3.33375>
- Gallegos, A., y Hernández, J. (2024). Análisis y diseño de un sistema web para la gestión de pedidos en una institución de educación media superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 7616-7631. doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i1.10090](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10090)
- Garay, I., Villaruel, M., Díaz, A., Chávez, R., y Herrera, J. (2024). Factores climáticos en el desarrollo y producción de cacao en Úrsulo Galván, Veracruz, México. *Revista Agronomía Mesoamericana*, 35(54337), 4-10. doi:<https://doi.org/10.15517/am.2024.54337>

- García, A., Pico, B., y Jaimez, R. (2021). La cadena de producción del Cacao en Ecuador. *Revista Digital Novasinenergia*, 4(2), 152-172. doi:doi.org/10.37135/ns.01.08.10.
- Gobierno del Ecuador. (14 de agosto de 2021). *Ley de Propiedad Intelectual [Archivo PDF]*. Obtenido de <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp-content/uploads/2018/10/Ley-de-Propiedad-Intelectual.pdf>
- González, H., Pineda, M., Soto, A., y González, A. (2025). Agricultural alternatives for agroecological management of moniliasis in cocoa. *BioAgro*, 3(37), 311-324. doi:https://doi.org/10.51372/bioagro373.6
- Guanoluisa, E., Párraga, J., y Cadena, J. (2024). Herramientas eficientes de desarrollo de software más utilizados en Ecuador: caso de estudio aplicado al Club de Robótica "BOT'S UTC". *Technology Rain Journal*, 3(1), 14-20. doi:https://doi.org/10.55204/trj.v3i1.e24
- Gutiérrez, E., Edna, L., y Ramírez, R. (2023). La poda y su efecto en la calidad del grano de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Agronomía Costarricense*, 43(2), 150-167. doi:https://doi.org/10.15517/rac.v43i2.38206
- Hernández, J. (2025). Incidencia de la escoba de bruja (*Crinipellis perniciosa*) sobre el rendimiento de dos agroecosistemas de cacao con diferentes condiciones de manejo. *Bioagro*, 28(1), 59-64. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1316-33612016000100008&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612016000100008&lng=es&tlng=es).
- Hidalgo, J., Vásquez, M., Bravo, L., y Yépez, J. (2024). Monitoreo IOT utilizando una red de sensores inalámbricos para el cultivo de cacao. *Polo del Conocimiento*, 9(11), 826-844. doi:https://doi.org/10.23857/pc.v9i11.8343
- Hidalgo, M. (2023). *Sistema para el control de los procesos operativos y de producción del cultivo de cacao CCN 51 en la finca Alvarez Yaguachi [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HIDALGO%20ALVAREZ%20MARIO%20JESUS.pdf>
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI). (2025). *INAMHI*. Obtenido de <https://www.inamhi.gob.ec/acerca-del-inamhi>

- Internet Corporation for Assigned Names and Numbers [ICANN]. (2023). *ICANN*.  
Obtenido de <https://www.icann.org/resources/pages/domain-name-2019-03-06-en>
- Ley de Constitución de la República del Ecuador. (3 de agosto de 2023). *Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. Registro Oficial N° 899*.
- Ley de Propiedad Intelectual. (9 de diciembre de 2016). *Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos. Registro Oficial N° 899*.
- Lozano , D. (2025). *Modelo basado en redes neuronales convolucionales (CNN) para la detección y clasificación de la moniliasis en el cacao*. [Tesis de Pregrado, Universidad Católica de Cuenca].
- Martinez, E., y Galindo, L. (2024). Caracterización morfológica de *Moniliophthora roreri* (CIF & PAR) e intensidad de la moniliasis del Cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Amazonía Colombiana. *Revista Investigación en recursos Amazónicos*, 1(1). Obtenido de <https://investigaciones.itp.edu.co/index.php/ircam/article/view/7>
- Microsoft. (9 de noviembre de 2023). *Visual Studio Code*. Obtenido de <https://code.visualstudio.com/>
- Miranda, A., Bonifaz, B., Chango, W., y Aguilar, P. (2024). Modelo Predictivo en Producción mediante Aplicaciones Web Progresivas para Pronosticar Moniliasis en Cacao. *Revista BioNatura*, 1(1), 31. doi:<http://dx.doi.org/10.70099/BJ/2024.01.01.31>
- Moncada, R. (2023). *Sistema web para asistencia técnica en el manejo agronómico de cultivo de cacao a los productores del recinto San Pedro, El Triunfo [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]*. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/MONCADA%20ESPINOZA%20ROSA%20CASILDA.pdf>
- Oracle Corporation. (13 de agosto de 2025). *MySQL: The world's most popular open source database*. Obtenido de <https://www.mysql.com/>
- Otwell, T. (24 de febrero de 2025). *Laravel: The PHP framework for web artisans*. Obtenido de <https://laravel.com/>

- Parco, M., Camacho, A., Oscco, I., Bobadilla, L., y Dionisio, F. (2022). Efecto de ácidos húmicos, biocidas y micronutrientes protectores en el control de plagas y enfermedades de cacao (*Theobroma cacao* L.) en Pichanaki. *Revista de Investigación Agropecuaria Science and Biotechnology*, 2(1), 39-47. doi:<https://doi.org/10.25127/riagrop.20221.783>
- Ramírez, M., Aguilar, P., Castillo, D., y Chango, W. (2023). Desarrollo de un modelo predictivo utilizando técnicas de aprendizaje supervisado para detectar la moniliasis en plantas de cacao de la Provincia de Orellana. *Revista Tecnológica ESPOL*, 35(3), 46-67. doi:<https://doi.org/10.37815/rte.v35n3.1069>
- Rendón, A., y Rodríguez, B. (2023). *Sistema web y móvil para la detección de la monilia en las mazorcas de cacao (CCN - 51) mediante visión por computadora [Tesis de Grado, Universidad Agraria del Ecuador]*. Guayaquil: [Tesis de Pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RENDON%20CUERO%20ANIBAL%20ISAIAS.pdf>
- Roblanda, J. (2024). Impacto del cambio climático sobre el cultivo del cacao (*Theobroma cacao* L.) en la República Dominicana. *Revista Iberoamericana Ambiente & Sustentabilidad*, 7(1), 1-127. doi:<https://doi.org/10.46380/rias.v7.e390>
- Rodríguez, E., Navarro, D., Bermeo, P., y Parra, E. (2024). Ofertas tecnológicas para el manejo de la monilia y la pudrición parda en cacao (*Theobroma cacao* L.). *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA)*, 14-19. doi:<https://doi.org/10.21930/agrosavia.nbook.7406825>
- Rodríguez, M., García, F., y Valencia, R. (2022). Sistema basado en el conocimiento para el reconocimiento de plagas y enfermedades en cultivos. *Electrónica*, 10(8), 905. doi:<https://doi.org/10.3390/electronics10080905>
- Rojas, L., Gutiérrez, B., y Ramírez, R. (2021). La poda y su efecto sobre la incidencia de enfermedades en el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) producido en el Ecuador. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 8(2), 137-146. doi:<https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v42n2/0187-7380-rfm-42-02-137.pdf>

- Servín, P. (2024). Efectos de la poda sobre el rendimiento y calidad de frutos del cultivo de melón en el Distrito de Pilar. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(2), 2886-2896. doi:[https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i2.10720](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10720)
- Silva, J., Solís, K., Garzón, A., Peñaherrera, S., y Bucker, W. (2023). Viabilidad de *Moniliophthora roreri* en granos de cacao sometidos a microfermentación y supervivencia a largo plazo en materiales portadores. *Plant Disease*, 107(11). doi:<https://doi.org/10.1094/PDIS-11-22-2630-RE>
- Solís, Z., Peñaherrera, S., y Vera, D. (2021). *Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo*. [Archivo PDF]. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5747>
- Sosa, G., y Guzmán, Á. (2022). *Desarrollo de un sistema de detección de la plaga Monilia bajo una plataforma IoT y Visión Artificial para las mazorcas de cacao*. Guayaquil: [Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica Salesiana, sede Guayaquil]. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24103/1/UPS-GT004194.pdf>
- The PHP Group. (13 de marzo de 2025). *PHP: Hypertext Preprocessor*. Obtenido de <https://www.php.net/>
- Torres, M., Ortiz, C., Lagunes, L., Gaspar, J., Leiva, S., y Oliva, S. (2023). Comportamiento Reproductivo de *Theobroma Cacao* en el sureste de México. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 46(2), 203-209. doi:<https://doi.org/10.35196/rfm.2023.2.203>
- Troya, S., y Vega, D. (2024). *Efecto de la aplicación de inductores de resistencia sobre Monilla (Moniliophthora roreri) en el cultivo de cacao ccn-51 en el cantón La Maná*. [Proyecto de investigación, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Obtenido de <https://repositorio.utc.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b5e0174d-dc9a-4336-bd89-102ca56752fb/content>
- World Wide Consortium [W3C]. (19 de agosto de 2024). *HTML: HyperText Markup Language*. Obtenido de <https://www.w3.org/TR/html52/>

- Zambrano, M. (2024). *Análisis de la composición proximal de granos de cacao CCN-51 y Nacional Fino y de Aroma cultivado en la región amazónica del Ecuador [Tesis de Grado, Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí]*. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/7142>
- Zhiñin, H., Narváez, E., Merino, B., y Pucha, D. (2021). Diversidad anatómica de cinco biotipos de la especie *Theobroma cacao* (cacao) en la región sur de Ecuador. *Revista Investigación Agraria*, 2(3), 55-67. doi:<https://doi.org/10.47840/reina.2.3.903>

## ANEXOS

**Anexo N° 1. Recursos para el desarrollo****Tabla 1.****Hardware**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Total</b>
Portátil Lenovo Procesador Intel Corei3	1	\$500.00	\$500.00
<b>Total</b>			<b>\$500.00</b>

Recursos de Hardware necesarios para el desarrollo del sistema.

**Elaborado por: La Autora, 2026**

**Tabla 2.****Software**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantid ad</b>	<b>Precio</b>
PHP	1	\$0.00	\$0.00
MySQL	1	\$0.00	\$0.00
CSS	1	\$0.00	\$0.00
HTML	1	\$0.00	\$0.00
Bootstrap	1	\$0.00	\$0.00
<b>Total</b>			<b>\$0.00</b>

Recursos de Software necesarios para el desarrollo del sistema.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 3.**  
**Servicios**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Hosting	12 meses	\$12.00	\$144.00
Interne Mercredi	12 meses	\$25.00	\$300.00
		<b>Total</b>	<b>\$444.00</b>

Servicios necesarios para el desarrollo del sistema.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 4.**

**Presupuesto**

<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Total</b>
Software	1	\$00.00	\$00.00
Hardware	1	\$500.00	\$500.00
Servicios	1	\$453.00	\$443.00
		<b>Total</b>	<b>\$943.00</b>

Costos totales de los recursos empleados para el desarrollo del sistema.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Anexo N° 2. Ficha de Entrevista (Modelo)**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

<b>Tema del proyecto:</b>	Sistema web predictivo para el control de moniliasis ( <i>Moniliophthora roreri</i> ) en el cultivo de cacao, finca Chabla.
<b>Objetivo de la entrevista:</b>	El objetivo de la entrevista es conocer las necesidades de los agricultores para diseñar un sistema web que mejore el control de la moniliasis en la finca.
<b>Entrevistado:</b>	
<b>Entrevistador:</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Lugar:</b>	

**FICHA DE ENTREVISTA**

1. ¿Cuál es la principal enfermedad que afectan su cultivo de cacao?
2. ¿Cómo identifican normalmente la presencia de la moniliasis en la finca?
3. ¿Qué métodos utilizan actualmente para controlar la moniliasis?
4. ¿Con qué frecuencia revisan el estado de sus plantas para detectar problemas de moniliasis?
5. ¿Qué dificultades enfrentan al momento de realizar un control oportuno de moniliasis?
6. ¿Qué tipo de información o alertas creen que serían útiles para mejorar el control?
7. ¿Estarían dispuestos a usar una herramienta digital para registrar datos y recibir recomendaciones?
8. ¿Qué dispositivos tecnológicos tienen disponibles en la finca (celulares, tablets, internet)?
9. ¿Qué esperan de un sistema web que ayude a predecir y controlar la moniliasis?

**Elaborado por: La Autora 2025**

**Anexo N° 3. Ficha de Entrevista (Modelo Ingenieros)**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

<b>Tema del proyecto:</b>	Sistema web predictivo para el control de moniliasis ( <i>Moniliophthora roreri</i> ) en el cultivo de cacao, finca Chabla.
<b>Objetivo de la entrevista:</b>	Obtener información técnica que permita identificar los factores agrícolas y de manejo que influyen en la aparición y propagación de la moniliasis, como base para el diseño de un sistema web predictivo.
<b>Entrevistado:</b>	
<b>Entrevistador:</b>	
<b>Fecha:</b>	
<b>Lugar:</b>	

¿Qué síntomas visibles en las plantas de cacao considera usted más relevantes para identificar tempranamente la moniliasis?

¿Con qué frecuencia recomienda realizar el registro de síntomas en campo para un control efectivo de la enfermedad?

¿Qué prácticas agrícolas inadecuadas pueden incrementar el riesgo de propagación de la moniliasis en una plantación de cacao?

¿Qué relación existe entre los períodos de lluvias prolongadas y el incremento de casos de moniliasis?

¿Qué recomendaciones técnicas considera prioritarias para prevenir o reducir la proliferación de la moniliasis en el cultivo de cacao?

**Anexo N° 4. Ficha de Observación (Modelo)**



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

**Tema del proyecto:** Sistema web predictivo para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, finca Chabla.

**Objetivo de la observación:** Recoger información sobre los procesos actuales de mantenimiento en los cacaotales y conocer las necesidades

<b>Entrevistado:</b>	Fecha:
<b>Entrevistador:</b>	Lugar:

**FICHA DE OBSERVACIÓN**

N°	Criterio	Siempre	A Veces	Nunca	Observaciones
1	¿Registra de forma unificada la información sobre las condiciones climáticas y los síntomas observados en los cultivos de cacao?				
2	¿Tiene facilidad para interpretar patrones o relaciones entre los datos agrícolas y climáticos registrados?				
3	¿Cuenta con herramientas visuales o analíticas que le ayuden a tomar decisiones preventivas sobre posibles enfermedades del cacao?				
4	¿Integra en un solo sistema los datos climáticos y agrícolas para su análisis y control?				
5	¿Analiza las tendencias del clima junto con los síntomas del cultivo para detectar riesgos fitosanitarios?				
6	¿Recibe alertas o recomendaciones automáticas que le ayuden a prevenir o controlar enfermedades en los cacaotales?				

**Elaborado por: La Autora 2025**

## Anexo N° 5. Entrevista



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

<b>Tema del proyecto:</b>	Sistema web predictivo para el control de moniliasis ( <i>Moniliophthora roreri</i> ) en el cultivo de cacao, finca Chabla.
<b>Objetivo de la entrevista:</b>	El objetivo de la entrevista es conocer las necesidades de los agricultores para diseñar un sistema web que mejore el control de la moniliasis en la finca.
<b>Entrevistado:</b>	Johanna Zhinin
<b>Entrevistador:</b>	Rosa Sicha
<b>Fecha:</b>	28/07/2025
<b>Lugar:</b>	Rct. San Pedro

**FICHA DE ENTREVISTA**

1. **¿Cuál es la principal enfermedad que afectan su cultivo de cacao?**  
En la finca, la enfermedad que más daño hacen al cacao son la moniliasis
2. **¿Cómo identifican normalmente la presencia de la moniliasis en la finca?**  
Se realiza viendo las plantas directamente. Si los frutos tienen manchas, están podridos o deformes. También se guían por la experiencia de años anteriores.
3. **¿Qué métodos utilizan actualmente para controlar la moniliasis?**  
Se hace poda sanitaria, se recogen los frutos dañados y se queman para que no se riegue la enfermedad. También usan algunos productos químicos o biológicos, aunque no siempre tienen acceso a todos los que necesitan.
4. **¿Con qué frecuencia revisan el estado de sus plantas para detectar problemas de moniliasis?**  
Normalmente una vez por semana, aunque si hay lluvias o cambios en el clima, a veces se hace con más frecuencia. Todo depende del tiempo disponible y si se nota algo extraño.
5. **¿Qué dificultades enfrentan al momento de realizar un control oportuno de moniliasis?**  
A veces no se detecta el problema a tiempo, o no tienen los productos necesarios para aplicar de inmediato. También hay falta de información sobre cuándo pueden aparecer la moniliasis, y eso hace que se actúe tarde.

**6. ¿Qué tipo de información o alertas creen que serían útiles para mejorar el control?**

Sería bueno recibir avisos sobre posibles brotes, sobre todo cuando el clima favorece a las enfermedades. También les gustaría tener recomendaciones claras de qué hacer según lo que esté pasando en la finca.

**7. ¿Estarían dispuestos a usar una herramienta digital para registrar datos y recibir recomendaciones?**

Sí, si es fácil de usar y no necesita internet todo el tiempo. Si ayuda a cuidar mejor las plantas y tener mejor producción, la usaría sin problema.

**8. ¿Qué dispositivos tecnológicos tienen disponibles en la finca (celulares, tablets, internet)?**

La mayoría tiene celulares con internet, aunque la señal no siempre es buena. Tablets o computadoras casi no usan, y el internet fijo es difícil de conseguir en el campo.

**9. ¿Qué esperan de un sistema web que ayude a predecir y controlar la moniliasis?**

Avisos oportunos si va a haber alguna enfermedad, que puedan registrar lo que pasa en sus plantas y que les dé consejos útiles para actuar rápido. Lo ideal sería que el sistema funcione desde el celular y sea claro y práctico.

**Elaborado por: La Autora 2026**


**Figura 1.**

***Entrevista a la propietaria de la Finca Chabla***



Figura 2.

**Entrevista realizada a ingenieros agrónomos**

  
**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

<b>Tema del proyecto:</b>	Sistema web predictivo para el control de moniliasis ( <i>moniliophthora rorei</i> ) en el cultivo de cacao, finca Chabla.
<b>Objetivo de la entrevista:</b>	Obtener información técnica que permita identificar los factores agrícolas y de manejo que influyen en la aparición y propagación de la moniliasis, como base para el diseño de un sistema web predictivo.
<b>Entrevistado:</b>	Allan Alvarado Aguayo
<b>Entrevistador:</b>	Rosa Sicha
<b>Fecha:</b>	
<b>Lugar:</b>	Rct. San Pedro

¿Qué síntomas visibles en las plantas de cacao considera usted más relevantes para identificar tempranamente la moniliasis?  
*Deformación de mazorcas pequeñas y aparición de manchas café oscuras*

¿Con qué frecuencia recomienda realizar el registro de síntomas en campo para un control efectivo de la enfermedad?  
*Realizar un registro con periodicidad de 15 días en época lluviosa y 30 días en época seca*

¿Qué prácticas agrícolas inadecuadas pueden incrementar el riesgo de propagación de la moniliasis en una plantación de cacao?  
*Falta de poda, no hacer renovación de mazorcas afectadas, dejar mazorcas afectadas en la plantación*

¿Qué relación existe entre los períodos de lluvias prolongadas y el incremento de casos de moniliasis?  
*El calor y la humedad favorecen al desarrollo del hongo y su propagación*

¿Qué recomendaciones técnicas considera prioritarias para prevenir o reducir la proliferación de la moniliasis en el cultivo de cacao?  
*Se recomienda calentar de poda, remover mazorcas enfermas, manejo adecuado del riego y aplicación de fosetil aluminio (solo en casos severos)*

*[Firma]*

Elaborado por: La Autora 2026

## Anexo N° 6. Observación



### UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**Tema del proyecto:** Sistema web predictivo para el control de moniliasis (*Moniliophthora roreri*) en el cultivo de cacao, finca Chabla.

**Objetivo de la observación:** Recoger información sobre los procesos actuales de mantenimiento en los cacaotales y conocer las necesidades

<b>Entrevistado:</b> Johanna Zhinin	<b>Fecha:</b> 28 /07/25
<b>Entrevistador:</b> Rosa Sicha	<b>Lugar:</b> Rct. San Pedro

#### FICHA DE OBSERVACIÓN

N°	Criterio	Siempre	A Veces	Nunca	Observaciones
1	¿Registra de forma unificada la información sobre las condiciones climáticas y los síntomas observados en los cultivos de cacao?			X	
2	¿Tiene facilidad para interpretar patrones o relaciones entre los datos agrícolas y climáticos registrados?		X		
3	¿Cuenta con herramientas visuales o analíticas que le ayuden a tomar decisiones preventivas sobre posibles enfermedades del cacao?			X	
4	¿Integra en un solo sistema los datos climáticos y agrícolas para su análisis y control?			X	
5	¿Analiza las tendencias del clima junto con los síntomas del cultivo para detectar riesgos fitosanitarios?			X	
6	¿Recibe alertas o recomendaciones automáticas que le ayuden a prevenir o controlar enfermedades en los cacaotales?			X	

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Anexo N° 7. Datos Campo****Tabla 5.**

	<b>Lote 1 (Sep,Oct, Nov)</b>	<b>Lote 2 (Sep,Oct,Nov)</b>	<b>Lote 1 (Dic, Ene)</b>	<b>Lote 2 (Dic, Ene)</b>
<b>Variedad</b>	CCN-51	Nacional (Fino Aroma)	CCN-51	Nacional (Fino Aroma)
<b>Tipo de Poda</b>	Mantenimiento	Fitosanitaria	Leve	Fitosanitaria
<b>Tipo de Fertilización</b>	Orgánica	Orgánica	NPK	NPK
<b>Aplicación Fungicidas</b>	Cobre	Cobre	Cobre + Metalaxil	Cobre
<b>% Frutos Momificados</b>	Media	Baja	Alta	Media
<b>% Manchas en Hojas</b>	Media	Baja	Alta	Media
<b>% Mazorcas con Moho</b>	Media	Baja	Alta	Media
<b>Temperatura y humedad alta (incidencia)</b>	Alta	Alta	Alta	Alta
<b>Temperatura y humedad media (incidencia)</b>	Media	Media	Alta	Alta
<b>Temperatura y humedad baja (incidencia)</b>	Media	Media	Alta	Alta

Datos de campo del mes de septiembre hasta enero

**Elaborado por: La Autora 2026**

## Anexo N° 8. Requerimientos funcionales

Tabla 6.

### Requerimientos funcionales

ID	Requerimientos	Descripción	Prioridad
F-01	Registro de Usuario	Permite al agricultor o técnico crear una cuenta ingresando datos personales y credenciales seguras.	Alta
RF-02	Inicio de Sesión	Valida las credenciales del usuario (correo o nombre de usuario y contraseña) para acceder al sistema.	Alta
RF-03	Registro de Datos de Campo	Permite ingresar observaciones de síntomas visibles en las plantas de cacao, especificando zona y tipo de afectación.	Alta
RF-04	Gestión de Datos Climáticos	Permite registrar manualmente condiciones del clima (temperatura, humedad y lluvia) e importar datos externos de OpenWeatherMap mediante archivos CSV o Excel.	Alta
RF-05	Análisis y Predicción de Riesgos	Analiza los datos agrícolas y climáticos para calcular el nivel de riesgo de enfermedades (alto, medio, bajo) y actualizar las predicciones dinámicamente.	Alta
RF-06	Alertas y Recomendaciones	Genera notificaciones automáticas según el nivel de riesgo detectado, con recomendaciones específicas de acción.	Alta
RF-07	Registro de Intervenciones	Permite documentar las acciones realizadas (poda, aplicación de productos, limpieza, etc.), incluyendo fecha, zona y observaciones.	Media
RF-08	Reportes e Historial	Muestra el historial completo de síntomas, condiciones climáticas, predicciones y acciones tomadas, con opción de exportar a PDF o Excel.	Alta
RF-09	Gestión de Usuarios	Permite la administración básica de cuentas de usuario, como actualización de datos o cambio de contraseña.	Media

Requerimientos funcionales del sistema.

**Elaborado por: La Autora 2026**

## Anexo N° 9. Requerimientos no funcionales

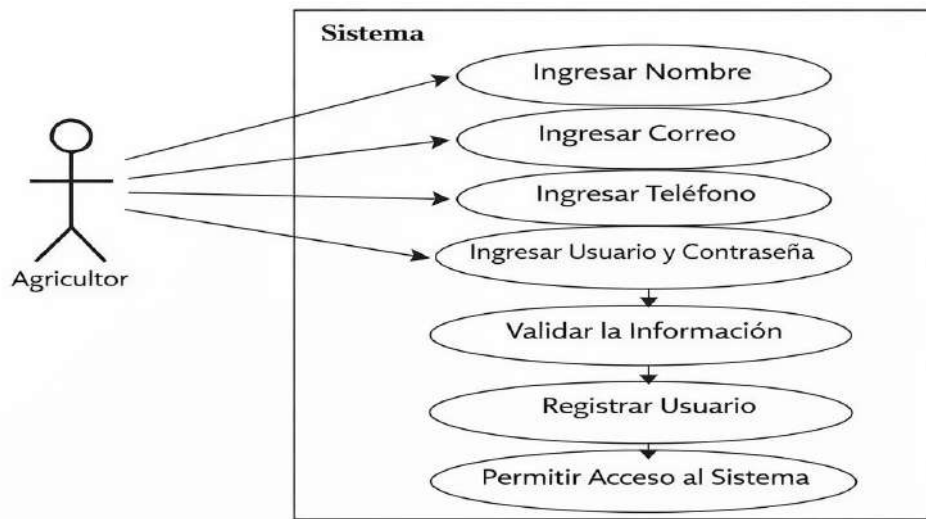
Tabla 7.

### Requerimientos no funcionales

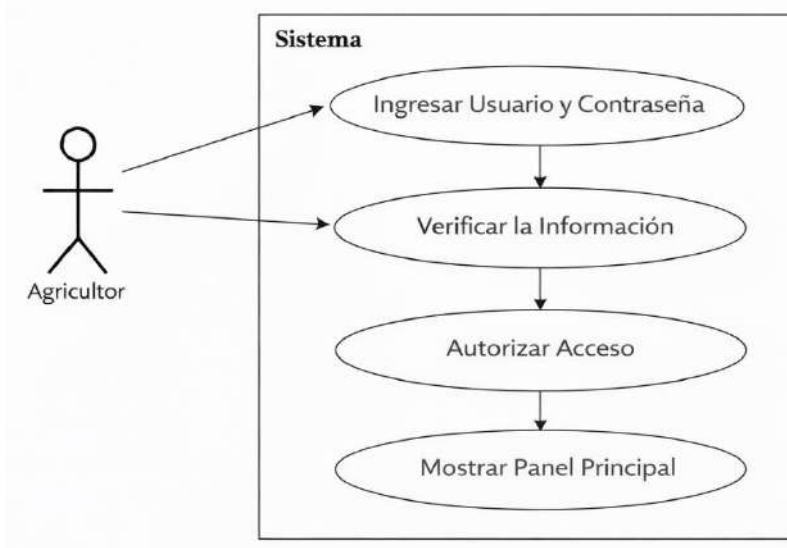
ID	Requerimiento No Funcional	Descripción	Prioridad
RNF-01	Usabilidad	El sistema debe contar con una interfaz clara, comprensible y adaptable	Alta
RNF-02	Disponibilidad	El sistema debe estar disponible en línea 24/7, accesible desde cualquier lugar con conexión a internet.	Alta
RNF-03	Seguridad	La autenticación de usuarios y almacenamiento de contraseñas deben realizarse mediante cifrado seguro.	Alta
RNF-04	Rendimiento	Las consultas y generación de reportes deben ejecutarse en menos de 3 segundos bajo carga promedio.	Alta
RNF-05	Escalabilidad	El sistema debe permitir la incorporación de nuevas fincas o zonas de cultivo sin requerir rediseño	Media
RNF-06	Interoperabilidad	El sistema debe poder intercambiar datos con fuentes externas (como el OpenWeatherMap) mediante formatos estándar (CSV, Excel).	Alta
RNF-07	Accesibilidad	Debe ser accesible para usuarios con limitaciones visuales, incorporando texto alternativo y diseño responsivo.	Media

Requerimientos no funcionales del sistema

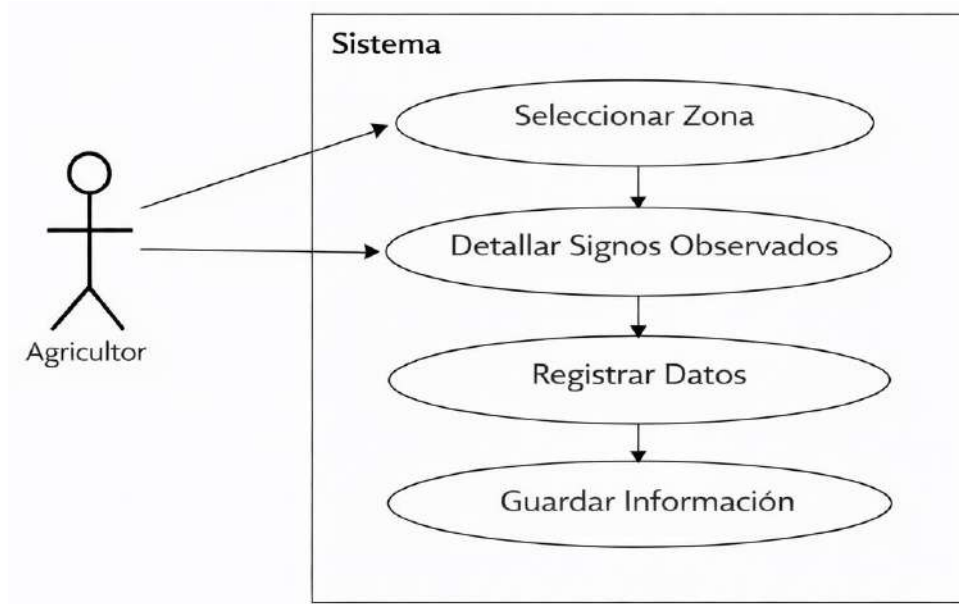
**Elaborado por: La Autora 2026**

**Anexo N° 10. Casos de uso registro**

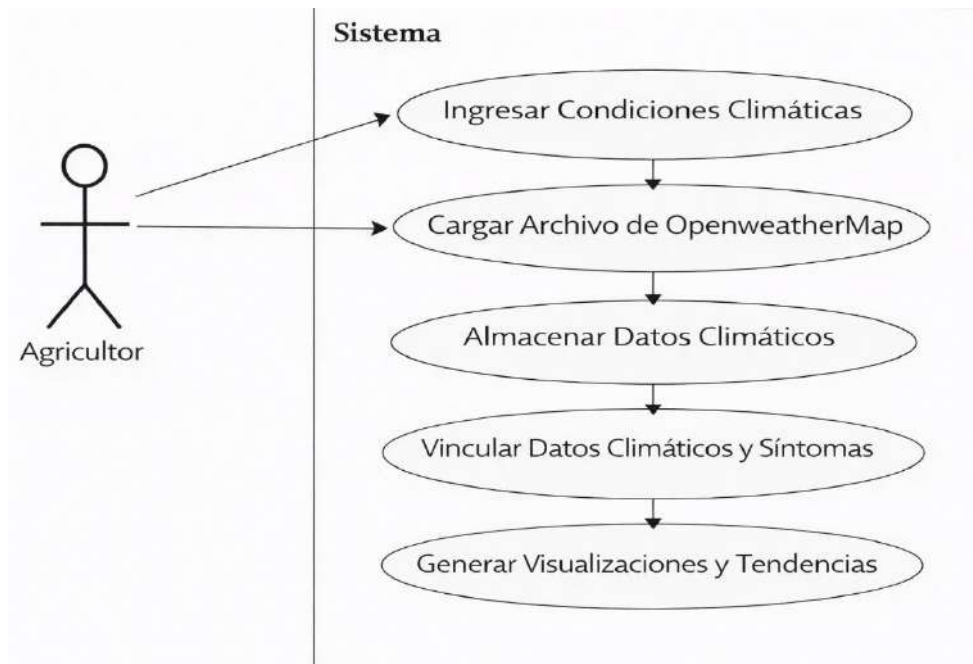
Elaborado por: La Autora 2025

**Anexo N° 11. Casos de uso Inicio de sección**

Elaborado por: La Autora 2026

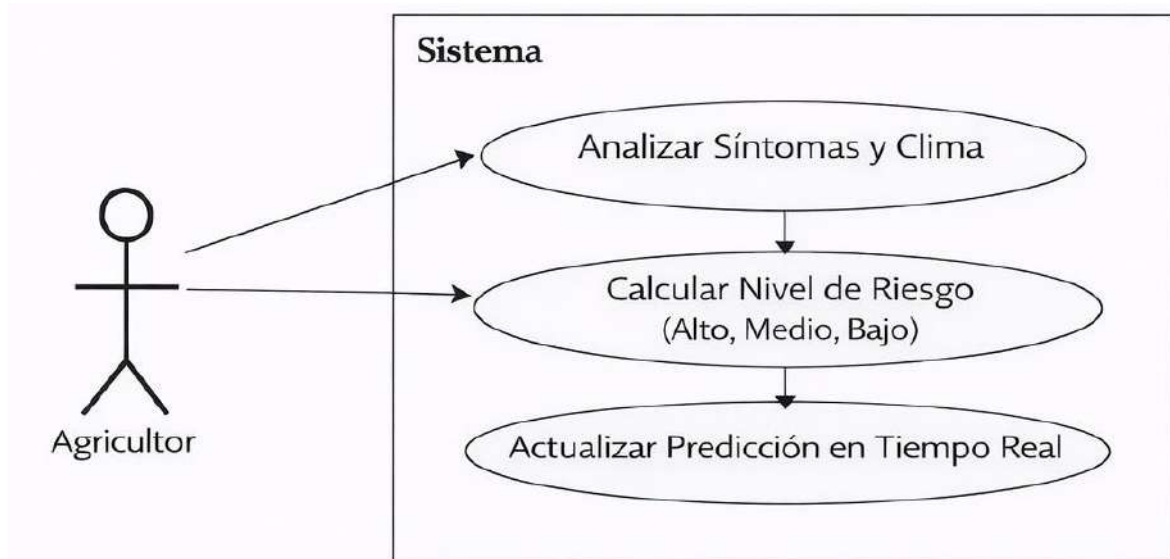
**Anexo N° 12. Caso de uso registro de datos del campo**

Elaborado por: La Autora 2026

**Anexo N° 13. Caso de uso datos climáticos**

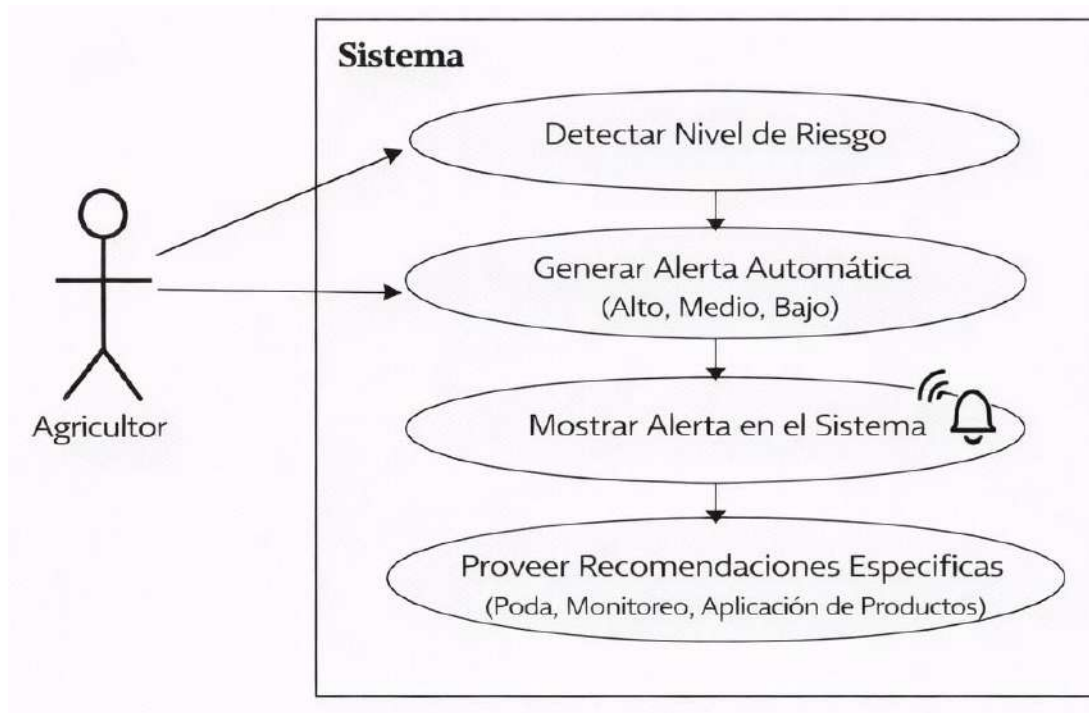
Elaborado por: La Autora 2026

**Anexo N° 14. Caso de uso análisis y predicción**

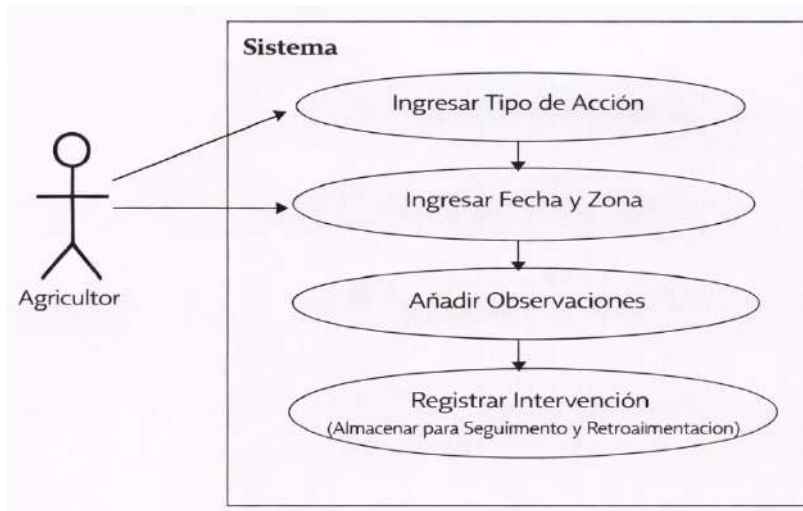


Elaborado por: La Autora 2026

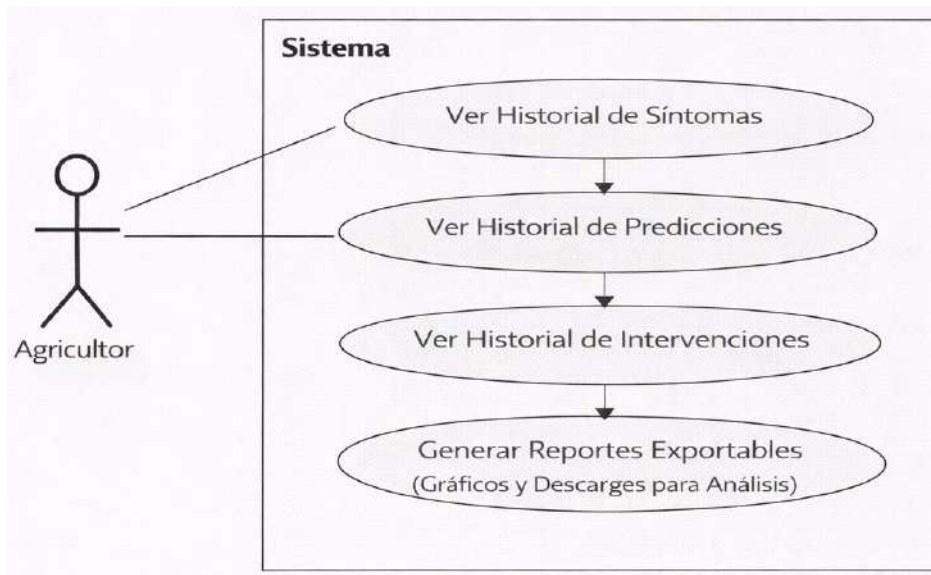
**Anexo N° 15. Caso de uso Alertas y Recomendaciones**



Elaborado por: La Autora 2026

**Anexo N° 16. Caso de uso registro de intervenciones**

Elaborado por: La Autora 2026

**Anexo N° 17. Caso de uso reportes e historial**

Elaborado por: La Autora 2026

**Anexo N° 18. Diccionarios de datos del sistema web****Tabla 8.****Diccionario de datos de la tabla de usuario**

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado
id (Primaria)	int(11)	No	—
nombre_completo	varchar(100)	No	—
correo	varchar(100)	No	—
telefono	varchar(15)	No	—
nombre_usuario	varchar(50)	No	—
contraseña	varchar(255)	No	—
confirmacion_lectura	boolean	No	false
rol	varchar(30)	No	'Agricultor'
estado	enum('Activo','Inactivo')	No	'Activo'
created_at	timestamp	No	current_timestamp()

Guarda información del usuario.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 9.****Diccionario de datos de la tabla de inicio de sesión**

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado
id (Primaria)	int(11)	No	—
usuario_id (FK)	int(11)	No	—
usuario_correo	varchar(100)	No	—
contraseña	varchar(255)	No	—
fecha_inicio	Timestamp	No	current_timestamp()
estado_sesion	enum('Exitosa','Fallida')	No	'Exitosa'

Registra y valida los intentos de inicio de sesión mediante usuario o correo electrónico y contraseña, garantizando la seguridad del acceso al sistema.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 10.****Diccionario de datos de la tabla de registro de datos de campo**

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado
id (Primaria)	int(11)	No	—
usuario_id (FK)	int(11)	No	—
zona_id (FK)	int(11)	No	—
frutos_momificados	int(11)	No	0
manchas	int(11)	No	0
moho	int(11)	No	0
otros_sintomas	varchar(150)	Sí	NULL
observaciones	text	Sí	NULL
fecha_registro	date	No	current_date
created_at	timestamp	No	current_timestamp()

Registra las observaciones realizadas en campo.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 11.****Diccionario de datos de la tabla de datos climáticos**

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado
id (Primaria)	int(11)	No	—
zona_id (FK)	int(11)	No	—
temperatura	decimal(5,2)	No	—
precipitacion	decimal(5,2)	No	—
humedad	decimal(5,2)	No	—
fuentes_datos	varchar(30)	No	'Manual'
archivo_origen	varchar(100)	Sí	NULL
fecha_registro	date	No	current_date
created_at	timestamp	No	current_timestamp()

Almacena y registra la información climática.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 12.****Diccionario de datos de la tabla de análisis y predicción**

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado
id (Primaria)	int(11)	No	—
zona_id (FK)	int(11)	No	—
datos_campo_id (FK)	int(11)	No	—
clima_id (FK)	int(11)	No	—
nivel_riesgo	enum('Bajo','Medio','Alto')	No	'Bajo'
puntaje_riesgo	decimal(5,2)	No	0.00
detalle_analisis	Text	Sí	NULL
fecha_prediccion	Date	No	current_date
created_at	Timestamp	No	current_timestamp()

Almacena los resultados del análisis predictivo de moniliasis por zona.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 13.****Diccionario de datos de la tabla de alertas y recomendaciones**

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado
id (Primaria)	int(11)	No	—
prediccion_id (FK)	int(11)	No	—
zona_id (FK)	int(11)	No	—
nivel_riesgo	enum('Medio','Alto')	No	'Medio'
titulo_alerta	varchar(100)	No	—
mensaje_alerta	varchar(250)	No	—
recomendacion	Text	No	—
estado_alerta	enum('Pendiente','Atendida')	No	'Pendiente'
fecha_alerta	Timestamp	No	current_timestamp()

Registra las alertas generadas automáticamente por el sistema a partir del nivel de riesgo de moniliasis detectado.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 14.****Diccionario de datos de la tabla de registro de intervenciones**

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado
id (Primaria)	int(11)	No	—
usuario_id (FK)	int(11)	No	—
zona_id (FK)	int(11)	No	—
tipo_intervencion	varchar(50)	No	—
observaciones	text	Sí	NULL
fecha_intervencion	date	No	current_date
created_at	timestamp	No	current_timestamp()

Almacena las acciones realizadas por el agricultor como respuesta a las alertas generadas por el sistema.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 15.****Diccionario de datos de la tabla de reportes e historial**

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado
id (Primaria)	int(11)	No	—
usuario_id (FK)	int(11)	No	—
zona_id (FK)	int(11)	No	—
tipo_reporte	varchar(50)	No	—
periodo_desde	Date	No	—
periodo_hasta	Date	No	—
formato_exportacion	enum('PDF','Excel')	No	'PDF'
ruta_archivo	varchar(150)	Sí	NULL
fecha_generacion	Timestamp	No	current_timestamp()

Registra los reportes generados por el sistema.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Anexo N° 19. Pruebas de funcionalidad****Tabla 16.****Prueba de funcionalidad**

<b>N.º</b>	<b>Módulo</b>	<b>Caso de prueba</b>	<b>Entrada / Acción</b>	<b>Resultado esperado</b>
1	Registro de usuario	Registrar usuario correctamente	Datos completos y válidos	El sistema registra al usuario sin errores
2	Registro de usuario	Registrar con campos vacíos	Datos incompletos	El sistema muestra mensaje de error
3	Inicio de sesión	Iniciar sesión correctamente	Usuario y contraseña válidos	El sistema permite el acceso al panel principal
4	Inicio de sesión	Iniciar sesión con datos incorrectos	Usuario o contraseña erróneos	El sistema deniega el acceso
5	Datos de campo	Registrar síntomas	Zona y síntomas ingresados	El sistema guarda los datos correctamente
6	Datos de campo	Registrar sin seleccionar zona	Zona no seleccionada	El sistema muestra advertencia
7	Datos climáticos	Ingresar datos manualmente	Temperatura, humedad y precipitación	El sistema almacena los datos climáticos
8	Datos climáticos	Importar archivo climático	Archivo CSV o Excel válido	El sistema importa los datos sin errores
9	Análisis y predicción	Calcular nivel de riesgo	Datos de campo y clima registrados	El sistema muestra riesgo bajo, medio o alto
10	Análisis y predicción	Actualizar predicción	Nuevo registro ingresado	El sistema recalcula el nivel de riesgo
11	Alertas	Generar alerta	Riesgo medio o alto	El sistema genera alerta con recomendación
12	Intervenciones	Registrar intervención	Tipo, zona y fecha	El sistema guarda la intervención correctamente
13	Reportes	Generar reporte	Rango de fechas	El sistema genera reporte en PDF o Excel
14	Historial	Consultar historial	Datos registrados	El sistema muestra el historial correctamente
15	Cierre de sesión	Salir del sistema	Opción "Cerrar sesión"	El sistema finaliza la sesión correctamente

Documenta la prueba de funcionalidad realizada a cada módulo.

**Elaborado por: La Autora 2026**

**Tabla 17.****Pruebas de usabilidad**

<b>N.º</b>	<b>Aspecto evaluado</b>	<b>Caso de prueba</b>	<b>Acción del usuario</b>	<b>Resultado esperado</b>
1	Facilidad de acceso	Ingreso al sistema	Introducir usuario y contraseña	El usuario accede sin dificultad al panel principal
2	Claridad del menú	Identificar módulos	Navegar por el menú principal	Los módulos se distinguen claramente
3	Comprensión de formularios	Registro de datos de campo	Completar formulario de síntomas	El usuario entiende qué datos ingresar
4	Mensajes del sistema	Visualización de errores	Ingresar datos incompletos	El sistema muestra mensajes claros y comprensibles
5	Visibilidad de alertas	Detección de alertas	Revisar pantalla principal	Las alertas se muestran de forma visible
6	Interpretación de resultados	Comprensión del riesgo	Observar nivel de riesgo (bajo/medio/alto)	El usuario interpreta fácilmente el resultado
7	Uso en dispositivos móviles	Visualización responsiva	Acceder desde celular o tableta	La interfaz se adapta correctamente
8	Generación de reportes	Uso de reportes	Generar reporte PDF/Excel	El proceso es sencillo y entendible
9	Registro de intervenciones	Facilidad de registro	Registrar una intervención	El usuario completa la tarea sin confusión
10	Cierre de sesión	Salida segura	Seleccionar "Cerrar sesión"	El usuario reconoce y ejecuta la opción fácilmente

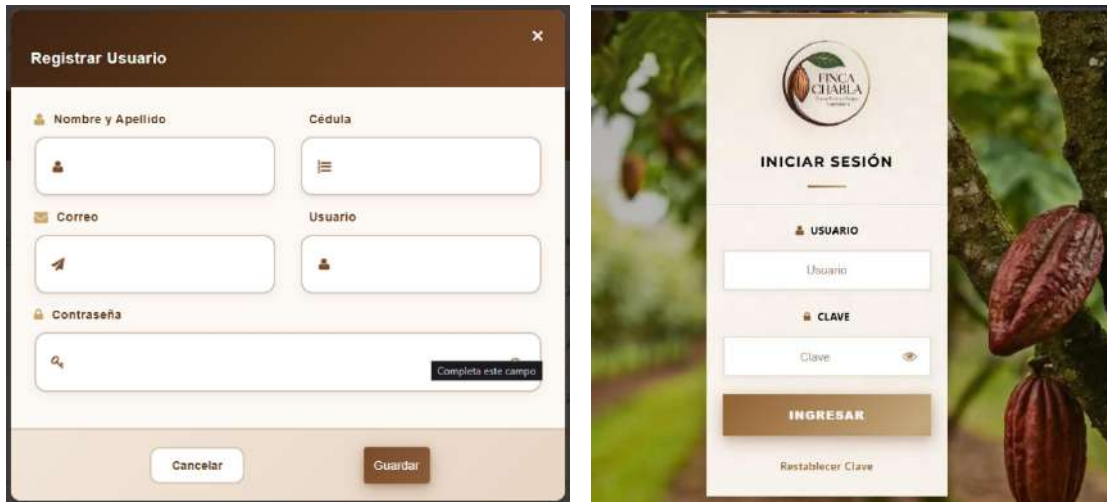
Documenta la prueba de usabilidad realizada.

**Elaborado por: La Autora 2026**

## Anexo N° 20. Interfaces de usuario

Figura 3.

### Registro de usuario e Inicio de sesión

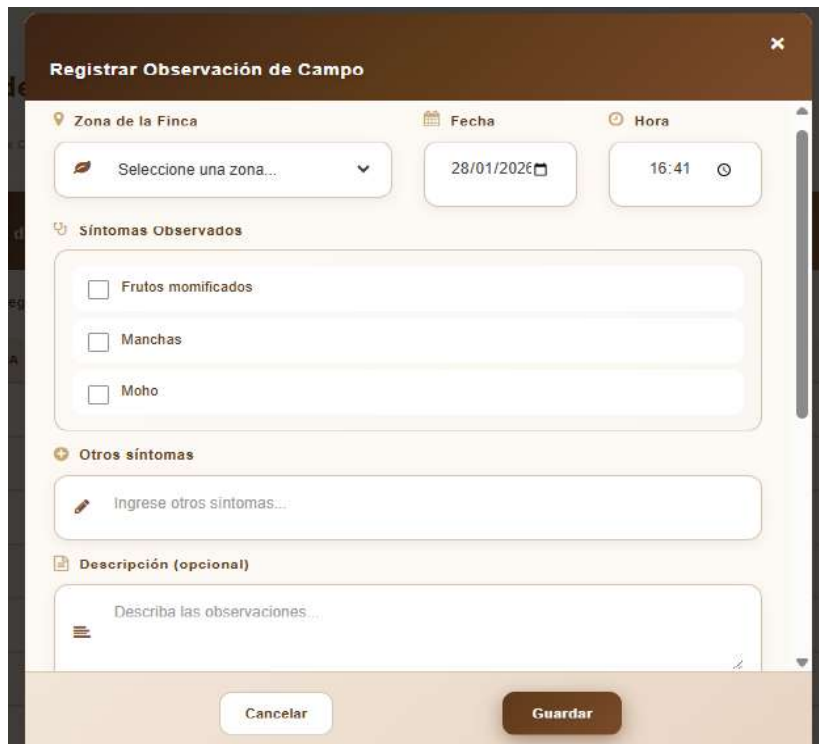


The image displays two screenshots of a mobile application interface. The left screenshot shows the 'Registrar Usuario' (Register User) form, which includes input fields for 'Nombre y Apellido' (Name and Surname), 'Cédula' (ID), 'Correo' (Email), 'Usuario' (Username), and 'Contraseña' (Password). A 'Guardar' (Save) button is at the bottom right, and a 'Cancelar' (Cancel) button is at the bottom left. The right screenshot shows the 'INICIAR SESIÓN' (Login) screen, featuring the 'FINCA CHABLA' logo at the top, followed by 'USUARIO' (Username) and 'CLAVE' (Password) input fields, an 'INGRESAR' (Login) button, and a 'Restablecer Clave' (Reset Password) link at the bottom.

Elaborado por: La Autora 2026

Figura 4.

### Módulo de observación de campo

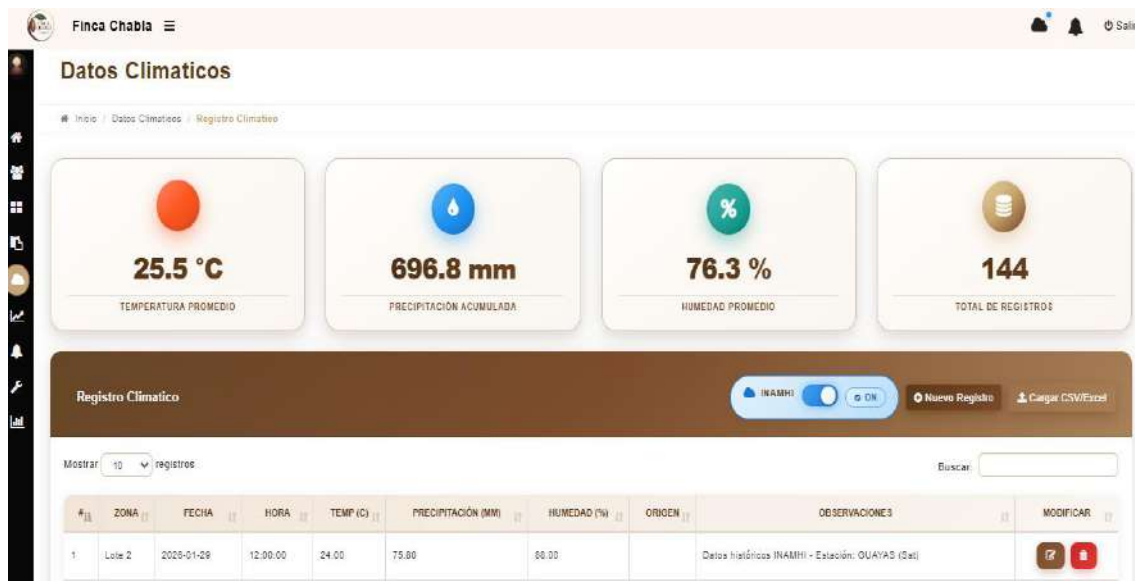


The image shows a screenshot of the 'Registrar Observación de Campo' (Register Field Observation) form. It includes a dropdown menu for 'Zona de la Finca' (Farm Zone) with the placeholder 'Seleccione una zona...', a date picker for 'Fecha' (Date) showing '28/01/2026', and a time picker for 'Hora' (Time) showing '16:41'. Below these are sections for 'Síntomas Observados' (Observed Symptoms) with checkboxes for 'Frutos momificados' (Mummified fruits), 'Manchas' (Spots), and 'Moho' (Mold), and a text input field for 'Otros síntomas' (Other symptoms) with the placeholder 'Ingrese otros síntomas...'. There is also a text input field for 'Descripción (opcional)' (Optional description) with the placeholder 'Describe las observaciones...'. The form has 'Cancelar' (Cancel) and 'Guardar' (Save) buttons at the bottom.

Elaborado por: La Autora 2026

Figura 5.

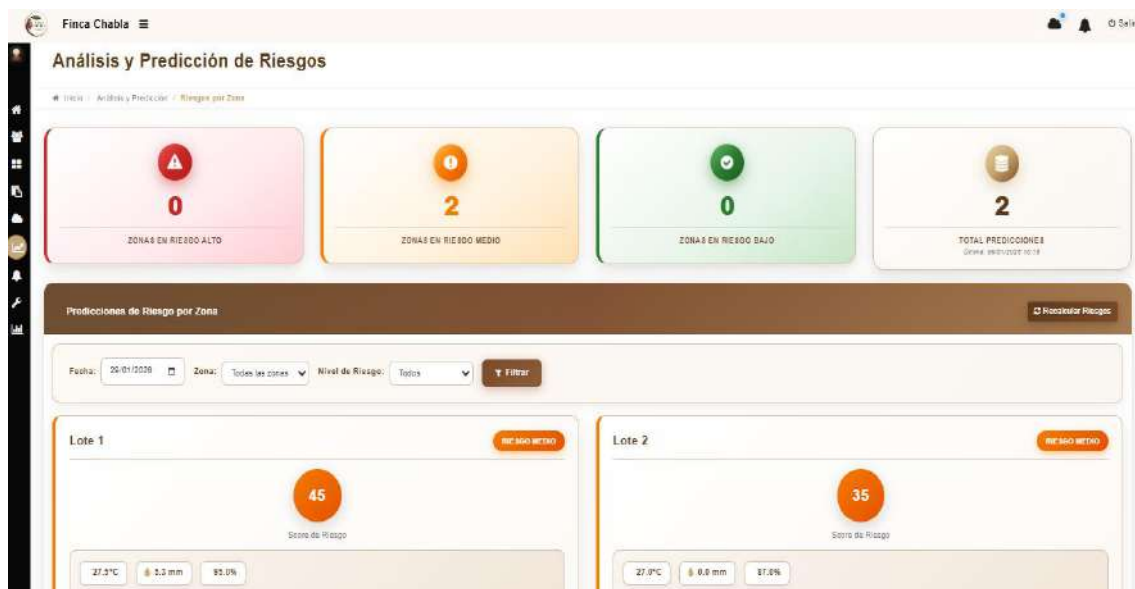
## Módulo de datos climáticos



Elaborado por: La Autora 2026

Figura 6.

## Módulo de análisis y predicción



Elaborado por: La Autora 2026

Figura 7.

## Módulo de alertas y recomendaciones

Finca Chabla

Inicio / Alertas / Ver Alertas

1 ALERTAS CRÍTICAS

5 ALERTAS MODERADAS

0 ALERTAS LEVES

6 RECOMENDACIONES

Gestión de Alertas

Fecha: 29/01/2026 Zona: Todos las zonas Nivel: Todos Estado: Todos Filtro

Alerta Moderada - Zona Lote 1

Lote 1

RECOMENDACIONES

Se ha detectado un nivel de riesgo MEDIO (score: 45) en la zona Lote 1 para la fecha 05/01/2026. Las condiciones actuales favorecen el desarrollo de enfermedades. Se recomienda implementar el monitoreo y preparar medidas preventivas.

Recomendaciones:

- Monitorear diariamente la zona
- Preparar tratamientos preventivos
- Revisar frutos y remover afectados
- Reducir humedad mediante potas de ventilación

Elaborado por: La Autora 2026

Figura 8.

## Módulo de registro de intervenciones

Nueva Intervención

Zona \* Selección zona

Alerta Relacionada (opcional) Ninguna

Fecha \* 29/01/2026

Hora \* 00:20

Tipo de Intervención \* Poda Sanitaria

Responsable \* Nombre del responsable

Descripción \* Describe la intervención realizada

Producto Aplicado Nombre del producto

Dosis Aplicada ej: 500ml/ha

Cancelar Guardar Intervención

Gestión de Intervenciones

Desde: 01/01/2025

Mostrar: 10 registros

ID	Fecha	Zona	Alerta Relacionada	Nivel	Responsable	Acciones
1	04/01/2025 19:30					monitoreo...
2	20/01/2025 19:29	Lote 2	Alerta Moderada - Zona Lote 2	JLD		fungicidas...
3	06/01/2025 19:28	Lote 1	Alerta Moderada - Zona Lote 1	JLD		limpiar...
4	05/01/2025 14:30	Lote 1	Alerta Moderada - Zona Lote 1	JLD		fungicidas...

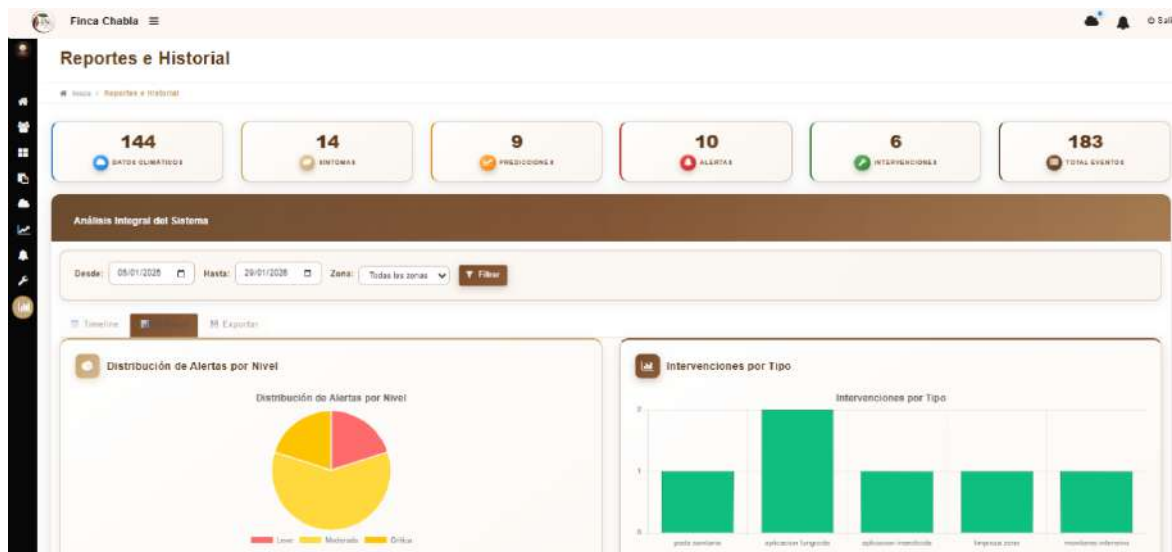
Mostrando 1 a 4 de 4 registros

Alertas 1 siguiente

Elaborado por: La Autora 2026

Figura 9.

Módulo de reportes e historial



Elaborado por: La Autora 2026

*Anexo N° 21. Manual de usuario*



**SISTEMA WEB PREDICTIVO PARA EL CONTROL DE  
MONILIASIS (*Moniliophthora roreli*) EN EL CULTIVO DE  
CACAO, FINCA CHABLA**

**AUTORA**

**SICHA SUMBA ROSA ALEXANDRA**

**2026**

## DESCRIPCION DEL SISTEMA

El presente manual de usuario tiene como finalidad orientar al agricultor en el uso adecuado del sistema web predictivo para el control de la moniliasis en el cultivo de cacao. En este documento se describen las funciones principales del sistema y los procedimientos para su utilización.

## REQUISITOS DEL SISTEMA WEB

- Dispositivo con acceso a Internet (computador, tableta o teléfono móvil).
- Memoria RAM: 4 GB (recomendado 8 GB).
- Almacenamiento: 20 GB de espacio libre.
- Navegador web (Google Chrome, Mozilla Firefox o Microsoft Edge).
- Usuario y contraseña previamente registrados.

## MÓDULOS DEL SISTEMA WEB

### Registro de usuario

El usuario debe completar el formulario de registro ingresando:

Nombre completo

Correo electrónico

Número de teléfono

Nombre de usuario

Contraseña

### Figura 1.

### Registro de usuario



La imagen muestra una interfaz de usuario para el registro de un nuevo usuario. El formulario está titulado "Registrar Usuario" y contiene los siguientes campos de entrada:

- Nombre y Apellido:** Campo de texto con un ícono de persona.
- Cédula:** Campo de texto con un ícono de documento.
- Correo:** Campo de texto con un ícono de correo electrónico.
- Usuario:** Campo de texto con un ícono de persona.
- Contraseña:** Campo de texto con un ícono de contraseña y un botón para alternar la visibilidad.

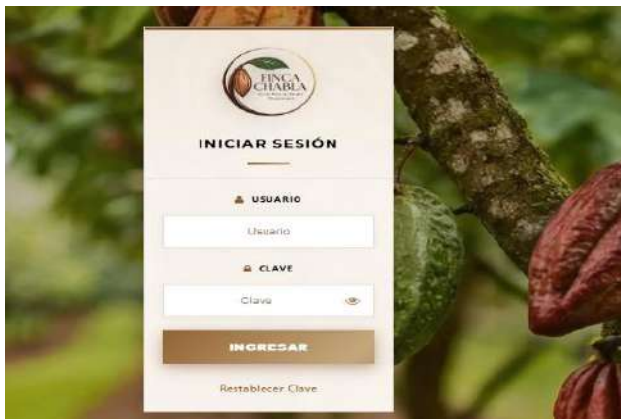
En la parte inferior del formulario, hay dos botones: "Cancelar" y "Guardar".

### 3.2 Inicio de sesión

Para acceder al sistema, el usuario debe ingresar su nombre de usuario o correo electrónico, seguido de la contraseña correspondiente. Posteriormente, debe presionar el botón Iniciar sesión. Si las credenciales son correctas, el sistema validará la información y mostrará el panel principal.

**Figura 2.**

#### Inicio de sesión



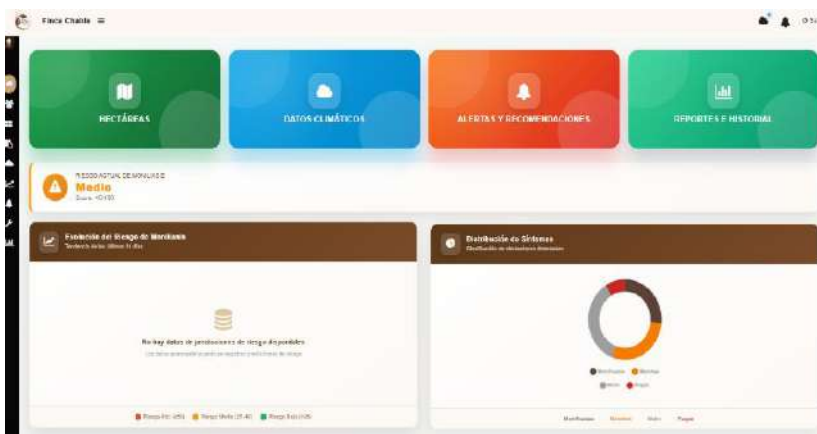
Elaborada por: la Autora, 2026

### 1.1 Panel principal

El panel principal presenta un resumen general del estado del cultivo, mostrando el nivel de riesgo de moniliasis, las zonas monitoreadas y las alertas activas. Asimismo, proporciona acceso directo a los distintos módulos del sistema para facilitar la navegación y el uso de sus funcionalidades.

**Figura 3.**

#### Panel principal



Elaborada por: la Autora, 2026

## 1.2 Registro de datos de campo

Permite registrar los síntomas observados en las plantas de cacao. Para ello, el usuario debe seleccionar la zona de la finca, síntomas detectados, tales como frutos momificados, manchas y presencia de moho. Finalmente, se debe guardar la información registrada en el sistema.

Figura 4.

### Registro de datos de campo

Registro de Datos de Campo

Inicio Registro de Campo Estado de Campo

Observaciones de Campo Nuevo Registro

Mostrar 10 registros Buscar:

#	ZONA	FECHA	HORA	SINTOMAS	TRATAMIENTOS	DESCRIPCION	MODIFICAR
1	Line 2	2020-01-20	12:00:00	Frutos momificados, Manchas, Moho, Presencia de moho en frutos		Detección automática INAMHI - Condiciones favora...	CF B
2	Line 2	2020-01-20	12:00:00	Frutos momificados, Manchas, Moho		Detección automática INAMHI - Condiciones favora...	CF B
3	Line 2	2020-01-13	12:00:00	Frutos momificados, Manchas, Moho		Detección automática INAMHI - Condiciones favora...	CF B
4	Line 1	2020-01-20	12:00:00	Frutos momificados, Manchas, Moho, Presencia de moho en frutos		Detección automática INAMHI - Condiciones favora...	CF B
5	Line 1	2020-01-20	12:00:00	Frutos momificados, Manchas, Moho		Detección automática INAMHI - Condiciones favora...	CF B
6	Line 1	2020-01-13	12:00:00	Frutos momificados, Manchas, Moho		Detección automática INAMHI - Condiciones favora...	CF B
7	Line 2	2025-12-11	10:00:00			PRUEBA - MEDIO RIESGO - Algunos síntomas	CF B
8	Line 1	2025-12-11	10:00:00	Frutos momificados, Manchas, Moho, Presencia de moho en frutos		PRUEBA - ALTO RIESGO - Todos los síntomas	CF B
9	Line 2	2025-12-09	10:30:00	Moho		PRUEBA - Solo moho MEDIO RIESGO	CF B
10	Line 1	2025-12-09	09:30:00	Moho		PRUEBA - Solo moho MEDIO RIESGO	CF B

Elaborada por: la Autora, 2026

## 1.3 Registro de datos climáticos

Permite ingresar o importar información relacionada con las condiciones del clima. El usuario puede registrar manualmente la temperatura, la precipitación y la humedad, o bien importar archivos en formato CSV o Excel proporcionados por la API OpenWeatherMap. Estos datos se almacenan en el sistema para su posterior análisis.

Figura 5.

### Registro de datos climáticos

Finca Chabla

25.5 °C TEMPERATURA PROMEDIO

696.8 mm PRECIPITACION SCORRALGA

76.3 % HUMEDAD PROMEDIO

144 TOTAL DE REGISTROS

Registro Climático Nuevo Registro Cargar CSV/Excel

Mostrar 10 registros Buscar:

#	ZONA	FECHA	HORA	TEMP (C)	PRECIPITACION (MM)	HUMEDAD (%)	WINDS	DESCRIPCIONES	MODIFICAR
1	Line 2	2020-01-20	12:00:00	14.00	15.00	88.00		Datos históricos INAMHI - Estación: SUYARIAS (14)	CF B
2	Line 2	2020-01-20	12:00:00	20.00	21.40	82.00		Datos históricos INAMHI - Estación: SUYARIAS (14)	CF B
3	Line 2	2020-01-27	12:00:00	15.00	5.50	62.00		Datos históricos INAMHI - Estación: SUYARIAS (14)	CF B
4	Line 2	2020-01-28	12:00:00	28.49	7.00	88.00		Datos históricos INAMHI - Estación: SUYARIAS (14)	CF B
5	Line 2	2020-01-28	12:00:00	29.00	6.49	81.00		Datos históricos INAMHI - Estación: SUYARIAS (14)	CF B
6	Line 2	2020-01-24	12:00:00	28.43	6.83	83.00		Datos históricos INAMHI - Estación: SUYARIAS (14)	CF B
7	Line 2	2020-01-13	12:00:00	28.00	6.00	78.00		Datos históricos INAMHI - Estación: SUYARIAS (14)	CF B

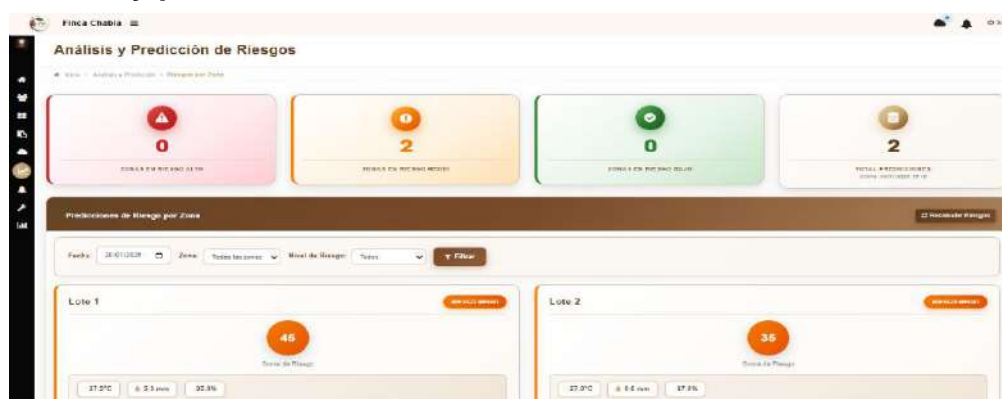
Elaborada por: la Autora, 2026

## 1.4 Análisis y predicción

El sistema analiza automáticamente los datos ingresados y determina el nivel de riesgo de moniliasis en cada zona, clasificándolo como bajo, medio o alto. Las predicciones se actualizan de manera continua conforme se incorporan nuevos registros al sistema.

Figura 6.

### Análisis y predicción



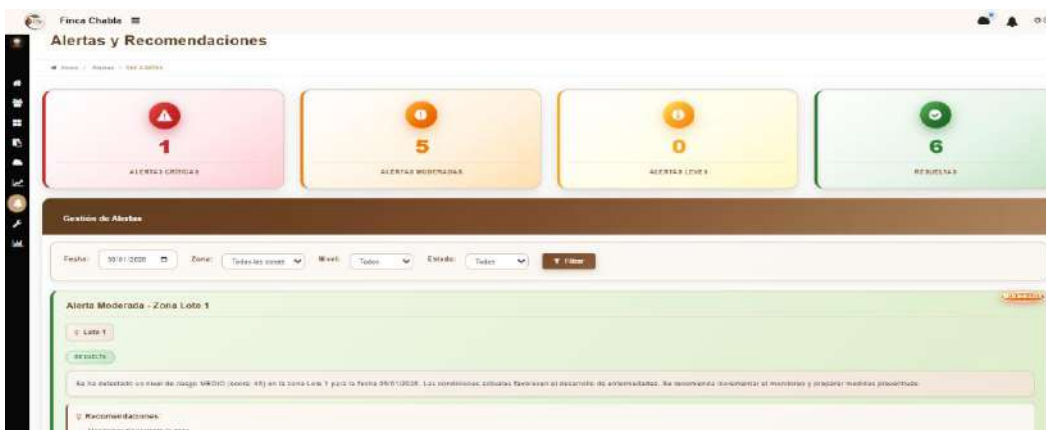
Elaborada por: la Autora, 2026

## 1.5 Alertas y recomendaciones

Cuando el sistema detecta un nivel de riesgo medio o alto, genera alertas acompañadas de recomendaciones específicas, tales como la realización de podas sanitarias, el monitoreo intensivo o la aplicación de productos fitosanitarios. Estas alertas se visualizan dentro del sistema y pueden enviarse por correo electrónico.

Figura 7.

### Alertas y recomendaciones



Elaborada por: la Autora, 2026

## 1.6 Registro de intervenciones

Permite registrar las acciones realizadas por el agricultor. Para ello, se deben ingresar datos como el tipo de intervención efectuada, la zona donde se aplicó, la fecha de ejecución y las observaciones correspondientes.

Figura 8.

### Registro de intervenciones

The screenshot shows a form titled 'Nueva Intervención' with the following fields and values:

- Zona \***: Seleccione zona (dropdown menu)
- Alerta Relacionada (opcional)**: Ninguna (dropdown menu)
- Fecha \***: 30/01/2020 (calendar icon)
- Hora \***: 04:10 (clock icon)
- Tipo de Intervención \***: Poda Sanitaria (dropdown menu)
- Responsable \***: Nombre del responsable (text input)
- Descripción \***: Describe la intervención realizada (text area)
- Producto Aplicado**: Nombre del producto (text input)
- Dosis Aplicada**: ej. 500ml/ha (text input)

Buttons: Cancelar, Guardar Intervención

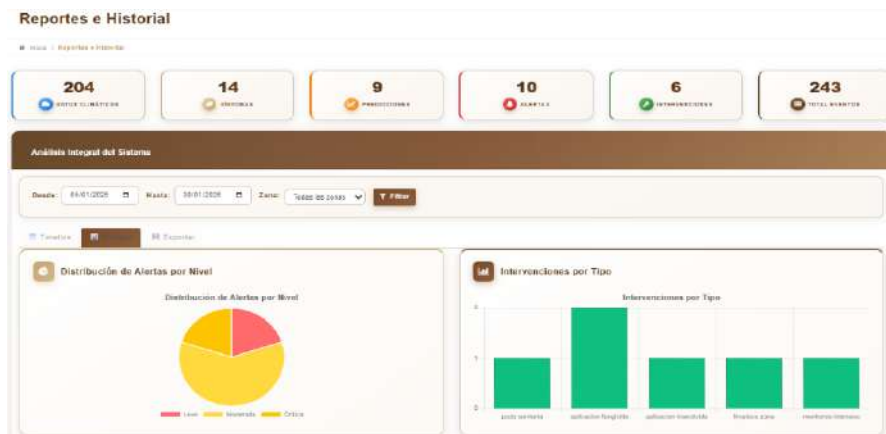
Elaborada por: la Autora, 2026

## 1.7 Reporte e historial

El sistema permite consultar el historial de síntomas, datos climáticos, predicciones y acciones realizadas. Asimismo, ofrece la visualización de gráficos que muestran la evolución del riesgo de moniliasis y posibilita la generación de reportes en formato PDF o Excel para fines de respaldo e informes técnicos.

Figura 9.

### Reporte e historial



Elaborada por: la Autora, 2026

**MANUAL TÉCNICO****SISTEMA WEB PREDICTIVO PARA EL CONTROL DE  
MONILIASIS (*Moniliophthora roreli*) EN EL CULTIVO DE  
CACAO, FINCA CHABLA****AUTORA****SICHA SUMBA ROSA ALEXANDRA****2026**

## **1. INTRODUCCIÓN**

El desarrollo de sistemas web se ha convertido en una necesidad para las diferentes entidades productivas, ya que permiten optimizar los procesos y mejorar la gestión de la información. En este contexto, el sistema web desarrollado para la Finca Chabla tiene como finalidad apoyar el control y monitoreo de la moniliasis en el cultivo de cacao mediante el registro y análisis de datos agrícolas y climáticos. El presente manual técnico describe los aspectos técnicos y funcionales del sistema, con el propósito de asegurar su correcta implementación, configuración y mantenimiento.

## **2. OBJETIVO**

Brindar instrucciones claras y accesibles que permitan al usuario comprender, operar y aprovechar de manera segura y eficiente un producto, sistema o servicio, reduciendo errores y mejorando la experiencia de uso.

## **3. FINALIDAD**

El manual técnico fue elaborado con el propósito de facilitar la instalación, configuración, operación y mantenimiento del sistema web. Su finalidad es asegurar que el sistema se despliegue y funcione correctamente en la finca Chabla, permitiendo al usuario técnico comprender cada uno de los procesos involucrados y detallando sus aspectos técnicos y funcionales.

## **4. ASPECTOS TECNICOS**

### **4.1 Herramientas utilizadas para el desarrollo del sistema**

El sistema web implementado en la Finca Chabla fue desarrollado con el apoyo de diversas herramientas tecnológicas que aseguran su estabilidad y correcto desempeño. Para las pruebas iniciales se utilizó XAMPP como entorno de servidor local, mientras que la gestión de la información se realizó mediante el sistema de base de datos MySQL, en el cual se almacenan los registros de usuarios, áreas de cultivo, síntomas, variables climáticas y resultados de predicción. La programación en PHP permitió establecer la interacción entre la aplicación y la base de datos, facilitando las operaciones de registro, consulta, modificación y eliminación de datos. La presentación de las páginas se estructuró a través de HTML y su diseño fue adaptado mediante CSS, permitiendo definir

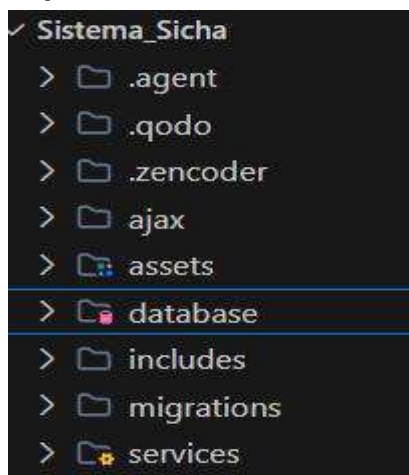
estilos visuales acordes a la interfaz del sistema. Adicionalmente, JavaScript se empleó para incorporar funciones dinámicas y mecanismos de validación, optimizando la experiencia de uso del sistema.

#### 4.2. Estructura de archivo del sistema

Las principales carpetas del sistema se describen a continuación:

**Figura 1.**

##### Carpetas assets del sistema

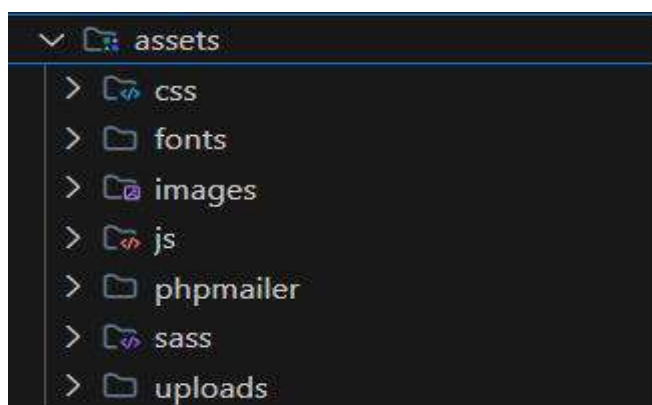


Esta carpeta reúne los archivos necesarios para que el sistema se muestre correctamente en el navegador.

**Elaborado por: la Autora, 2026**      **6**

**Figura 2.**

##### Carpetas assets del sistema



La carpeta assets organiza los recursos estáticos del sistema web, esencial para la funcionalidad visual.

**Elaborado por: la Autora, 2026**

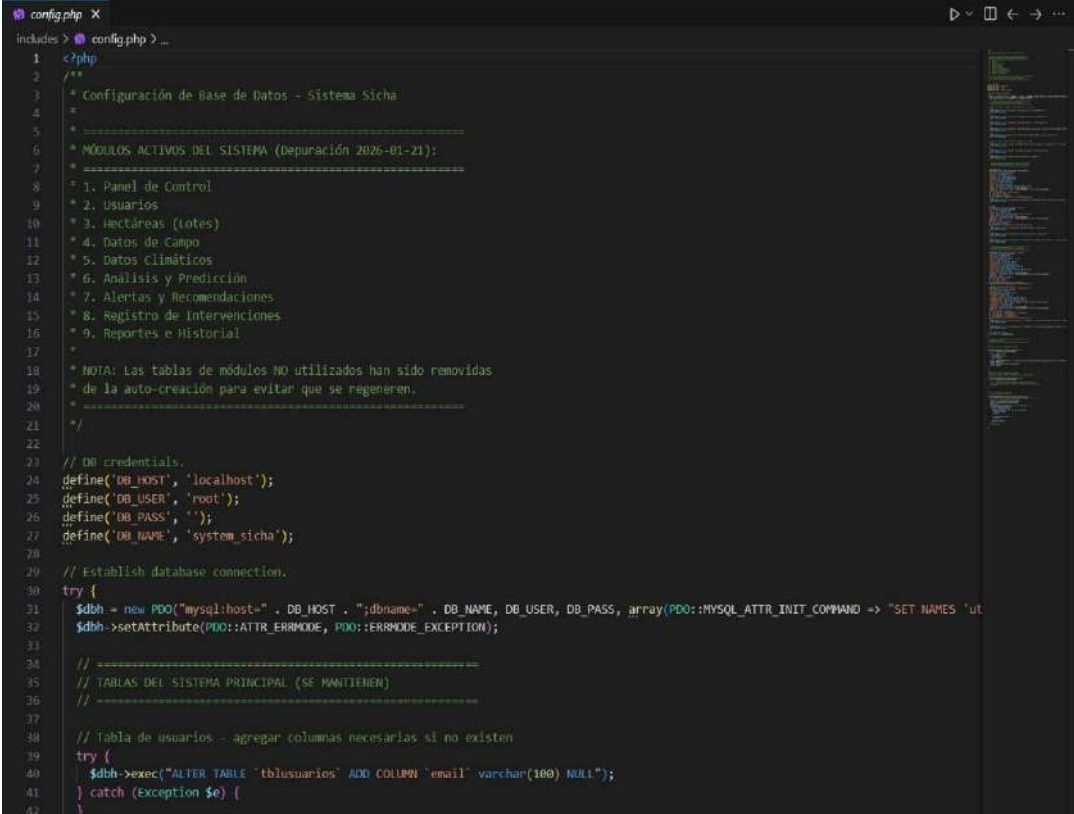
### 4.3 Configuración de la base de datos

Para realizar la conexión de la base de datos se debe tener los accesos de los archivos que se encuentra en:

[C:\xampp\htdocs\Sistema\\_Sicha\database](C:\xampp\htdocs\Sistema_Sicha\database)

**Figura 3.**

**Conexión de la base de datos con los diferentes módulos**



```

1 <?php
2 /**
3  * Configuración de Base de Datos - Sistema Sicha
4  *
5  *
6  * MÓDULOS ACTIVOS DEL SISTEMA (depuración 2026-01-21):
7  * -----
8  * 1. Panel de Control
9  * 2. Usuarios
10 * 3. Hectáreas (lotes)
11 * 4. Datos de Campo
12 * 5. Datos Climáticos
13 * 6. Análisis y Predicción
14 * 7. Alertas y Recomendaciones
15 * 8. Registro de Intervenciones
16 * 9. Reportes e Historial
17 *
18 * NOTA: Las tablas de módulos NO utilizados han sido removidas
19 * de la auto-creación para evitar que se regeneren.
20 * -----
21 */
22
23 // DB credentials.
24 define('DB_HOST', 'localhost');
25 define('DB_USER', 'root');
26 define('DB_PASS', '');
27 define('DB_NAME', 'system_sicha');
28
29 // Establish database connection.
30 try {
31     $dbh = new PDO("mysql:host=". DB_HOST . ";dbname=". DB_NAME, DB_USER, DB_PASS, array(PDO::MYSQL_ATTR_INIT_COMMAND => "SET NAMES 'utf8'"));
32     $dbh->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
33
34     // -----
35     // TABLAS DEL SISTEMA PRINCIPAL (SE MANTIENEN)
36     // -----
37
38     // Tabla de usuarios - agregar columnas necesarias si no existen
39     try {
40         $dbh->exec("ALTER TABLE `tblusuarios` ADD COLUMN `email` varchar(100) NULL;");
41     } catch (Exception $e) {
42     }
43 }

```

El código se encarga de configurar y gestionar la conexión con la base de datos del sistema, permitiendo el acceso y la interacción con la información almacenada.

**Elaborado por: la Autora, 2026**

## 4. 4 Módulo de registro de usuario

Figura 4.

### Código de registro de usuario

```

1 <?php
2 session_start();
3 error_reporting(0);
4 include('includes/config.php');
5 if (strlen($_SESSION['alogin']) == '') {
6     header("location: index.php");
7 } else {
8     //
9 }
10 // procesar actualización primero para evitar conflictos si existe un input oculto "create_user"
11 if (isset($_POST['mode']) && $_POST['mode'] == 'update' || isset($_POST['update_user'])) {
12     $id = intval($_POST['id']);
13     $nombres = trim($_POST['nombres']);
14     $cedula = trim($_POST['cedula']);
15     $email = trim($_POST['email']);
16     $username = trim($_POST['username']);
17     $estado = (isset($_POST['estado']) && $_POST['estado'] == 'inactivo') ? 'inactivo' : 'activo';
18     if (isset($_POST['password']) && $_POST['password'] != '') {
19         $hash = password_hash($_POST['password'], PASSWORD_DEFAULT);
20         $sql = "update tblusuarios set nombres=:nombres,cedula=:cedula,email=:email,username=:username,estado=:estado,password=:password
21         ";
22         $sql = "update tblusuarios set nombres=:nombres,cedula=:cedula,email=:email,username=:username,estado=:estado where id=:id";
23     }
24     $q = $dbh->prepare($sql);
25     $q->bindParam(':nombres', $nombres, PDO::PARAM_STR);
26     $q->bindParam(':cedula', $cedula, PDO::PARAM_STR);
27     $q->bindParam(':email', $email, PDO::PARAM_STR);
28     $q->bindParam(':username', $username, PDO::PARAM_STR);
29     $q->bindParam(':estado', $estado, PDO::PARAM_STR);
30     if (isset($hash)) {
31         $q->bindParam(':password', $hash, PDO::PARAM_STR);
32     }
33     $q->bindParam(':id', $id, PDO::PARAM_INT);
34     if ($q->execute()) {
35         $_SESSION['Flash_success'] = "Usuario actualizado";
36     } else {
37         $_SESSION['Flash_error'] = "Error al actualizar";
38     }
39     header("location: manage-usuario.php");
40     exit;
41 }
42

```

La imagen muestra un fragmento de código PHP del módulo de creación usuarios, encargado de validar sesiones y actualizar la información y el acceso de los usuarios al sistema

Elaborado por: la Autora, 2026

Figura 5

### Código del módulo de análisis y predicción

```

41 //
42 // Si el usuario seleccionó una fecha específica, filtrar por esa fecha
43 // Si no, mostrar las predicciones más recientes de cada zona
44
45 if ($usuarioSeleccionoFecha) {
46     // CON FECHA SELECCIONADA: buscar predicciones para esa fecha específica
47     $where_parts = ["p.fecha = :fecha"];
48     $params = [':fecha' => $fecha_filtro];
49
50     if ($zona_filtro != '' && $zona_filtro != 0) {
51         $where_parts[] = "p.zona_id = :zona_id";
52         $params[':zona_id'] = $zona_filtro;
53     }
54     if (!empty($riesgo_filtro)) {
55         $where_parts[] = "p.nivel_riesgo = :nivel";
56         $params[':nivel'] = $riesgo_filtro;
57     }
58
59     $where_clause = implode(' AND ', $where_parts);
60     // SOLO MOSTRAR PREDICCIONES QUE TENGAN CLIMATICOS ACTUALES EN tblclimaticos
61     $sql = "SELECT p.*, l.codigo AS zona_nombre, lubicacion_gps
62     FROM tblpredicciones_riesgo p
63     INNER JOIN tblzonas l ON p.zona_id = l.id
64     WHERE $where_clause AND p.fecha != '0000-00-00'
65     AND EXISTS (
66     SELECT 1 FROM tblclimaticos dc
67     WHERE dc.fecha = p.fecha
68     AND (dc.zona_id = p.zona_id OR dc.zona_id IS NULL)
69     )
70     ORDER BY p.score_riesgo DESC, l.codigo ASC";
71
72     $q = $dbh->prepare($sql);
73     foreach ($params as $key => $val) {
74         $q->bindValue($key, $val);
75     }
76     $q->execute();
77     $predicciones = $q->fetchAll(PDO::FETCH_OBJ);
78
79 } else {
80     // SIN FECHA SELECCIONADA: traer la predicción más reciente de cada zona

```

La imagen muestra un fragmento de código PHP del módulo de análisis y predicción, encargado de filtrar y mostrar predicciones de riesgo según fecha, zona y nivel, utilizando datos climáticos registrados en el sistema.

Elaborado por: la Autora, 2026

**Figura 6****Evaluación del desempeño del sistema**

Temperatura (°C)	Humedad relativa < 70%	Humedad relativa 70% - 85%	Humedad Relativa > 85%
< 20 °C	5% (Bajo)	15% (Bajo)	40% (Moderado)
20 °C - 26 °C	10% (Bajo)	45% (Moderado)	85% (Muy Alto)
26 °C - 32 °C	15% (Bajo)	35% (Moderado)	60% (Alto)
> 32 °C	5% (Bajo)	10% (Bajo)	20%(Moderado)

La tabla muestra los rangos de temperatura y humedad utilizados por el sistema para determinar el nivel de riesgo de moniliasis (bajo, moderado o alto).

**Elaborado por: la Autora, 2026**

**Anexo N° 23. Entrega del sistema**

Tabla 18.

**Acta de entrega y cierre**

<b>ACTA DE ENTREGA Y CIERRE</b>	
<b>Tipo de proyecto:</b>	Sistema web
<b>Entregado a:</b>	Johanna Zhinin
<b>Entrega del proyecto:</b>	Sistema web predictivo para el control de moniliasis (Moniliophthora roreri) en el cultivo de cacao, finca Chabla
<b>Fecha:</b>	20 de enero del 2026
<b>Descripción general</b>	
Implementar un sistema web predictivo que permita mejorar el control oportuno y eficiente de Moniliasis en el cultivo de cacao de la finca Chabla, a través del análisis de datos climatológicos de los últimos dos años.	
<b>Alcance del proyecto:</b>	
Se realizó la entrega del sistema web y sus respectivos manuales de usuario y técnico a la propietaria de la finca Chala la cual aceptó con agradecimiento el proyecto. A continuación, se describe el alcance del sistema:	
<b>Herramientas de desarrollo del sistema</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ MySQL</li> <li>✓ PHP</li> <li>✓ CSS</li> <li>✓ HTML</li> </ul>	
<b>Requisitos funcionales</b>	
<b>Registro de Usuario:</b> Permite el ingreso seguro de usuarios registrados mediante credenciales de usuario y contraseña.	
<b>Inicio de Sesión:</b> Valida las credenciales del usuario (correo o nombre de usuario y contraseña) para acceder al sistema.	
<b>Registro de Datos de Campo:</b> Permite ingresar observaciones de síntomas visibles en las plantas de cacao, especificando zona y tipo de afectación.	

**Gestión de Datos Climáticos:** Permite registrar manualmente condiciones del clima (temperatura, humedad y lluvia) e importar datos externos de OpenWeatherMap mediante la clave

**Análisis y Predicción de Riesgos:** Analiza los datos agrícolas y climáticos para calcular el nivel de riesgo de enfermedades (alto, medio, bajo) y actualizar las predicciones dinámicamente.

**Alertas y Recomendaciones:** Genera notificaciones automáticas según el nivel de riesgo detectado, con recomendaciones específicas de acción.

**Registro de Intervenciones:** Permite documentar las acciones realizadas (poda, aplicación de productos, limpieza, etc.), incluyendo fecha, zona y observaciones.

**Reportes e Historial:** Muestra el historial completo de síntomas, condiciones climáticas, predicciones y acciones tomadas, con opción de exportar a PDF o Excel.

#### **Requisitos no funcionales**

**Usabilidad:** El sistema debe contar con una interfaz clara, comprensible y adaptable.

**Disponibilidad:** El sistema debe estar disponible en línea 24/7, accesible desde cualquier lugar con conexión a internet.

**Seguridad:** La autenticación de usuarios y almacenamiento de contraseñas deben realizarse mediante cifrado seguro.

**Rendimiento:** Las consultas y generación de reportes deben ejecutarse en menos de 3 segundos bajo carga promedio.

**Escalabilidad:** El sistema debe permitir la incorporación de nuevas fincas o zonas de cultivo sin requerir rediseño.

**Interoperabilidad:** El sistema debe poder intercambiar datos con fuentes externas (como OpenWeather) mediante formatos estándar (CSV, Excel).

**Accesibilidad:** Debe ser accesible para usuarios con limitaciones visuales, incorporando texto alternativo y diseño responsivo.

#### **Participantes**

<b>Elaborado por:</b>	Rosa Alexandra Sicha Sumba
<b>Aprobado por:</b>	Sra. Johanna Zhinin

### **Anexo N° 24. Evaluación del desempeño del sistema**

**Tabla 19.**

**Matriz de probabilidad de incidencia de patógenos según condiciones climáticas**

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Humedad relativa &lt; 70%</b>	<b>Humedad relativa 70% - 85%</b>	<b>Humedad Relativa &gt; 85%</b>
< 20 °C	5% (Bajo)	15% (Bajo)	40% (Moderado)
20 °C - 26 °C	10% (Bajo)	45% (Moderado)	85% (Muy Alto)
26 °C - 32 °C	15% (Bajo)	35% (Moderado)	60% (Alto)
> 32 °C	5% (Bajo)	10% (Bajo)	20%(Moderado)

La tabla muestra los rangos de temperatura y humedad utilizados por el sistema para determinar el nivel de riesgo de moniliasis (bajo, moderado o alto).

**Elaborado por: la Autora, 2026**

### **Anexo N° 25. Validación de confiabilidad del sistema**

**Tabla 20.**

**Matriz de confusión del sistema predictivo**

<b>Predicción del sistema</b>	<b>Observación real</b>	<b>Clasificación</b>
Riesgo alto	Se presentó moniliasis	Verdadero positivo
Riesgo alto	No se presentó enfermedad	Falso positivo
Riesgo bajo	No se presentó enfermedad	Verdadero negativo
Riesgo bajo	Se presentó moniliasis	Falso negativo

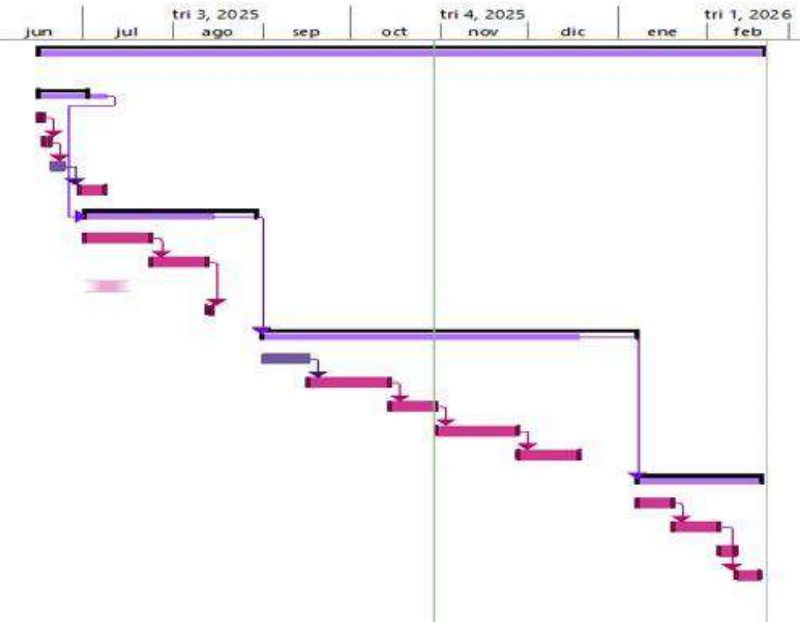
La tabla presenta la matriz de confusión utilizada para evaluar la precisión del sistema en la predicción de la moniliasis.

**Elaborado por: la Autora, 2026**

## APÉNDICES

### Apéndice 1. Cronograma

Id	Cronograma de actividades	Duración	Comienzo	Fin
1	<b>SISTEMA WEB PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL EFICIENTE DE LABORES DE MANTENIMIENTO EN CACAOTALES: ESTUDIO DE CASO FINCA LOS MERA</b>	<b>180 días</b>	<b>lun 16/06/25</b>	<b>vie 20/02/26</b>
2	<b>FASE DE PLANIFICACIÓN</b>	<b>13 días</b>	<b>lun 16/06/25</b>	<b>mié 02/07/25</b>
3	Visita a la finca	2 días	lun 16/06/25	mar 17/06/25
4	Entrevista al administrador	2 días	mié 18/06/25	jue 19/06/25
5	Observación directa del proceso	3 días	vie 20/06/25	mar 24/06/25
6	Análisis inicial de necesidades	7 días	lun 30/06/25	mar 08/07/25
7	<b>FASE DE DISEÑO</b>	<b>43 días</b>	<b>mié 02/07/25</b>	<b>vie 29/08/25</b>
8	Diseño de base de datos	17 días	mié 02/07/25	jue 24/07/25
9	Diseño de módulos	13 días	vie 25/07/25	mar 12/08/25
10	Diagramas UML	11 días		
11	Wireframes	2 días	mié 13/08/25	jue 14/08/25
12	<b>FASE DE DESARROLLO</b>	<b>93 días</b>	<b>lun 01/09/25</b>	<b>mié 07/01/26</b>
13	Codificación del módulo inicio de autenticación	12 días	lun 01/09/25	mar 16/09/25
14	Codificación del módulo de configuración	20 días	mié 17/09/25	mar 14/10/25
15	Codificación del módulo de gestión de actividades	12 días	mié 15/10/25	jue 30/10/25
16	Codificación del módulo de stock e insumos	20 días	vie 31/10/25	jue 27/11/25
17	Codificación del módulo de reportes	15 días	vie 28/11/25	jue 18/12/25
18	<b>FASE DE IMPLEMENTACIÓN Y PRUEBAS</b>	<b>31 días</b>	<b>jue 08/01/26</b>	<b>jue 19/02/26</b>
19	Validación con el usuario	8 días	jue 08/01/26	lun 19/01/26
20	Pruebas funcionales	12 días	mar 20/01/26	mié 04/02/26
21	Instalación del sistema en la finca	4 días	jue 05/02/26	mar 10/02/26
22	Capacitación	6 días	mié 11/02/26	mié 18/02/26
23				
24				



Elaborado por: la Autora, 2026

