



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN EL CARMEN
CARRERA DE INGENIERÍA DE SOFTWARE
Creada Ley No. 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

TEMA

SISTEMA CHATBOT CON PLN DE FITOSANIDAD DEL
CULTIVO DE CACAO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL ULEAM EL
CARMEN

PROYECTO INTEGRADOR
MONITOREO FITOSANITARIO DIGITAL DEL CACAO

AUTOR
CEDENÑO ZAMBRANO ANA MICHELLI

DIRECTOR DEL TEMA
ING. REASCOS PINCHAO RAÚL SAED, MG.

EL CARMEN, 2026



CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría de la estudiante CEDEÑO ZAMBRANO ANA MICHELLI, legalmente matriculada en la carrera de Ingeniería de Software, período académico 2025(2)-2026(1), cumpliendo el total de 288 horas, cuyo tema del proyecto es "SISTEMA CHATBOT CON PLN DE FITOSANIDAD DEL CULTIVO THEOBROMA CACAO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL ULEAM EL CARMEN".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 31 de julio de 2026.

Lo certifico,



Ing. Saed Reascos Pinchao, Mg.
Docente Tutor

Área: Tecnologías de la Información & Software



Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión El Carmen

Carrera de Ingeniería de Software

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Títulos de trabajo de titulación:

Sistema Chatbot con PLN de Fitosanidad del Cultivo De Cacao En La Granja Experimental Uleam El Carmen.

Modalidad:

Proyecto integrador

Autor:

Cedeño Zambrano Ana Michelli

Tutor:

Ing. Reascos Pinchao Raúl Saed

Tribunal de sustentación:

Presidente: Ing. Minaya Macias Renelmo Wladimir

Miembro: Ing. Arévalo Hermida Rómulo Danilo

Miembro: Ing. Mendoza Villamar Rocio Alexandra

Fecha de sustentación:

27 de agosto de 2026

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA



Quien suscribe, **CEDEÑO ZAMBRANO ANA MICHELLI**, portadora de la Cédula Nacional de Identidad N.º 1315748697, manifiesta bajo juramento que el trabajo de titulación denominado “***SISTEMA CHATBOT CON PLN DE FITOSANIDAD DEL CULTIVO DE CACAO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL ULEAM EL CARMEN***”, desarrollado dentro de la carrera de Ingeniería en Software, Extensión El Carmen, constituye producción intelectual propia, elaborada con base en investigación y análisis personal.

Declaro asimismo que toda información, dato o idea proveniente de terceros ha sido debidamente referenciada conforme a las normas de citación vigentes, y que el contenido presentado cumple con la normativa legal aplicable en materia de propiedad intelectual, sin incurrir en plagio ni en apropiación indebida de trabajos ajenos.

De igual forma, otorgo mi autorización expresa a la ULEAM para que proceda con la digitalización y publicación del presente trabajo en su repositorio institucional, en cumplimiento de lo establecido en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Para constancia, firmo la presente declaración.

CEDEÑO ZAMBRANO ANA MICHELLI

C.I.: 1315748697

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por permitirme vivir esta experiencia estudiantil y acompañarme en su infinita misericordia en cada momento de mi vida. En los instantes de soledad y dificultad, cuando mis fuerzas y ánimos se vieron debilitados, su presencia me brindó calma, fortaleza y esperanza para seguir adelante.

A mis padres, hermano y cuñada, quienes con su amor, sacrificio y apoyo constante me enseñaron a luchar por mis metas y a no rendirme ante las dificultades. Por su confianza, paciencia y ánimo permanente, pude mantenerme firme en este camino y alcanzar esta importante meta en mi vida.

A Lilibeth, quien me acogió desde la primera semana de clases y permaneció a mi lado desde entonces; y a Jeny, quien, con su carisma y noble corazón, supo alegrar nuestros días. Ambas fueron parte fundamental de mi vida universitaria y estuvieron presentes tanto en los buenos momentos como en aquellos más difíciles, dejando una huella especial en esta etapa de mi vida.

A cada ingeniero que nos impartió su conocimiento, a la Ing. Clarita, al Ing. Rómulo, Ing. Arca, Ing. Mora, Ing. Saed, entre otros, por tener paciencia y comprensión, por los consejos brindados a lo largo de la carrera.

Ana Michelli Cedeño Zambrano

AGRADECIMIENTOS

A Dios por regalarme la vida, la fuerza y la fe necesaria para seguir adelante incluso en los momentos más difíciles. A mis padres, por su amor infinito, por cada sacrificio y por ser mi mayor impulso para no rendirme jamás. A mi hermano, cuñada y amigos por estar siempre conmigo por su apoyo sincero, sus palabras de ánimo y para acompañarme con cariño en cada paso de este camino.

A mi tutor, el Ing. Reascos Pinchao Raúl Saed, quien, aunque no lo crea, cada vez que contaba sus historias de superación y supervivencia me llenaba de ánimo para seguir la carrera. Cada frase que decía las llevaré siempre presente: “Ay, qué pena”, “Soy casado”, “No entendió”, entre otras. Gracias por la orientación, paciencia y comprensión.

La Autora

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	I
CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	II
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	III
DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA	IV
DEDICATORIA	V
AGRADECIMIENTOS	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES	XV
RESUMEN	XVIII
ABSTRACT.....	XIX
CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.2 Presentación del tema	1
1.3 Contextualización de la problemática	2
1.4 Planteamiento del problema.....	2
1.4.1 Problematización.....	2

1.4.2	Génesis del problema	3
1.4.3	Estado actual del problema	3
1.5	Diagrama causa-efecto.....	4
1.6	Objetivos	4
1.6.1	General.....	4
1.6.2	Específico.....	4
1.7	Justificación	5
1.8	Impactos esperados	5
1.8.1	Impacto tecnológico.....	5
1.8.2	Impacto social	5
1.8.3	Impacto ecológico	6
CAPÍTULO II.....		7
2 MARCO TEÓRICO.....		7
2.1	Antecedentes históricos y del estado del arte	7
2.2	Investigaciones relacionadas.....	8
2.2.1	Chatbot con PLN para el soporte bibliotecario en la Universidad Técnica del Norte	8
2.2.2	Uso de chatbots de inteligencia artificial en la atención al paciente	8
2.2.3	Chatbot con LLM para el diagnóstico de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC).....	9
2.3	Definiciones conceptuales y categorías clave.....	9
2.3.1	Implementación de PLN	10

2.3.1.1 Fundamentos del PLN para chatbots	10
2.3.1.2 Modelos de Lenguaje y Redes Neuronales para Chatbots.....	11
2.3.1.3 Entrenamiento y aprendizaje automático.....	11
2.3.1.4 Diseño y Arquitectura de Chatbots con PLN.....	12
2.3.1.5 Análisis de sentimientos y PLN para chatbots.....	12
2.3.1.6 Desafíos y limitaciones actuales en chatbots con PLN.....	13
2.3.1.7 Impacto y beneficios de chatbots con PLN	13
2.3.1.8 Arquitectura general de un chatbot PLN	14
2.3.2 Fitosanidad del cultivo de cacao	14
2.3.2.1 Introducción a la fitosanidad del cacao.	15
2.3.2.2 Principales enfermedades del cacao	15
2.3.2.3 Manejo integrado de plagas (MIP) en cacao	16
2.3.2.4 Métodos químicos y biológicos de control fitosanitario.	17
2.3.2.5 Poda y manejo fitosanitario para prevenir enfermedades.	17
2.3.2.6 Recuperación y conservación de cacao fino de aroma	18
2.3.2.7 Estudios técnicos y científicos sobre fitosanidad en cacao.	18
2.3.2.8 Sistemas agroforestales y fitosanidad	19
2.4 Conclusiones del marco teórico	19
CAPÍTULO III.....	21
3 MARCO INVESTIGATIVO	21
3.1 Introducción	21
3.2 Tipos de Investigación	22

3.2.1	Investigación aplicada.....	22
3.2.2	Investigación descriptiva.....	23
3.2.3	Investigación cuantitativa	23
3.2.4	Investigación cualitativa	24
3.3	Métodos de Investigación	25
3.3.1	Método sintético.....	25
3.3.2	Método inductivo-deductivo.....	25
3.4	Fuentes de Información.....	26
3.4.1	Fuentes primarias	27
3.5	Estrategias Operacionales para la recolección de datos.....	28
3.5.1	Población.....	28
3.5.2	Muestra	28
3.5.3	Análisis de las herramientas de recolección de datos a utilizar	29
3.5.4	Plan de recolección de datos	30
3.6	Análisis y presentación de las herramientas de recolección de datos.	31
3.6.1	Presentación y descripción de los resultados obtenidos.....	31
3.6.2	Informe final de análisis de datos	43
CAPÍTULO IV		44
4. MARCO PROPOSITIVO		44
4.1	Introducción	44
4.2	Descripción de la propuesta	44
4.3	Determinación de recursos.....	45

4.3.1	Tecnológicos	45
4.3.2	Humanos	46
4.3.3	Económicos.....	47
4.4	Metodología de desarrollo Scrum.....	47
4.4.1	Justificación de la metodología Scrum	47
4.4.2	Roles Scrum.....	48
4.4.3	Eventos Scrum	48
4.4.4	Product Backlog.....	49
4.4.5	Planificación general de los sprints.....	50
4.5	Desarrollo del sistema mediante sprints	52
4.5.1	Sprint 1: Planificación y configuración	52
4.5.2	Sprint 2: Recolección de información.....	55
4.5.3	Sprint 3: Diseño y estructuración de la base de conocimiento.....	58
4.5.4	Sprint 4: Integración y pruebas iniciales.....	63
4.5.5	Sprint 5: Optimización y validación del chatbot.....	67
4.5.6	Sprint 6: Validación final del sistema	69
4.6	Arquitectura del sistema	72
4.7	Resultado final de la propuesta	73
CAPÍTULO V.....		74
5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....		74
5.1	Introducción	74
5.2	Presentación y monitoreo de resultados.....	74

5.2.1	Planificación de la evaluación	74
5.2.2	Ejecución del monitoreo	75
5.3	Interpretación de los resultados.....	79
5.4	Cumplimiento de los objetivos	80
CAPÍTULO VI.....		81
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		81
6.1	Conclusiones	81
6.2	Recomendaciones.....	82
BIBLIOGRAFÍA		83
ANEXOS		90
GLOSARIO		95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Recolección de datos.....	30
Tabla 2 Obtención de los resultados de la encuesta	31
Tabla 3 Obtención de resultados de la entrevista	36
Tabla 4 Recursos tecnológicos	45
Tabla 5 Recursos humanos.....	46
Tabla 6 Recursos económicos	47
Tabla 7 Roles scrum	48
Tabla 8 Eventos scrum con las actividades del proyecto	48
Tabla 9 Product Backlog del proyecto	49
Tabla 10 Planificación de sprints	50
Tabla 11 Historia de usuarios: Configurar del entorno de desarrollo.....	52
Tabla 12 Sprint backlog del sprint 1	52
Tabla 13 Sprint review del sprint 1	53
Tabla 14 Sprint retrospective del sprint 1	53
Tabla 15 Historia de usuarios: Recolección de información sobre cacao	56
Tabla 16 Sprint backlog del sprint 2	56
Tabla 17 Sprint review del sprint 2	57
Tabla 18 Sprint retrospective del sprint 2	57
Tabla 19 Historias de usuarios: Organización de la base de conocimiento.....	59
Tabla 20 Sprint backlog de sprint 3.....	59
Tabla 21 Sprint review del sprint 3	60
Tabla 22 Sprint retrospective del sprint 3	60
Tabla 23 Historias de usuarios: Integración base de conocimiento.....	64
Tabla 24 Sprint backlog del sprint 4	64

Tabla 25 Sprint Review del sprint 4.....	64
Tabla 26 Sprint retrospective del sprint 4	65
Tabla 27 Historias de usuarios: Optimización y validación	67
Tabla 28 Sprint backlog del sprint 5	67
Tabla 29 Sprint review del sprint 5	68
Tabla 30 Sprint retrospective del sprint 5	68
Tabla 31 Historias de usuarios: Validación final del sistema	69
Tabla 32 Sprint backlog del sprint 6	70
Tabla 33 Sprint review del sprint 6	70
Tabla 34 Sprint retrospective del sprint 6	70
Tabla 35 Planificación de evaluación.....	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS E ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Diagrama de causa-efecto	4
Ilustración 2 Resultados pregunta 1	31
Ilustración 3 Resultados pregunta 2	31
Ilustración 4 Resultados pregunta 3	32
Ilustración 5 Resultados pregunta 4	32
Ilustración 6 Resultados pregunta 5	33
Ilustración 7 Resultados pregunta 6	34
Ilustración 8 Resultados pregunta 7	34
Ilustración 9 Resultados pregunta 8	35
Ilustración 10 Resultados pregunta 9	35
Ilustración 11 Resultados pregunta 10.....	36
Ilustración 12 Arquitectura del sistema	54
Ilustración 13 Captura de archivos del proyecto	55
Ilustración 14 Verificación de instalación y configuración de herramientas de desarrollo.....	55
Ilustración 15 Base de conocimiento sobre plagas y enfermedades del cacao .	58
Ilustración 16 Estructura temática de la base de conocimiento organizada por categorías - enfermedades	61
Ilustración 17 Estructura temática de la base de conocimiento organizada por categorías – plagas	62
Ilustración 18 Estructura temática de la base de conocimiento organizada por categorías - deficiencias nutricionales	63
Ilustración 19 Respuesta inicial del chatbot ante consulta general sobre hongos versión sin ajustes de formato y comportamiento.....	66

Ilustración 20 Respuesta corregida del chatbot tras ajustes en plantillas de respuesta y umbrales de confianza.....	66
Ilustración 21 Métricas de evaluación del chatbot	69
Ilustración 22 Resultados de validación final del chatbot	71
Ilustración 23 Versión final del chatbot integrada en la aplicación móvil Android	72
Ilustración 24 Tiempos de respuestas 1	76
Ilustración 25 Distribución de resultados exitosos- fallidos 1.....	76
Ilustración 26 Distribución de resultados exitosos- fallidos caso2.....	77
Ilustración 27 Distribución de resultados exitosos- fallidos caso 3.....	77
Ilustración 28 Distribución de resultados exitosos- fallidos caso 4.....	78
Ilustración 29 Efectividad por categoría de prueba.....	78
Ilustración 30 Tiempos de respuesta por pregunta	79

ANEXOS

Anexo 1 Asignación de tutor	90
Anexo 2 Fotografía 1.....	91
Anexo 3 Generación de reporte de pruebas al chatbot	91
Anexo 4 Prueba Demo.....	92
Anexo 5 Fotografía 2.....	93
Anexo 6 Certificado de compilatio.....	94

RESUMEN

El presente trabajo de titulación aborda la dificultad que enfrentan los estudiantes de la granja experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, para acceder de manera rápida a información técnica especializada sobre plagas, enfermedades y condiciones fitosanitarias del cultivo. Esta limitación afecta la toma de decisiones y puede generar pérdidas económicas, por lo que se planteó como objetivo desarrollar un chatbot experto en fitosanidad del cacao, basado en procesamiento del lenguaje natural, que brinde recomendaciones claras y accesibles a los usuarios.

La investigación tuvo un enfoque aplicado y se apoyó en métodos sintético e inductivo-deductivo, se llevó a cabo con una población de 389 estudiantes de la carrera de agropecuaria, de la cual se tomó una muestra de 40 estudiantes, además de contar con la participación de un especialista en cultivos de cacao, posteriormente se aplicaron encuestas y entrevistas para identificar los requerimientos del sistema. El desarrollo se realizó mediante la metodología ágil scrum, organizada en sprints, lo que permitió construir un sistema conversacional offline con una capa de presentación, una capa de procesamiento y una base de conocimiento especializada en enfermedades fúngicas, plagas y manejo agronómico. La validación del chatbot se efectuó mediante pruebas técnicas iterativas, en las que se observó una mejora progresiva en la clasificación de consultas y en el tiempo de respuesta. Los resultados demostraron que el sistema es una herramienta viable para facilitar el acceso a información técnica confiable y apoyar un manejo fitosanitario más oportuno del cultivo de cacao.

Palabras clave: chatbot, procesamiento de lenguaje natural, fitosanidad del cacao, sistema offline

ABSTRACT

This thesis addresses the difficulty faced by students at the experimental farm of the Universidad Laica Eloy Alfaro in Manabí, El Carmen campus, in quickly accessing specialized technical information on pests, diseases, and phytosanitary conditions affecting the crop. This limitation affects decision-making and can lead to economic losses; therefore, the objective was to develop an expert chatbot on cocoa plant health, based on natural language processing, that provides clear and accessible recommendations to users.

The research took an applied approach and relied on synthetic and inductive-deductive methods. It was conducted with a population of 389 students in the agricultural science program, from which a sample of 40 students was selected; a specialist in cocoa cultivation also participated. Surveys and interviews were subsequently administered to identify the system's requirements. Development was carried out using the Agile Scrum methodology, organized into sprints, which enabled the creation of an offline conversational system with a presentation layer, a processing layer, and a knowledge base specializing in fungal diseases, pests, and agronomic management. The chatbot was validated through iterative technical testing, during which a progressive improvement in query classification and response time was observed. The results demonstrated that the system is a viable tool for facilitating access to reliable technical information and supporting more timely phytosanitary management of cocoa crops.

Keywords: chatbot, natural language processing, cocoa plant health, offline system

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El acceso a información técnica sobre la fitosanidad del cultivo de cacao en la Granja Experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, extensión El Carmen, representa una necesidad importante debido a las dificultades que enfrentan los productores para identificar oportunamente plagas, enfermedades y otras condiciones que afectan la salud vegetal. Este contexto influye en el proceso de toma de decisiones y produce una pérdida económica para el cultivo. Por lo tanto, se propone una solución alternativa utilizando la tecnología para ayudar a acceder a la información de manera efectiva.

Ante esta problemática se propone el uso de un chatbot experto en la fitosanidad del cacao que utiliza la tecnología del Procesamiento del Lenguaje Natural. Esta herramienta ayudará a los productores y a otras personas relacionadas con el cultivo a tener acceso a la información técnica sin depender de los métodos tradicionales como la consulta cara a cara o la difusión de la información.

1.2 Presentación del tema

Este proyecto se centra en el diseño e implementación del módulo 5 el cual es relevante para el chatbot de recomendación. El módulo está diseñado para mejorar la comunicación entre agricultor y el sistema de monitoreo de la salud de las plantas mediante respuestas y consultas automáticas.

1.3 Contextualización de la problemática

El presente proyecto se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, ubicada en el cantón El Carmen, provincia de Manabí, Ecuador. Esta zona constituye una de las principales áreas productoras de cacao de alta calidad a nivel nacional, destacándose por su participación en las cadenas de siembra, producción, comercialización y exportación de este importante producto agrícola.

La región de El Carmen es conocida por su microclima favorable para el cultivo del cacao, caracterizado por un clima tropical húmedo con altas precipitaciones y temperaturas moderadas, lo que favorece el crecimiento saludable de los árboles de cacao (*Theobroma cacao*). Pero una de las problemáticas más relevantes para los agricultores es la limitada accesibilidad a información técnica especializada y herramientas tecnológicas necesarias para la identificación rápida y precisa de enfermedades fitosanitarias en el cultivo de cacao, lo que dificulta la implementación de medidas oportunas de control y manejo adecuado.

Esta investigación se centra en el desarrollo de un sistema conversacional tipo chatbot que brinde recomendaciones fitosanitarias para el cultivo de cacao, basado en procesamiento de lenguaje natural, con el fin de facilitar el acceso a información técnica especializada sobre plagas y enfermedades.

1.4 Planteamiento del problema

1.4.1 Problematización

¿Cuáles son las principales plagas, enfermedades y condiciones de salud vegetal que afectan al cultivo de *Theobroma cacao* en la Granja Experimental de la ULEAM y cuáles son los métodos de control actuales?

¿Qué barreras específicas enfrentan los productores para acceder a asesoría técnica inmediata y cómo interactúan actualmente con los sistemas digitales existentes?

1.4.2 Génesis del problema

El problema se identifica en la falta de asistencia digital conversacional para los estudiantes de la granja experimental, ya que, al no contar con un asesoramiento temprano para tratar una planta de cacao en mal estado, se estaría perdiendo un producto de gran valor, lo que representaría una pérdida significativa.

Por otro lado, si estudiantes y profesores contaran con una herramienta digital, esta ayudaría a lograr un mejor manejo de la sanidad de los cultivos y a acceder a la información necesaria para su cuidado.

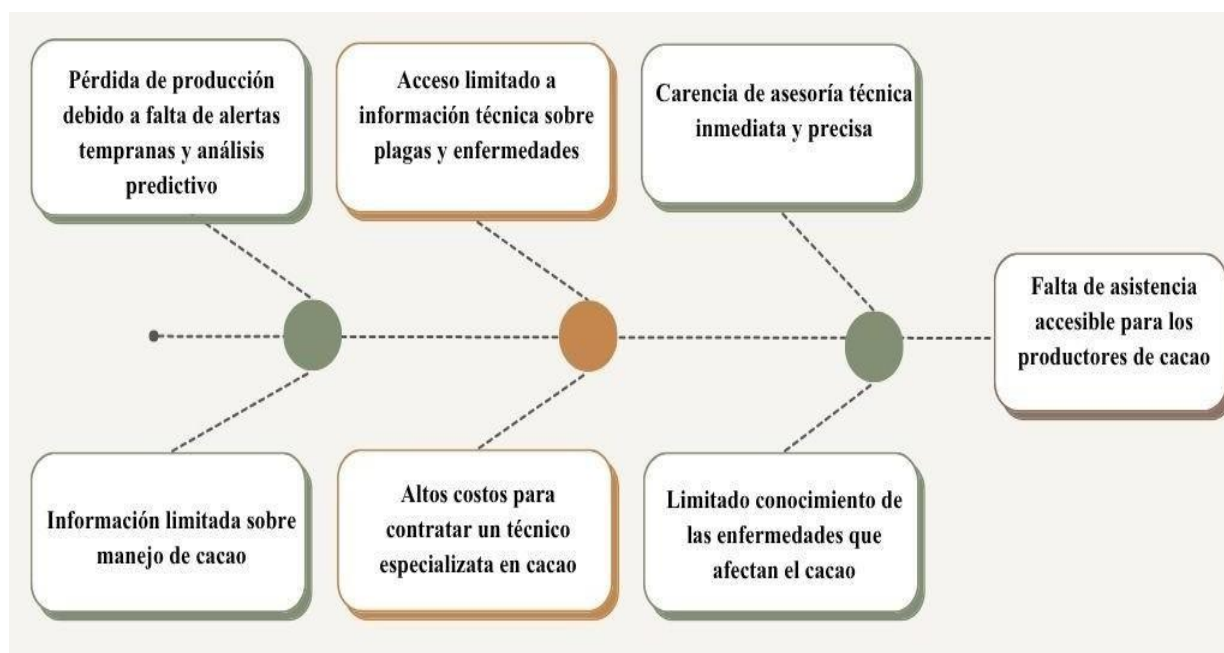
1.4.3 Estado actual del problema

El cultivo de cacao es importante en El Carmen por su calidad y aroma de la mejor calidad. Sin embargo, se ha visto afectada por las diferentes enfermedades fúngicas como la *Moniliophthora roreri* que es un hongo que afecta a la planta causando atizonamiento de flores, muerte de las ramas, pérdida del fruto, entre otros. Esto genera consecuencias como pérdida de mazorcas, gastos de insumos para tratar la enfermedad y pérdida de tiempo.

Por lo tanto, se identificaron todos los problemas que conlleva no tener un sistema que pueda identificar las enfermedades a tiempo, que brinde opciones de cuidado en la planta, que pueda guiar al usuario a identificar los síntomas y que este respaldada por conocimientos en agricultura especialmente en cacao.

1.5 Diagrama causa-efecto

Ilustración 1 *Diagrama de causa-efecto*



1.6 Objetivos

1.6.1 General

Desarrollar un chatbot experto en fitosanidad para cacao que brinde recomendaciones precisas y accesibles a los productores basándose en datos generados por sistemas de IA.

1.6.2 Específico

- Analizar el uso de Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) para sistemas de diálogo basados en IA para la creación de chatbots en agricultura.
- Realizar un estudio de campo que permita evaluar el estado fitosanitario del *Theobroma cacao* en la Granja Experimental de la Uleam.
- Diseñar la arquitectura del chatbot, definiendo su base de conocimiento, estructura modular y el flujo conversacional.

- Implementar el prototipo funcional del chatbot utilizando herramientas de PLN y un modelo del lenguaje local para su operación offline.
- Evaluar el funcionamiento del chatbot mediante pruebas técnicas para verificar su efectividad y cumplimiento de los requerimientos.

1.7 Justificación

La integración de un sistema tecnológico es importante para las nuevas generaciones, ya que, contribuyen con ideas únicas y que mejoran la eficiencia de los usuarios brindando asesoramiento, respuestas rápidas de acuerdo con las necesidades del usuario.

Esta investigación busca implementar un asistente virtual experto en cacao que permita obtener información de calidad mejorando la experiencia del usuario y optimizando tiempo de suma importancia.

1.8 Impactos esperados

1.8.1 Impacto tecnológico

El desarrollo de este sistema virtual implica la integración de tecnologías avanzadas orientadas a fortalecer las soluciones de inteligencia artificial existentes. Su interfaz sencilla simplifica la comunicación con el software, lo que permite una búsqueda más rápida, clara y fácil acerca de temas relacionados con el cultivo de cacao.

1.8.2 Impacto social

Se espera que el sistema proporcione recomendaciones positivas sobre el bienestar de los productores y otros usuarios involucrados en el cultivo de cacao, proporcionándolas en tiempo real cuando sea necesario. Esto ayudará a que los usuarios tengan respuestas más rápidas ante enfermedades, plagas y hongos que atacan la cosecha.

1.8.3 Impacto ecológico

El sistema propuesto ayudará a minimizar el exceso de productos químicos en el manejo agrícola, al brindar diagnósticos y sugerencias más precisas para un tratamiento inmediato de plagas y enfermedades. Con esto se podrá disminuir la contaminación del suelo y otros daños para el entorno. Además, se impulsará un uso más equitativo de los recursos naturales, valorando métodos de manejo que sean más sostenibles.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes históricos y del estado del arte

El procesamiento de lenguaje natural conocido por sus siglas en español PLN tuvo su aparición en el año 1950 con la primera prueba de *Turing* máquina creada por el matemático Alan Turing. Esta es una disciplina que se basa en el estudio de texto permitiendo observar los patrones de conocimiento. Por otro lado, la fitosanidad del *Theobroma cacao* se monitoreaban manualmente las enfermedades a inicios del siglo XXI. (Sangacha-Tapia et al., 2024)

Una de las evoluciones que permitió mejorar la precisión de diagnósticos se dio en la década de los 2000 con la llegada de machine learning estadístico, que dio paso a los chatbots con PLN para diagnosticar síntomas en el cacao, que respondían a consultas sobre la pudrición negra u otra enfermedad en la planta. (Cabrera et al., 2026)

Los programadores de chatbots emplean Redes Neuronales Recurrentes (RNNs) para tener en cuenta el contexto pasado durante un diálogo ya que la nueva entrada del usuario junto con los datos pasados informa a las neuronas. (Adamopoulou & Moussiades, 2020)

Desde el 2020 en adelante se comenzaron a utilizar modelos generativos Transformers como BERT y GPT, donde se evidenció la evolución de los modelos de IA manteniendo integrado la multimodalidad de visión por computadora, IoT y datos satelitales. El MIATA se encarga de evaluar las evoluciones anteriores, es decir, que identifica las barreras para validar los análisis predictivos para el monitoreo de los parámetros. (Izquierdo et al., 2025)

El estado en que encuentran actualmente los chatbots PLN para la fitosanidad es que se combinan arquitecturas como el RAG más Transformers que muestran texto e imagen con un dilecto complejo, monitoreando la toxicidad y plagas con recomendaciones exactas evitando perdidas en los cultivos. (Navarro-Cabrera et al., 2025)

2.2 Investigaciones relacionadas

2.2.1 Chatbot con PLN para el soporte bibliotecario en la Universidad Técnica del Norte

Este trabajo tuvo como objetivo implementar un chatbot como estrategia de apoyo en el servicio de soporte bibliotecario, donde se aplicaron las técnicas necesarias para el PLN. Para lograr entender si era necesario este sistema se investigó en áreas como la medicina, la educación, entre otros, también se garantiza respuestas rápidas para resolver las dudas del usuario y este pueda guiarse, también puede acordarse del usuario y emitir el historial de toda la conversación. (Puma Quilumba, 2023)

A lo largo de la investigación realizada, se consideraron importante las revisiones y pruebas para saber qué tipo de chatbot necesito implementar, el proyecto investigado se diferencia en el servicio de soporte técnico bibliotecario brindando respuestas para orientar a los usuarios sobre los servicios dados, mientras que el presente proyecto se centra en un chatbot especializado en recomendaciones para las enfermedades, plagas u hongos del cacao.

2.2.2 Uso de chatbots de inteligencia artificial en la atención al paciente

El sector de la salud los últimos años ha investigado las herramientas tecnológicas que ayudan a mejorar la calidad de vida de un paciente. Este proyecto tuvo como objetivo realizar prácticas en diferentes chatbots para asegurar la atención al paciente cuando

necesite un asesoramiento referente al servicio de la salud. Esto se realizó mediante una evaluación para saber cuál de todos los chatbots cumplen con los requerimientos del paciente. (López Velasquez et al., 2023)

Esta investigación propone realizar pruebas en diferentes chatbots para asegurar el mejoramiento del paciente dando respuesta sobre el servicio deseado, el presente proyecto se enfoca en dar las recomendaciones para mejorar el estado de salud de una planta, uno se trata de la salud humana y otro de la salud del cacao.

2.2.3 Chatbot con LLM para el diagnóstico de la Enfermedad Pulmonar Obstructiva Crónica (EPOC)

Este proyecto presenta un chatbot inteligente a partir de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica lo que impide una detección temprana y afecta la aplicación de medidas correctivas a tiempo. Este chatbot está creando con LLM (Modelo de Lenguaje a Gran Escala) es una inteligencia artificial entrenada para reconocer y generar textos, entrenar un conjunto de datos muy pesados de allí su nombre. Este sistema buscar ofrecer recomendaciones que aporten en el diagnóstico temprano y el manejo clínico con un lenguaje fácil de comprender para el paciente. (Vega et al., 2025)

Se diferencian porque usan diferentes modelos, en el presente proyecto se utilizó PLN para procesar texto y voz, facilitando respuestas rápidas con lenguaje fácil de comprender, mientras que en el proyecto investigado se usa LLM para reconocer texto y entrenar datos sumamente pesados por la carga de usuarios que tiene al ser para el área de la salud.

2.3 Definiciones conceptuales y categorías clave

En esta sección se definen los conceptos principales que sustentan el proyecto, organizados en dos categorías clave. La primera corresponde a la implementación del

Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN), que actúa como la variable independiente del estudio, ya que es la tecnología base del chatbot. La segunda abarca la fitosanidad del cultivo de cacao, que constituye la variable dependiente, pues es el contenido técnico que el sistema debe manejar y transmitir a los usuarios.

2.3.1 Implementación de PLN

El Procesamiento de Lenguaje Natural es la tecnología que permite que el chatbot entienda y responda preguntas en lenguaje cotidiano. En este proyecto, se implementa de forma local sin necesidad de internet, utilizando herramientas como Ollama y Python. Esta variable es independiente porque su implementación no depende del contenido fitosanitario, sino que es el medio técnico para acceder a él.

2.3.1.1 Fundamentos del PLN para chatbots

Según Muñoz Guillena (2025), el Procesamiento de Lenguaje Natural (PLN) es una rama de la inteligencia artificial para la comunicación entre humano y una máquina, donde se maneja de forma natural, es decir, que desarrolla las técnicas necesarias para comprender, interpretar y generar respuestas a partir de diferentes áreas interdisciplinarias ya sea lógica, científica, computacional, entre otras.

La integración del PLN se convirtió en un puente para los modelos predictivos y no estructurados, permitiendo el razonamiento y respuestas rápidas en las consultas hechas por los usuarios. En algunas investigaciones se describe que las arquitecturas híbridas brindaban reglas basadas en PLN apoyándose en el rendimiento de entornos de baja latencia, esto promueve la escalabilidad generando respuestas personalizadas, aunque varios investigadores advierten que no siempre funcionará correctamente ya que puede tener desigualdades en las interacciones. (Ordóñez Palma & Gutiérrez García, 2023)

2.3.1.2 Modelos de Lenguaje y Redes Neuronales para Chatbots

Los modelos de lenguaje grandes (LLMs) y las redes neuronales son el centro de los chatbots, junto con *transformers* como GPT y BERT. Basándonos en las investigaciones anteriores estos modelos procesan grandes textos simultáneamente, en chatbots, se perfeccionan las respuestas con ayuda de los Transformers logrando respuestas más humanas. (Hernández García et al., 2025)

Las arquitecturas de las redes neuronales han impactado en los chatbots combinando Redes Neuronales Recurrentes (RNN) y Transformers para realizar un análisis de sentimientos en los humanos. En el 2023 se estudiaban prototipos para generar respuestas aplicando modelos como LLaMA o PaLM que se adaptaron al costo computacional. (Figueroa Sacoto, 2021)

2.3.1.3 Entrenamiento y aprendizaje automático

El entrenamiento de chatbots con PLN se basa en el aprendizaje automático supervisado y no supervisado. En los últimos años estos aprendizajes se alinean a los aprendizajes humanos generando respuestas naturales que se adaptan a contextos reales, se emplean nuevas arquitecturas neuronales como BERT o GPT usando librerías como spaCY o Hugging Face Transformers. (Pachas-Santos et al., 2023)

El aprendizaje automático profundo incorpora transfer learning con estudios recientes en técnicas como LoRa (Low-Rank Adaptation) lo que redujo costos a un 90%, procesando billones de tokens y regulando sesgos en datos desiguales. Se realizaron diferentes procesos evaluativos usando métricas humanas logrando que los chatbots puedan aprender online. (Delso Vicente et al., 2025)

2.3.1.4 Diseño y Arquitectura de Chatbots con PLN

Siguen un enfoque escalable y modular que es clave para procesar lenguaje humano, la arquitectura se divide en capas: capa de presentación donde se visualiza interfaces ya sea web, apps o mensajería, la capa de aplicación esta se conforma por entender las intenciones, el gestor de dialogo y todo deriva en las respuestas naturales por medio de Transformers como GPT o T5.(Figueroa Sacoto S, 2021)

Las arquitecturas avanzadas incorporan la inteligencia hibrida con reglas predeterminadas y componentes basados en módulos. Las capas de seguridad nos ayudaran a proteger los datos sensibles, esto hace que los chatbots trabajen productivamente con respuestas precisas para futuras iteraciones. (Anzures Villarreal, 2023)

2.3.1.5 Análisis de sentimientos y PLN para chatbots

Este análisis usa técnicas de forma emocional específicamente de textos conversacionales mejorando las interacciones con las personas, este estudio analizó el modelo de gran escala LLMs como ChatGPT 3.5 y Gemini donde se clasificaron respuestas con precisión para identificar patrones de sentimientos que mejor se adapte al contexto de divulgación científica. (Pontes & Maricato, 2025)

Por otra parte, los chatbots se hicieron visibles a partir del COVID-19 que afectó la educación a nivel mundial, de hecho, esto ocasiono nuevos problemas para la educación. Uno de los objetivos era desarrollar un sistema con redes neuronales que permitiera obtener los resultados del estado de ánimo de los estudiantes para que los profesores puedan evaluar y hacer un mejor plan de estudios de forma eficiente para continuar con el aprendizaje ya sea virtual como presencial. (Flores Masias et al., 2023)

2.3.1.6 Desafíos y limitaciones actuales en chatbots con PLN

A pesar de los avances en la tecnología se presentan limitaciones afectando el funcionamiento de estas herramientas. Entre los principales desafíos se encuentra la dificultad para comprender el lenguaje humano, debido a, que las conversaciones no siempre suelen ser formales si no que toman otro tipo de expresiones como la manera de escribir, cambiar de tema de forma rápida y esto puede confundir al sistema, sarcasmos, entre otros. En la actualidad se manejan sistemas actualizados con precisión, pero aún falta mejorar en el contexto de interacción en conversaciones largas haciendo que las respuestas sean repetitivas reduciendo la experiencia del usuario. (Garzón-Quiroz et al., 2025)

Estos sistemas necesitan mantenimiento, actualización de datos y ajustes para adaptarse a las necesidades del usuario. Algunos de los chatbots no se integran del todo con otras plataformas causando información incompleta, otra de las preocupaciones de los usuarios es que se ven afectados en la privacidad de sus datos temiendo por el uso indebido de información personal. Aunque los chatbots sean herramientas valiosas mejorando procesos largos de búsqueda estos aún necesitan mejoras para ser totalmente seguros y accesibles para los usuarios. (Matosas-López et al., 2025)

2.3.1.7 Impacto y beneficios de chatbots con PLN

El impacto que se ha evidenciado los últimos años sobre los chatbots con PLN es la automatización de procesos de comunicación, permitiendo responder preguntas de manera rápida adaptándose al lenguaje del usuario. Estos sistemas se han fortalecido como herramientas que son capaces de entender la intención y el significado de las palabras mejorando la interacción de máquina-humano permitiendo ofrecer respuestas más naturales, fluidas y útiles. (Garzón-Quiroz et al., 2025)

Los chatbots con PLN facilitan transformando digitalmente las instituciones para que los múltiples usuarios puedan simultáneamente utilizarla operando con mayor escalabilidad. Estudios recientes muestran que estas herramientas ayudan a automatizar tareas rutinarias, mejorar la experiencia del usuario con respuestas rápidas, coherentes y contextualizadas; combinando la automatización, accesibilidad y personalización para fortalecer la comunicación de los usuarios (Ríos et al., 2025)

2.3.1.8 Arquitectura general de un chatbot PLN

La arquitectura general puede entenderse como un sistema compuesto por varios niveles permitiendo una entrada de lenguaje conversacional coherente, los chatbots identifican la intención del usuario y seleccionan una acción adecuada de acuerdo con la secuencia de interacción. Estos procesos ayudan a que la capacidad computacional pueda generar e interpretar textos en un idioma concreto operando con mayor naturalidad haciendo que no actúe como una herramienta rígida. (Muñoz Guillena, 2025)

La arquitectura de los chatbots muestra que son sistemas que requieren de planificación y relacionarse con los datos que se procesan, algunas de las investigaciones señalan que los diseños de chatbots implica recopilar información, procesan textos, clasifican las consultas y generan respuestas convirtiendo la arquitectura en un sistema funcional.(Anzures Villarreal, 2022)

2.3.2 Fitosanidad del cultivo de cacao

La fitosanidad del cacao abarca el estudio de plagas, enfermedades, deficiencias nutricionales y prácticas de manejo. Este conocimiento es el contenido que alimenta al chatbot y constituye la variable dependiente del proyecto, ya que su

organización y precisión dependen directamente de la información técnica recopilada y validada para el sistema.

2.3.2.1 Introducción a la fitosanidad del cacao.

La fitosanidad del cacao es una parte esencial dentro del manejo agrónomo, de esto depende la productividad, la calidad del grano y la sostenibilidad del producto. El cacao es uno de los cultivos que se desarrollan en zonas con condiciones húmedas que favorezcan el crecimiento, pero esto hace que los cultivos queden expuestos a hongos, bacterias, insectos y otras plagas afectando su desarrollo. La fitosanidad no se trata solo de comprender enfermedades, sino de prevenir, monitorear, obtener una detección temprana de los síntomas, una correcta limpieza en los cultivos, eliminar plantas que estén enfermas. Todo esto hace que se reduzca la propagación de patógenos. (Solís Hidalgo et al., 2021)

La fitosanidad es una parte importante en el manejo sostenible en los cultivos de cacao, porque se enfrenta a la presión de plagas y enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la pudrición parda (*Phytophthora palmivora*) aunque estas enfermedades son importantes, realmente las plagas principales suelen ser la mosca del fruto, los áfidos más conocidos como pulgones y el barrenador de mazorca, estas plagas traen pérdidas significativas para los agricultores si no se manejan adecuadamente. (Paredes Andrade et al., 2022)

2.3.2.2 Principales enfermedades del cacao

El cacao (*Theobroma cacao*) es uno de los frutos que tiene variedad en enfermedades que representan una amenaza en los sistemas cacaoteros. Existen dos enfermedades que son conocidas, como la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

y la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), estas enfermedades pueden causar una alta pérdida de producción en épocas altas de infección. (Guamán Villa et al., 2022)

Existen enfermedades secundarias como *la mazorca negra* que afecta los tejidos de la planta, cojinetes florales, chupones tiernos, tallos, ramas y las mazorcas, causando pudrición completa en el fruto. La siguiente enfermedad denominada *el mal del machete* se la conoce por la muerte repentina del árbol y se marchita la copa de árbol. *La muerte regresiva* tiene mucho que ver con los factores ambientales, afectando al secamiento de la planta, la muerte de yemas y la pérdida de la copa del árbol. (Solís Hidalgo et al., 2021)

2.3.2.3 Manejo integrado de plagas (MIP) en cacao

Según el manejo integrado de plagas busca reducir organismos perjudiciales mediante distintas técnicas de control aplicando productos de bajo impacto para disminuir las enfermedades. Hay técnicas que solo se basan en tratamientos químicos, prácticas culturales y biológicas según lo que necesite el cultivo. El monitoreo constante en la producción permite observar de manera sistemática para determinar que plaga o enfermedad afecta los cultivos considerando el clima, la densidad de la siembra, la presencia de árboles sombra y el estado del suelo. (Estuardo et al., 2014)

En el cacao contar con el MIP es importante porque permite proteger la productividad manteniendo el equilibrio de la finca o terreno. El uso inadecuado de plaguicidas puede generar alteración afectando la biodiversidad y producir impactos negativos tanto en la salud de los seres humanos y ambiental. Es por esto que se prioriza la poda de ramas, limpieza de la maleza de los cultivos, esto hace que el productor reduzca los daños causados por plagas y enfermedades fortaleciendo la sostenibilidad del cacao. (Guamán Villa et al., 2022)

2.3.2.4 Métodos químicos y biológicos de control fitosanitario.

Los métodos químicos y biológicos de control fitosanitario en cacao se complementan, el primero emplea plaguicidas o fungicidas sintéticos para dejar rápidamente como *Trichoderma* o *Bacillus* para reducir al patógeno de manera más sostenible. La literatura más reciente sugiere integrar método en programas de manejo fitosanitario o MIP, en lugar de usar indiscriminadamente los químicos y promover prácticas más limpias ambientalmente y para el agricultor.(Perdomo Vela, 2014)

La clave del manejo fitosanitario moderno no está en elegir un solo método, sino en mezclar varias estrategias según lo que necesita cada cultivo. Recientemente se ha visto que combinar la poda fitosanitaria, el control biológico y el uso de fungicidas selectivos para lograr mantener a raya las enfermedades del cacao de manera más estable que si se usa una sola técnica. (Cobos Mora et al., 2024)

2.3.2.5 Poda y manejo fitosanitario para prevenir enfermedades.

La poda fitosanitaria es muy importante para el cultivo de cacao, puesto que, elimina ramas secas, enfermas, mal formadas o muy sombreadas. Mejora la circulación del aire dentro de la planta y reduce la humedad disminuyendo el desarrollo de hongos y de otras enfermedades. En el cacao la poda no solo ayuda a ordenar la copa de la planta, sino que elimina tejidos infectados, reduce la fuente de infección.(Vizcaíno Cabezas & Betancourt, 2012)

La poda es una acción complementaria que combina diversas acciones destinadas a prevenir, reducir y controlar enfermedades. Esto incluye la eliminación de frutos enfermos, destrucción de residuos de poda contaminados, la aplicación de productos naturales o químicos si es necesario y la supervisión constante sobre el estado de la planta. (Vega et al., 2021)

2.3.2.6 Recuperación y conservación de cacao fino de aroma.

La recuperación y la conservación de la productividad dependen principalmente del manejo efectivo de enfermedades como la escoba de bruja, que ha causado graves pérdidas en la producción ecuatoriana a lo largo de la historia. Para mantener la salud de los cultivos se aplica la poda reduciendo las posibilidades de enfermedades y hongos manteniendo la producción del cacao fino de aroma. (Rivera-Fernández et al., 2014)

La conservación del cacao fino de aroma es importante para la sostenibilidad de las industrias que se encargan de producir este fruto. Lleva un procedimiento riguroso sacando 134 muestras únicas para evitar la pérdida de variedades nativas, se define una colección de 53 árboles que representan la diversidad genética del cacao, se escogen las mejores varetas para reabastecer las fincas o sitios que se encarguen de este oficio. (Bustamante et al., 2022)

2.3.2.7 Estudios técnicos y científicos sobre fitosanidad en cacao.

Los estudios técnicos y científicos sobre la fitosanidad enfocan que las enfermedades fúngicas son responsables un 70% y 80% de las pérdidas de los cultivos de cacao, lo que impulsa la investigación los fungicidas naturales como alternativas sostenibles. Las investigaciones que se hacen demuestran que los fitoquímicos poseen una capacidad para exhibir el crecimiento de micelios y la germinación de esporas de diversos fitopatógenos. (Deresa & Diriba, 2023)

Los estudios en fitosanidad destacan que las enfermedades contribuyen al 14% al descenso en rendimiento de los cultivos globales, lo que confirma la demanda de estrategias más ecológicas y respetuosas con el medio ambiente, como el vermicompost y el té de vermicompost. Destacando que estas soluciones orgánicas no solo nutren las plantas, sino que actúan como potentes agentes de biocontrol mediante mecanismos como

la competencia por espacio, la antibiosis y la inducción de resistencia sistemática. (Mohd Yattoo et al., 2021)

2.3.2.8 Sistemas agroforestales y fitosanidad

Los sistemas de cacao forestal combinan especies maderables, frutales y para servicios que crean un ambiente productivo sostenible mejorando la fitosanidad a través de la gestión del microclima y de la biodiversidad. La poda fitosanitaria es una técnica fundamental, que implica la eliminación de ramas improductivas para facilitar la circulación del aire y disminuir la propagación de patógenos dentro del cultivo. (Tinoco-Jaramillo et al., 2024)

Estos sistemas son dinámicos en el cultivo de cacao mostrando una mayor diversidad arbórea, esto no necesariamente disminuye el número de plagas ni las enfermedades que padecen las hojas del cacao en comparación con sistemas simples. Para asegurar la calidad fitosanitaria, es vital el manejo del microclima mediante la poda de las hojas, lo que permite controlar la humedad y previene la propagación de patógenos fúngicos como la escoba de bruja y la monilla. (Allen et al., 2024)

2.4 Conclusiones del marco teórico

En conclusión, el marco teórico permitió sustentar la relación entre la variable independiente, correspondiente al chatbot basado en PLN y la variable dependiente relacionada con la fitosanidad del cacao. Se utilizó la base teórica porque es necesario comprender cómo funcionan los chatbots inteligentes, cuáles son sus componentes principales y de qué manera pueden adaptarse para ofrecer información útil en un contexto agrícola.

Por otro lado, también se emplearon fundamentos sobre la fitosanidad del cacao, sus principales enfermedades, el manejo integrado de plagas, los métodos de control

químico y biológico, esta selección teórica fue necesaria porque permite justificar la importancia del sistema como una herramienta de apoyo para difundir información confiable, mejorar el acceso al conocimiento, contribuir a la prevención y manejo de enfermedades en el cultivo de cacao. Esta teoría no solo respalda la información, sino que demuestra cómo aplicar la solución técnica a un problema agrícola real.

CAPÍTULO III

3 MARCO INVESTIGATIVO

3.1 Introducción

La presente investigación se estructuró a partir de una secuencia que permitió comprender el origen, desarrollo y análisis del estudio. Primero se delimitan el tipo de investigación y los métodos utilizados; luego se describen las fuentes de información, la población y la muestra: posteriormente se explica la estructura de los instrumentos aplicados y el plan de recolección de datos, finalmente se presentan y analizan los resultados obtenidos.

Este capítulo responde a la necesidad de establecer un método metodológico sólido que sostenga el desarrollo del sistema de asistente virtual. En una investigación aplicada como esta, no solo es necesario conocer el problema, sino también demostrar que la propuesta responde a una necesidad real del entorno. De manera que, la presentación de este capítulo no se limita a describir procedimientos, sino que también vincula la problemática fitosanitaria del cacao con el uso de herramientas tecnológicas de consulta y apoyo técnico.

La metodología seleccionada para esta investigación se justifica por la naturaleza del problema abordado. El cultivo de cacao presenta desafíos técnicos que no pueden ser comprendidos únicamente desde la teoría, sino que requieren observación directa, contraste de percepciones y análisis de contexto real de los usuarios. Además, el desarrollo de un chatbot con PLN exige identificar con claridad qué tipo de información necesitan los productores o usuarios del sistema, cómo formulan sus dudas y que nivel de conocimiento poseen sobre temas fitosanitarios.

3.2 Tipos de Investigación

La investigación se enmarcó en un estudio aplicado, debido a que su propósito fue proponer una solución tecnológica para mejorar el acceso a información técnica sobre la fitosanidad del cacao. Asimismo, se trabajó con un enfoque descriptivo, cuantitativo y cualitativo, ya que permitió analizar la problemática y considerar tanto los datos obtenidos como los criterios expresados por los participantes. Esto facilitó una comprensión más completa del contexto y sirvió como base para el desarrollo del chatbot.

3.2.1 Investigación aplicada

La investigación aplicada se orienta a resolver problemas concretos y a generar conocimientos útiles para situaciones reales. Su finalidad no es sólo aplicar un fenómeno, sino proponer soluciones prácticas que puedan implementarse en contextos específicos. Por eso, este tipo de investigación es muy usada en áreas como educación, salud, administración e ingeniería. Además, permite conectar la teoría con la práctica de manera directa. En una tesis, su valor principal está en que los resultados puedan servir para mejorar procesos o tomar decisiones. (Ochoa-Pachas & Yunkor-Romero, 2020)

La investigación es aplicada porque su finalidad principal fue dar respuesta a una necesidad real detectada en el entorno de estudio. En este caso, la problemática gira en torno a la limitada disponibilidad de información fitosanitaria para el cultivo de cacao, así como a las dificultades para acceder a asesoría técnica especializada. Frente a esta situación, la investigación no se limita a describir el problema, sino que orienta su esfuerzo al desarrollo de una herramienta tecnológica que permita resolver consultas frecuentes y facilitar el acceso al conocimiento técnico.

3.2.2 Investigación descriptiva

La investigación descriptiva busca especificar propiedades y características de personas, grupos o fenómenos, sin explicar causas o relaciones entre variables. Su propósito es obtener una imagen detallada y precisa de una situación en un momento determinado, lo que permite familiarizarse con temas poco explorados. Este enfoque es clave para realizar revisiones sistemáticas que describan el estado del conocimiento sobre un concepto específico. (Castro Maldonado et al., 2023)

El estudio también es de tipo descriptivo porque permitió identificar y detallar las características de la problemática existente en torno al manejo fitosanitario del cacao. A través de la encuesta y la entrevista se busca conocer cómo perciben los participantes la falta de información, qué dificultades enfrenta para acceder a asesoría técnica y qué necesidades considera prioritarias en relación con el cultivo.

3.2.3 Investigación cuantitativa

La investigación cuantitativa se basa en la medición de variables y en el análisis de datos numéricos para obtener resultados objetivos. Este enfoque permite comparar información, identificar patrones y generalizar hallazgos a partir de una muestra representativa. Además, utiliza instrumentos estructurados que facilitan la recolección y el tratamiento de datos. Su importancia radica en que ofrece resultados precisos y verificables. Este enfoque suele emplearse cuando se pretende comprobar hipótesis o evaluar relaciones entre variables. (Valle Taiman, 2022)

La investigación posee un componente cuantitativo porque una parte de la información se recolectó mediante preguntas cerradas aplicadas en la encuesta. Este enfoque permite medir frecuencias, tendencias y percepciones de los participantes

respecto a variables específicas, como el acceso a información técnica, los costos de asesoría especializada y el conocimiento sobre enfermedades del cacao.

El enfoque cuantitativo facilitó la organización de los datos en tablas y gráficos, lo que permite una lectura objetiva de los resultados obtenidos. Además, contribuyen a identificar de manera clara el nivel de aceptación de una solución tecnológica tipo chatbot, así como las principales necesidades detectadas en los usuarios encuestados.

3.2.4 Investigación cualitativa

Valle Taiman (2022) señala que la investigación cualitativa busca comprender significados, experiencias y percepciones desde la perspectiva de los participantes. El enfoque cualitativo permite comprender la realidad estudiada a partir de la interpretación de experiencias, opiniones y criterios de los participantes. En esta investigación fue útil para conocer con mayor detalle las necesidades de los productores y orientar el desarrollo del chatbot según la problemática detectada.

La investigación incorpora un enfoque cualitativo mediante la entrevista, ya que esta técnica permitió obtener opiniones, experiencias y criterios técnicos sobre la problemática estudiada. A través de preguntas abiertas, el especialista puede explicar con mayor detalle las principales dificultades relacionadas con el acceso a información, las enfermedades más comunes del cacao, los errores frecuentes en el uso de productos agrícolas y las características que debería tener la herramienta propuesta.

Este enfoque es importante porque ayudó a comprender mejor la situación desde la experiencia de los participantes y no solo desde los datos numéricos. De esta manera, fue posible conocer con mayor profundidad el contexto técnico del problema y reunir el diseño de un chatbot que responde de forma adecuada a las necesidades de los usuarios.

3.3 Métodos de Investigación

Para el desarrollo de la presente investigación se emplearon varios métodos que permitieron organizar, analizar e interpretar la información obtenida. En particular, se consideraron el método sintético, el método inductivo y el método deductivo, los cuales facilitan una comprensión integral del fenómeno estudiado y permiten relacionar los hallazgos empíricos con los fundamentos teóricos disponibles.

3.3.1 Método sintético

Según Tarrillo Saldaña et al. (2024) , el método sintético consiste en integrar los elementos analizados para construir una visión general y coherente del objeto de estudio. A diferencia del análisis que separa las partes, la síntesis reúne la información para darle sentido en conjunto. Este procedimiento permite (relacionar datos dispersos y obtener conclusiones más completas. También facilita la interpretación global de los hallazgos. En la investigación, su uso ayuda a presentar una explicación final más ordenada y comprensible.

El método sintético permitió integrar los diferentes elementos de la investigación para obtener una visión global de la problemática. A partir de datos específicos relacionados con el manejo fitosanitarios del cacao, la falta de información técnica y la necesidad de asistencia especializada, fue posible reunir y articular estos aspectos en una interpretación más completa del problema.

3.3.2 Método inductivo-deductivo

El método inductivo-deductivo combina 2 formas de razonamiento que se complementan en la investigación científica. La inducción parte de casos particulares para formular generalizaciones, mientras que la deducción toma principios generales para explicar situaciones concretas. Esta interacción fortalece el análisis porque permite

contrastar la observación con la lógica teórica. En estudios universitarios, este método resulta útil cuando se desea avanzar desde lo particular hacia explicaciones más amplias y luego comprobarlas en la realidad.(Ordoñez-Pacheco, 2025)

El método inductivo-deductivo, por su parte, facilitó para tener observaciones particulares obtenidas en la encuesta y la entrevista para establecer conclusiones generales sobre las necesidades fitosanitarias de los usuarios. Posteriormente, esas conclusiones se contrastaron con la información teórica y técnica disponible sobre las enfermedades más comunes del cacao, como la monilla, la escoba de bruja y la mazorca negra, reconocidos en fuentes institucionales como problemas prioritarios del cultivo. De esta manera, los métodos utilizados fortalecen la validez interna de la investigación y permiten construir una propuesta coherente en el contexto.

3.4 Fuentes de Información

Las fuentes de información utilizadas se clasifican en primarias y secundarias. Las fuentes primarias están constituidas por los datos obtenidos directamente de los participantes mediante los instrumentos de investigación, mientras que las fuentes secundarias corresponden a libros, artículos científicos, tesis, guías técnicas y documentos institucionales consultados para sustentar teóricamente el estudio.

La utilización de ambas fuentes responde a la necesidad de construir una investigación equilibrada. Las fuentes primarias permiten conocer la realidad concreta del entorno en estudio, mientras que las fuentes secundarias aportan el respaldo conceptual y técnico necesario para interpretar correctamente los hallazgos. En una tesis aplicada como la presente, esta combinación está indispensable ya que la solución propuesta debe estar basada tanto en evidencia de campo como en conocimiento especializado

3.4.1 Fuentes primarias

3.4.1.1 Encuesta

Según Sánchez y Sánchez y Hernández Olvera (2024) , la encuesta es una técnica de recolección de datos que permite obtener información de un grupo de personas mediante preguntas estructuradas. Su principal ventaja es que facilita el trabajo con muestras amplias y el análisis sistemático de las respuestas. Además, se emplea con frecuencia cuando se busca conocer opiniones, características o tendencias de una población. Al tener un formato ordenado, este instrumento facilita la comparación de resultados de manera clara y objetiva, por lo que es adecuado para investigaciones cuantitativas y descriptivas.

La encuesta fue seleccionada como el método de recolección de datos ya que fue posible recabar la información de manera sistemática y eficiente, facilitando el análisis de las respuestas proporcionadas por los participantes. La utilidad de esta herramienta fue evidente en el proceso de identificación del nivel de conocimiento de los usuarios y en la necesidad de desarrollar una herramienta digital para la consulta de información sobre fitosanidad del cacao.

3.4.1.2 Entrevista

La entrevista es una técnica que permite recoger información directa a través del diálogo entre el investigador y el participante. En investigación cualitativa, se usa para conocer experiencias, opiniones y significados con mayor profundidad. Su ventaja es que ofrece flexibilidad para ampliar respuestas y aclarar ideas durante la conversación. También permite captar aspectos que no siempre aparecen en otros instrumentos. (Ibarra-Sáiz et al., 2023)

En una investigación como ésta, donde se pretende diseñar una solución tecnológica como contenido técnico, la voz del experto es clave para asegurar la pertinencia y la calidad de la información que ofrecerá el sistema.

3.5 Estrategias Operacionales para la recolección de datos

3.5.1 Población

La población es el conjunto total de personas, objetos o casos que comparten una característica común y sobre los cuales se desea realizar el estudio. Su delimitación es un paso fundamental porque define el alcance de la investigación. Identificar correctamente la población permite establecer con precisión a quienes se aplicarán los instrumentos y sobre quiénes se generalizarán los resultados ayuda a organizar el proceso metodológico de manera coherente (Duarte & Guerrero, 2024).

La población estuvo conformada por 389 estudiantes de agropecuaria de la extensión El Carmen, debido a que representan un grupo vinculado con el área de estudio y con conocimientos relacionados al manejo agrícola. La selección de esta población respondió a la necesidad de obtener información desde un contexto académico y técnico asociado al cultivo de cacao y a su problemática fitosanitaria. Asimismo, se consideró la participación de un profesional especializado como actor clave para complementar la visión de los estudiantes con un criterio técnico y fundamentado

3.5.2 Muestra

La muestra es una parte representativa de la población que se selecciona para participar en el estudio. Su función es facilitar la obtención de datos sin necesidad de estudiar a todos los elementos de la población. Para que sea válida, debe elegirse con criterios claros y adecuados al objetivo de la investigación. Este enfoque muestra que es

clave porque influye directamente en la calidad y confiabilidad de los resultados. (Ibarra-Sáiz et al., 2023)

La muestra de la investigación estuvo constituida por 40 estudiantes de agropecuaria, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia. Esta selección se realizó por su relación directa con el cultivo de cacao y su disposición para aportar información relevante sobre el conocimiento, percepciones y necesidades relacionadas con el manejo fitosanitario del cultivo.

3.5.3 Análisis de las herramientas de recolección de datos a utilizar

3.5.3.1 Encuesta

La encuesta se aplicó a 40 estudiantes de la carrera de agropecuaria, de un total de 389 estudiantes del periodo 2025-2. Esta información permitió conocer algunas necesidades relacionadas con el manejo del cacao, como la falta de información técnica, el acceso limitado a asesoría especializada y el desconocimiento sobre enfermedades que afectan al cultivo. A partir de las respuestas, se obtuvo una base importante para justificar el desarrollo de un chatbot que apoye la consulta de información sobre cacao.

3.5.3.2 Entrevista

La entrevista se dirigió a un profesional con experiencia en el área de cacao, con la finalidad de profundizar en aspectos técnicos que no pueden ser captados únicamente mediante preguntas cerradas. A través de este instrumento se buscó conocer las principales brechas de información de los pequeños productores, los temas prioritarios que deberían incluirse en una capacitación, los errores frecuentes en la aplicación de productos agrícolas y las funcionalidades que debería tener un chatbot orientado a consultas técnicas.

3.5.3.3 Estructura de los instrumentos de recolección de datos aplicados

Para recolectar la información, se usaron 2 herramientas. La primera fue una encuesta con 10 preguntas (SÍ/NO/A VECES), se hicieron a 40 estudiantes de agropecuaria. Las preguntas eran sobre si tenían acceso a información de cacao, si habían recibido capacitaciones, si el internet les limitaba, si les parecía caro contratar un técnico, qué tanto sabían de las enfermedades y si les gustaría usar una herramienta digital. La encuesta la revisaron unos expertos antes de aplicarla y se hizo en persona.

La segunda herramienta fue una entrevista con 11 preguntas abiertas que se realizó a un ingeniero que sabe mucho de cacao. Con él hablamos sobre qué información les falta a los productores, Qué cosas deberían enseñarles primero, cuáles son las enfermedades más comunes, los errores más frecuentes al aplicar productos y qué funcionalidades tendrían que tender sí o sí un sistema digital para que sea útil. La entrevista fue presencial y fui tomando notas de todo lo que me dijo.

3.5.4 Plan de recolección de datos

Tabla 1 *Recolección de datos*

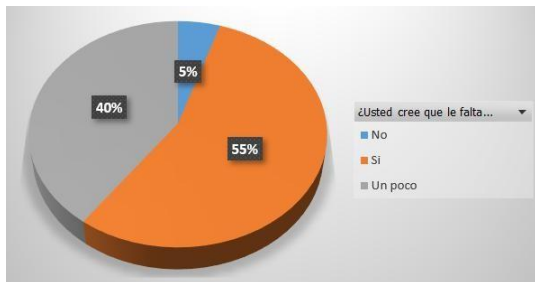
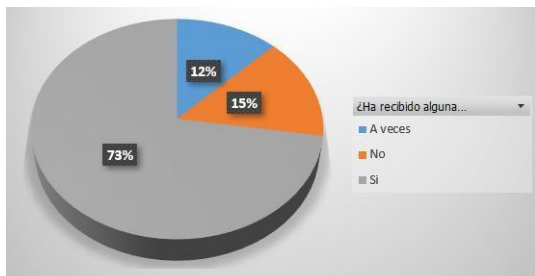
Actividad	Responsable	Fecha
Aplicación de encuesta a estudiantes de la carrera de agropecuaria	Cedeño Zambrano Ana Michelli	26/05/2026 – 22/06/2026
Entrevista a ingeniero especialista	Nexar Cobeña	03/05/2026

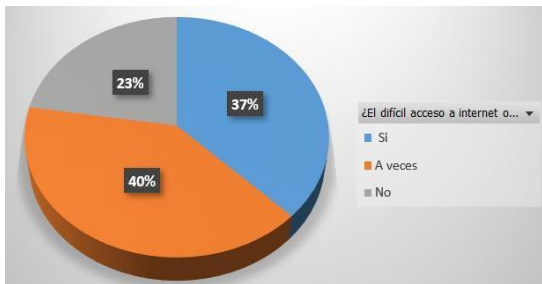
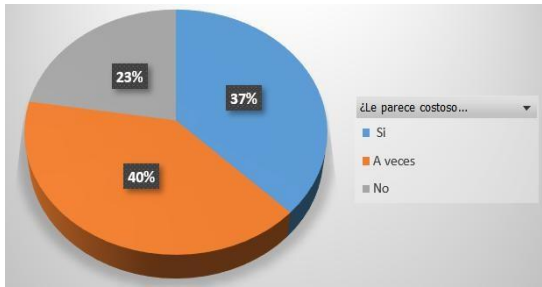
3.6 Análisis y presentación de las herramientas de recolección de datos

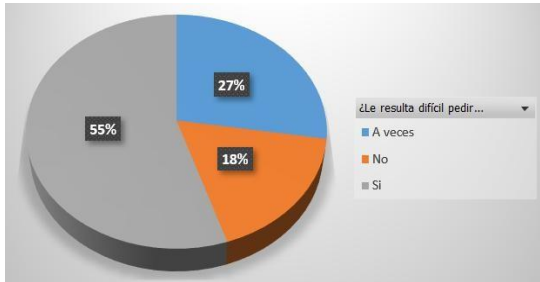
3.6.1 Presentación y descripción de los resultados obtenidos

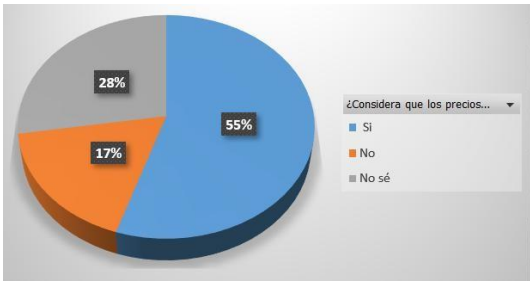
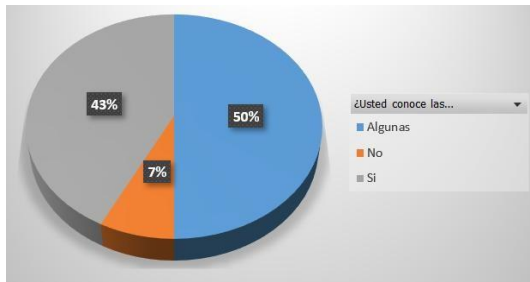
3.6.1.1 Análisis de la encuesta dirigida a los estudiantes de Agropecuaria de la Uleam

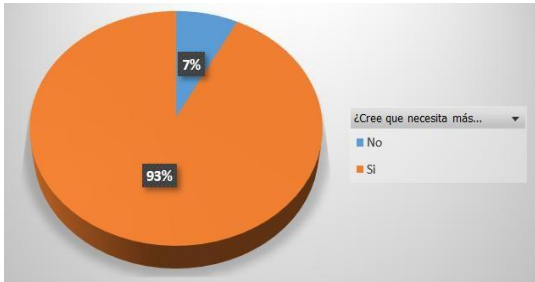
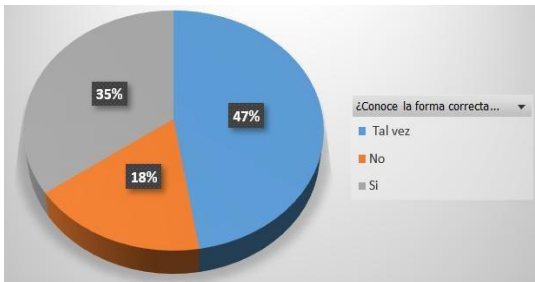
Tabla 2 Obtención de los resultados de la encuesta

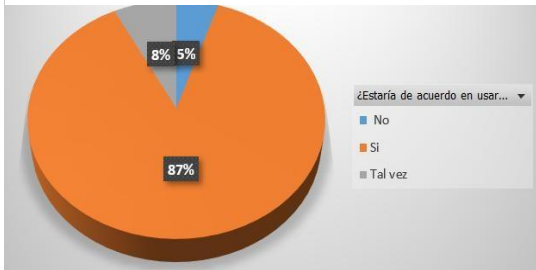
Pregunta	Resultados	Análisis								
01. ¿Usted cree que le falta información sobre cómo cuidar el cacao?	Ilustración 2 Resultados pregunta 1  <table border="1"> <caption>Data for Ilustración 2</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>55%</td> </tr> <tr> <td>Un poco</td> <td>40%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	No	5%	Si	55%	Un poco	40%	La mayoría de los encuestados manifestó percibir falta de información o sentirse inseguro sobre el manejo del cultivo, lo que evidenció una necesidad real de acceso a contenido técnico confiable.
Respuesta	Porcentaje									
No	5%									
Si	55%									
Un poco	40%									
02. ¿Ha recibido alguna capacitación técnica sobre	Ilustración 3 Resultados pregunta 2  <table border="1"> <caption>Data for Ilustración 3</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A veces</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>73%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	A veces	12%	No	15%	Si	73%	Aunque se realizan capacitaciones, varios estudiantes aún consideran
Respuesta	Porcentaje									
A veces	12%									
No	15%									
Si	73%									

Pregunta	Resultados	Análisis								
cacao en el último año?		que no cuentan con suficiente información para aclarar dudas prácticas								
03. ¿El acceso a internet o medios digitales le impide obtener información sobre el manejo del cultivo?	Ilustración 4 Resultados pregunta 3  <table border="1"> <caption>Ilustración 4 Resultados pregunta 3</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>37%</td> </tr> <tr> <td>A veces</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>23%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Si	37%	A veces	40%	No	23%	Las respuestas muestran una distribución equilibrada, lo que indica que la conectividad no representa una barrera para todos, aunque sí afecta a un grupo importante.
Respuesta	Porcentaje									
Si	37%									
A veces	40%									
No	23%									
04. ¿Le parece costoso contratar un técnico que conozca del cacao?	Ilustración 5 Resultados pregunta 4  <table border="1"> <caption>Ilustración 5 Resultados pregunta 4</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>37%</td> </tr> <tr> <td>A veces</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>23%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Si	37%	A veces	40%	No	23%	La mayoría percibe la contratación de un técnico como costosa lo que revela una barrera económica importante que
Respuesta	Porcentaje									
Si	37%									
A veces	40%									
No	23%									

Pregunta	Resultados	Análisis								
		limita el acceso a información especializada y justifica una alternativa gratuita como el chatbot.								
05. ¿Le resulta difícil pedir ayuda por el costo de un técnico?	Ilustración 6 Resultados pregunta 5  <table border="1"> <caption>Resultados pregunta 5</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A veces</td> <td>27%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>18%</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>55%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	A veces	27%	No	18%	Si	55%	El costo influye directamente en la disposición de solicitar ayuda, lo que puede llevar a decisiones basadas en información insuficiente; el chatbot eliminaría esta barrera económica y fomentaría consultas oportunas.
Respuesta	Porcentaje									
A veces	27%									
No	18%									
Si	55%									

Pregunta	Resultados	Análisis
06. ¿Considera que los precios de los técnicos especializados están fuera del presupuesto de los pequeños productores?	 Ilustración 7 Resultados pregunta 6	Existe una conciencia generalizada sobre la inequidad en el acceso a servicios técnicos posicionando el chatbot como una herramienta de inclusión y equidad para los pequeños productores
07. ¿Usted conoce las enfermedades que pueden dañar el cacao?	 Ilustración 8 Resultados pregunta 7	Aunque la mayoría dice conocer las enfermedades, todavía hay estudiantes que tienen poco o ningún conocimiento sobre este tema.

Pregunta	Resultados	Análisis								
08. ¿Cree que necesita más información sobre las enfermedades del cacao?	Ilustración 9 Resultados pregunta 8  <table border="1"><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>No</td><td>7%</td></tr><tr><td>Si</td><td>93%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	No	7%	Si	93%	Los resultados muestran que la mayor parte de los encuestados requiere más información sobre las enfermedades, lo que evidencia que este es uno de los temas de mayor interés y necesidad.		
Respuesta	Porcentaje									
No	7%									
Si	93%									
09. ¿Conoce la forma correcta de aplicar productos agrícolas a sus cultivos?	Ilustración 10 Resultados pregunta 9  <table border="1"><thead><tr><th>Respuesta</th><th>Porcentaje</th></tr></thead><tbody><tr><td>Tal vez</td><td>47%</td></tr><tr><td>No</td><td>18%</td></tr><tr><td>Si</td><td>35%</td></tr></tbody></table>	Respuesta	Porcentaje	Tal vez	47%	No	18%	Si	35%	El conocimiento sobre la aplicación de productos es mayoritariamente positivo, aunque un grupo minoritario muestra dudas o desconocimiento, lo que sugiere
Respuesta	Porcentaje									
Tal vez	47%									
No	18%									
Si	35%									

Pregunta	Resultados	Análisis						
		reforzar buenas prácticas y minimizar riesgos						
10. ¿Estaría de acuerdo en usar un sistema que le ayude a resolver dudas sobre el cacao?	Ilustración 11 Resultados pregunta 10  <table> <caption>¿Estaría de acuerdo en usar...</caption> <tr> <td>No</td> <td>5%</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>87%</td> </tr> <tr> <td>Tal vez</td> <td>8%</td> </tr> </table>	No	5%	Si	87%	Tal vez	8%	La percepción es casi unánime validando la viabilidad del proyecto y demostrando que los usuarios están abiertos a integrar soluciones digitales en sus prácticas agrícolas
No	5%							
Si	87%							
Tal vez	8%							

3.6.1.2 Análisis de la entrevista dirigida por el Ing. Nexar Cobeña

Tabla 3 Obtención de resultados de la entrevista

Pregunta	Respuesta del Ing. Nexar Cobeña	Análisis
01. Desde su experiencia,	El productor por lo general recibe muy poca información y	El entrevistado señala que la principal brecha

Pregunta	Respuesta del Ing. Nexar Cobeña	Análisis
¿cuáles son las principales brechas de información que tienen los pequeños productores de cacao sobre el cuidado del cultivo?	lamentablemente la que recibe de la fuente no idónea. Por ejemplo, el productor se acerca a la persona que expende los agroquímicos y le pide que le ayude a resolver sus problemas y la persona del agroquímico le ofrece algún producto sin siquiera conocer cuál es el verdadero problema de la plantación.	no es sólo la falta de información, sino la mala calidad de la que reciben, ya que proviene de fuentes no calificadas lo que genera recomendaciones inadecuadas y puede agravar los problemas fitosanitarios.
02. ¿Qué temas técnicos debería priorizar un plan de capacitación para productores que nunca han recibido formación formal en cacao?	Bueno, conocer primero la planta. Nada se puede manejar, optimizar, cuidar si es que no se conoce. Conocer un poco la planta, cuál es su fisiología, su etapa de desarrollo, cuáles son los problemas que tiene y de allí pues ya poder abordar cómo manejarlos.	El especialista enfatiza que el conocimiento básico de la planta es fundamental antes de abordar temas avanzados, priorizando la fisiología, etapas de desarrollo y problemas fitosanitarios como base para cualquier capacitación.

Pregunta	Respuesta del Ing. Nexar Cobeña	Análisis
03. En zonas con difícil acceso a internet, ¿qué estrategias o herramientas offline recomendaría para que los productores puedan resolver dudas sobre el manejo del cultivo?	Bueno, existen herramientas que pueden llegar hasta el productor. Por ejemplo, existe la radio, existe también eh folletos o pequeños trípticos que se pueden difundir y se hacen llegar, para aquellas personas que no utilizan el teléfono	El entrevistador recomienda herramientas tradicionales como radio y material impreso para llegar a productores sin acceso a internet, hola reconociendo que no todos utilizan tecnología digital y que deben considerarse canales alternativos.
04. ¿Considera que el costo de contratar un técnico especializado es una barrera real para los pequeños productores?	Bueno, yo pienso que en nuestra zona que está prácticamente representada por productores pequeños, gente que tiene 2 hectáreas, 5 hectáreas como máximo. La alternativa es que un técnico visite a un grupo de productores, es decir, la asesoría grupal para que de esta manera	El entrevistado confirma que el costo es una barrera real para los pequeños productores y propone la asesoría grupal como alternativa para hacer viable el acceso a servicios técnicos

Pregunta	Respuesta del Ing. Nexar Cobeña	Análisis
¿Qué alternativas existen?	pues haya el acceso económico para poder solventar los costos que eso significa.	
05. ¿Cuáles son las enfermedades más comunes y dañinas del cacao que todo productor debería saber identificar por sí mismo?	Bueno, las comunes son la monilla, que siempre le está representando pérdidas en su cosecha, la escoba de bruja, algunos hongos que afectan como el fusario y son las principales plagas, las malezas mismas que a veces no se lo toma en cuenta que son un problema fitosanitario.	El especialista identifica la monilla, la escoba de bruja, Hoy fusarium y malezas como principales problemas fitosanitarios, destacando que las malezas suelen ser subestimadas por los productores
06. ¿Qué tipo de información o formación suele faltarles a los productores sobre la aplicación segura y efectiva de	Es un tema interesante porque como decía anteriormente, el productor simplemente recibe una información de la persona que expende, pero no hay educación en cuanto a qué hacer con los desechos, qué hacer con las bombas, cómo lavarlas, cómo eh manejar los envases que se	El entrevistado revela que la formación en manejo de desechos. Limpieza de equipos y disposición de envases es prácticamente inexistente, lo que representa un grave

Pregunta	Respuesta del Ing. Nexar Cobeña	Análisis
productos agrícolas?	desocupan. Yo he tenido la oportunidad de ver incluso envases que los utilizan después para tomar agua.	riesgo para la salud y el medio ambiente.
07. ¿Qué errores frecuentes observa en la aplicación de productos fitosanitarios en cacao y cómo podrían evitarse con una buena capacitación?	Bueno, en la preparación, la dosificación también y sobre todo una parte que es muy difícil hacerlo cultura, que es que ellos manejen su equipo de protección. El aplicador, más que más que el propietario, es la persona que hace la actividad, es muy renuente a quererse poner mascarilla, quererse poner ropa de protección y en eso hay que trabajar mucho	El especialista identifica errores en preparación y dosificación, pero enfatiza que la resistencia al uso de equipo de protección es el problema más difícil de resolver, afectando principalmente a los aplicadores.
08. ¿Cree que un sistema digital podría ser útil para resolver dudas técnicas cotidianas de los productores? ¿Qué	Bueno, eh uno de los de los principales problemas que hay en el campo es que el productor o el técnico percibe el problema cuando ya es agudo, cuando ya es agresivo, cuando ya está en una etapa bastante avanzada. Entonces, creo yo que los sistemas	El entrevistado señala que la detección tardía de problemas es una limitación clave, lo que sugiere que un sistema digital debería ayudar a identificar

Pregunta	Respuesta del Ing. Nexar Cobeña	Análisis
funcionalidades debería tener sí o sí?	digitales nos permiten identificar a tiempo sobre todo los problemas y esto nos permitiría tomar decisiones oportunas y evitar pérdidas económicas considerables.	problemas de manera temprana y preventiva.
09. ¿Qué indicadores usaría para medir si un productor ha mejorado su conocimiento real sobre el manejo del cacao, más allá de una encuesta de autopercepción?	Bueno, nosotros como universidad hemos venido trabajando con una técnica que se llama escuelas de campo. Las escuelas de campo son metodologías andragógicas que sirven para para trabajar con agricultores. Lo hemos hecho en diferentes cultivos, no solamente en el cultivo de cacao. Y allí nosotros eh dentro de esa técnica también se puede se puede evaluar, se puede eh conocer eh el nivel de conocimiento que tiene el productor y lo interesante de esta técnica es que se basa eh en desarrollar la tecnología en base al	El especialista recomienda las escuelas de campo como metodología efectiva para evaluar el conocimiento real de los productores, destacando su enfoque andragógico y participativo que parte del saber existente.

Pregunta	Respuesta del Ing. Nexar Cobeña	Análisis
	conocimiento que ya tiene el productor.	
10. Si pudiera recomendar una única acción de bajo costo y alto impacto para mejorar el acceso a información técnica de calidad entre los cacaoteros pequeños, ¿cuál sería?	Bueno, es un poco un poco difícil, pero creo que la universidad juega un papel un papel importante y pienso yo que lo que ustedes están haciendo es un aporte valioso y eh la función de ustedes es eh generar esa información, lo que están desarrollando, la tecnología, y creo que la función nuestra es hacérsela llegar al productor. el estudiante no tiene no tiene costo económico, el estudiante es un aporte muy valioso para el productor pequeño, y por eso nosotros tratamos de que los estudiantes se relacionen más con el productor y esto nos ayudaría también a que el productor genere la necesidad de que de tener un técnico, de que un técnico le puede ayudar y acercar ahí un	El entrevistado destaca el rol de la universidad y los estudiantes como agentes de transferencia tecnológica sin costo, valorando el proyecto como un aporte significativo y recomendando fortalecer el vínculo entre estudiantes y productores para generar confianza y demanda de asistencia técnica.

Pregunta	Respuesta del Ing. Nexar Cobeña	Análisis
	poco más al profesional con el sector productivo que lo necesita.	

3.6.2 Informe final de análisis de datos

En el análisis conjunto de la encuesta aplicada a los estudiantes de la carrera agropecuaria y la entrevista al Ing. Nexar Cobeña confirma las causas que afectan al manejo del cacao en la zona. Según la encuesta la pregunta 01 registró 22 respuestas afirmativas 11 de incertidumbre de 40 encuestados, lo que indica percepción de falta de información. En la entrevista del Ing. Nexar Cobeña afirmó que el productor recibe muy poca información y de fuentes no idóneas, lo cual respalda la causa del problema mencionado en el capítulo 1. Los resultados de la encuesta muestran que 17 personas consideran costoso contratar un técnico, mientras que 12 respondieron que a veces y 8 que no. Esto evidencia que el acceso a asistencia técnica está limitado por factores económicos.

Los resultados de la encuesta muestran una alta aceptación hacia un sistema de apoyo digital, ya que 35 de 40 estudiantes respondieron favorablemente en la pregunta 10.A esto se suma el criterio del Ing. Nexar Cobeña, quien manifestó que el estudiante puede aportar de manera significativa al pequeño productor. Respecto a las enfermedades del cacao la encuesta registró 32 respuestas afirmativas en la pregunta 8 y la entrevista identificó la moniliasis, la escoba de bruja y el fusario como las más prevalentes, lo que, valida la necesidad de información y capacitación,

CAPÍTULO IV

4. MARCO PROPOSITIVO

4.1 Introducción

El presente capítulo tiene como finalidad de exponer la propuesta de solución tecnológica orientada a entender la problemática identificada en los capítulos anteriores, relacionada con la falta de acceso a información técnica sobre fitosanidad del cultivo de cacao. De acuerdo con los resultados, se evidenció la necesidad de contar con un canal de consulta rápido y accesible para resolver dudas sobre el manejo sanitario del cultivo. En ese sentido, se propone desarrollar un chatbot basado en PLN para brindar apoyo en temas fitosanitarios del cacao a los usuarios de la Granja Experimental Uleam El Carmen. La propuesta se estructura en la descripción detallada del sistema, la determinación de recursos necesarios para su implementación y el desarrollo bajo una metodología scrum que garantice su funcionalidad y adaptabilidad

4.2 Descripción de la propuesta

La presente propuesta es desarrollar una herramienta de chatbot que utilice el procesamiento de Lenguaje Natural que se enfocó en la salud del cultivo del cacao en la Granja Experimental Uleam El Carmen. La herramienta ayudara en el acceso rápido de datos técnicos. Sobre los síntomas, enfermedades, plagas y consejos de manejo. Además, el sistema podrá ajustarse durante su desarrollo de acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas, con el propósito de mejorar su funcionamiento y adecuarlo progresivamente a las necesidades del contexto institucional.

4.3 Determinación de recursos

4.3.1 Tecnológicos

Tabla 4 *Recursos tecnológicos*

Recursos	Características	Descripción
Computadora laptop	Asus TUF Gaming F15	Equipo utilizado para la codificación del chatbot, ejecución del entorno de desarrollo
Visual Studio Code	Editor de código fuente multiplataforma con soporte para extensiones	Herramienta empleada para la escritura, edición y depuración del código en Python del sistema chatbot
Ollama	Plataforma para ejecución de modelos de lenguaje locales como Llama, Mistral, Phi, entre otros.	Motor de inteligencia artificial para ejecutar el modelo de lenguaje de manera local, permitiendo que el chatbot procese consultas y genere respuestas sin depender de una conexión a internet
Python	Lenguaje de programación interpretado que cuenta con una amplia variedad de librerías para el desarrollo de aplicaciones de inteligencia artificial y procesamiento de lenguaje natural	Lenguaje principal utilizado para desarrollar el chatbot y programar sus funciones

Recursos	Características	Descripción
Librería Ollama Python	Interfaz oficial de Ollama de Python, que permite conectar el chatbot con modelos de lenguaje ejecutados de forma local	Permitió conectar el código en Python con el modelo de lenguaje que se ejecuta en Ollama

4.3.2 Humanos

Tabla 5 *Recursos humanos*

Rol	Función	Asignación
Product Owner (PO)	Establece el orden de prioridad de los requerimientos del proyecto y actúa como enlace con la Granja Experimental Uleam El Carmen, validando que el sistema responda a sus necesidades.	Ing. Raúl Saed Reascos Pinchao, Mg.
Scrum Máster (SM)	Coordina la ejecución de cada sprint, hace seguimiento al avance de las tareas, detecta obstáculos que puedan retrasar el trabajo.	Cedeño Zambrano Ana Michelli
Equipo de Desarrollo	Responsable de construir el chatbot: desde el levantamiento de requerimientos y el diseño técnico, hasta la programación, integración del modelo de lenguaje y las pruebas de funcionamiento.	Cedeño Zambrano Ana Michelli

4.3.3 Económicos

Tabla 6 *Recursos económicos*

Recurso	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Total
Horas de programación	Programación del módulo chatbot	288 horas	\$8.00	\$2.304,00
Equipo cómputo	Laptop ASUS TUFF Gaming F15	1 equipo	\$1.070,00	\$1.070,00
Motor de IA	Ollama modelo llama3.1:8b	1 licencia	\$0.00	\$0.00
Lenguaje de programación	Python 3	1 licencia open source	\$0.00	\$0.00
Entorno de desarrollo	Visual Studio Code	1 licencia	\$0.00	\$0.00
Conectividad	Servicio de internet	4 meses	\$28.00	\$112,00
Transporte	Pasaje de bus asistencia a tutorías	32 pasajes	\$0,40	\$12,80
Total general				\$3.498,80

4.4 Metodología de desarrollo Scrum

El desarrollo del sistema chatbot con PLN de fitosanidad del cultivo de cacao en la Granja Experimental Uleam El Carmen se realizó bajo la metodología ágil Scrum, debido a que permite organizar el trabajo en ciclos iterativos, priorizar funcionalidades y realizar mejoras continuas durante el proceso. Esta metodología es adecuada para el proyecto porque permite detectar errores de forma temprana, validar progresivamente los resultados del chatbot e incorporar ajustes según los resultados obtenidos en cada etapa.

4.4.1 Justificación de la metodología Scrum

La metodología Scrum fue seleccionada para el desarrollo del sistema chatbot debido a que permite trabajar de manera iterativa e incremental, facilitando la revisión continua de cada componente del sistema y la incorporación oportuna de mejoras durante

el proceso de construcción. Esta característica resulta especialmente conveniente en proyecto de software orientado al procesamiento de lenguaje natural, donde la calidad de las respuestas depende de ajustes permanentes, pruebas sucesivas y validación constante del comportamiento del sistema.

4.4.2 Roles Scrum

Tabla 7 *Roles scrum*

Rol Scrum	Responsable	Funciones desarrolladas
Product Owner	Ing. Nexar Cobeña	Brindó información técnica, definió necesidades y validó los requerimientos del sistema.
Scrum Master	Ana Michelli Cedeño Zambrano	Coordinó el desarrollo y dio seguimiento a los sprints.
Equipo de desarrollo	Ana Michelli Cedeño Zambrano	Desarrolló, probó y documentó el sistema

4.4.3 Eventos Scrum

Tabla 8 *Eventos scrum con las actividades del proyecto*

Evento Scrum	Aplicación en el proyecto
Sprint Planning	Se definieron los objetivos de cada sprint, las tareas a ejecutar y los elementos del Product Backlog a desarrollar.
Daily Scrum	Se realizó seguimiento periódico a las actividades del desarrollo para verificar avances y resolver dificultades.

Evento Scrum	Aplicación en el proyecto
Sprint Review	Se presentaron los incrementos obtenidos al final de cada sprint para su revisión y validación.
Sprint Retrospective	Se analizaron los resultados del sprint anterior para identificar mejoras y ajustar el trabajo futuro.

4.4.4 Product Backlog

Tabla 9 *Product Backlog del proyecto*

Id	Requisitos	Descripción	Prioridad
PB-01	Configurar el entorno de desarrollo en Python y Ollama	Instalar y preparar las herramientas básicas para el desarrollo del chatbot	Alta
PB-02	Recolectar y organizar información sobre plagas, enfermedades y manejo fitosanitario del cacao.	Recopilar información técnica relacionada con el cultivo de cacao	Alta
PB-03	Organizar la base de conocimiento técnico que utilizara el chatbot para generar respuestas	Organizar el contenido que servirá como base para la generación de respuestas	Alta
PB-04	Redactar y organizar el contenido técnico que alimentará el sistema	Revisar y depurar la información antes de incorporarla al chatbot	Alta

Id	Requisitos	Descripción	Prioridad
PB-05	Desarrollar la lógica principal del chatbot para el procesamiento de consultas	Desarrollar el núcleo conversacional del sistema	Alta
PB-06	Integrar el chatbot con la interfaz gráfica desarrollada por el compañero de tesis	Vincular el módulo conversacional con la interfaz visual.	Alta
PB-07	Implementar el registro del historial de conversaciones	Guardar las consultas realizadas por el usuario	Media
PB-08	Ampliar el vocabulario de dominio con términos coloquiales usados en la granja.	Incorporar expresiones locales relacionadas con plagas y enfermedades	Media
PB-09	Ejecutar pruebas de validación con usuarios vinculados a cultivo de cacao	Verificar el funcionamiento del chatbot con sus usuarios reales.	Alta

4.4.5 Planificación general de los sprints

Tabla 10 *Planificación de sprints*

Sprint	Nombre	Objetivo principal	Incremento obtenido
Sprint 1	Planificación y configuración	Planificar el proyecto, definir la arquitectura tecnológica del sistema y configurar el entorno de desarrollo	Entorno de desarrollo configurado y documento de

Sprint	Nombre	Objetivo principal	Incremento obtenido
			arquitectura del sistema
Sprint 2	Recolección de información	Recolectar y organizar la información técnica sobre plagas, enfermedades y manejo fitosanitario del cacao	Información preliminar organizada por temas
Sprint 3	Base de conocimiento	Construir y depurar la base de conocimiento técnica que servirá como soporte para el sistema	Base de conocimiento consolidada y lista para el chatbot
Sprint 4	Desarrollo del chatbot	Desarrollar la lógica principal del chatbot para el procesamiento de consultas y la generación de respuestas	Modulo conversacional funcional
Sprint 5	Integración del sistema	Integrar el chatbot con la interfaz gráfica y los módulos auxiliares del sistema	Sistema integrado funcional
Sprint 6	Pruebas y validación	Validar el funcionamiento del chatbot mediante pruebas con usuarios y realizar ajustes finales	Resultados de validación y sistema corregido

4.5 Desarrollo del sistema mediante sprints

4.5.1 Sprint 1: Planificación y configuración

4.5.1.1 Objetivo del sprint

Planificar el proyecto, definir la arquitectura tecnológica del sistema y configurar el entorno de desarrollo. Además, establecer la estructura inicial del sistema y organizar los elementos principales que permitirán iniciar la construcción del chatbot.

4.5.1.2 Historias de usuario del Sprint 1

4.5.1.2.1 Historia de usuario HU-01: Configuración del entorno de desarrollo

Tabla 11 Historia de usuarios: Configurar del entorno de desarrollo

HISTORIA DE USUARIO			
Id de historia:	HU-01	Título:	Configuración del entorno de desarrollo
Prioridad:	Alta	Usuario:	Usuario del sistema
Como:	Usuario del sistema		
Quiero:	Que se configure el entorno de desarrollo en Python		
Para:	Iniciar la construcción del chatbot con una base tecnológica adecuada		
Criterios de aceptación:	El sistema debe contar con Python, Ollama y la estructura inicial del proyecto correctamente instalados y configurados para comenzar el desarrollo		

4.5.1.3 Sprint Backlog

Tabla 12 Sprint backlog del sprint 1

ID	Tarea	Estado
SB-01	Instalar Python 3.12 en el equipo de desarrollo	Completado
SB-02	Instalar y configurar Ollama	Completado
SB-03	Crear la estructura inicial del proyecto	Completado
SB-04	Definir la arquitectura básica del sistema	Completado

ID	Tarea	Estado
SB-05	Organizar el Product Backlog inicial	Completado
SB-06	Incorporar la gestión de la fotografía de perfil	Completado

4.5.1.4 Sprint Review

Tabla 13 *Sprint review del sprint 1*

Funcionalidad evaluada	Resultado	Estado
Configuración del entorno	Se instaló y configuró correctamente Python y Ollama	Aprobado
Estructura del proyecto	Se creó la organización inicial de carpetas y módulos	Aprobado
Arquitectura del sistema	Se definió la estructura general del chatbot	Aprobado
Product Backlog	Se priorizaron los elementos del desarrollo	Aprobado

4.5.1.5 Sprint Retrospective

Tabla 14 *Sprint retrospective del sprint 1*

Aspecto evaluado	Resultado
¿Qué funcionó bien?	La configuración inicial del entorno, la definición de la arquitectura y la organización del trabajo permitieron avanzar de manera ordenada.
¿Qué dificultades se presentaron?	Se detectaron ajustes en la instalación de herramientas, en la definición de dependencias y en la estructura inicial del proyecto.
¿Cómo se solucionaron?	Se corrigieron parámetros de configuración, se ajustaron las dependencias y se organizó la estructura inicial del proyecto.
¿Qué se mejorará en el siguiente sprint?	Se realizó pruebas más precisas sobre la base de conocimiento y la recolección de información para evitar errores posteriores.

4.5.1.6 Evidencia del sprint 1

Ilustración 12 *Arquitectura del sistema*

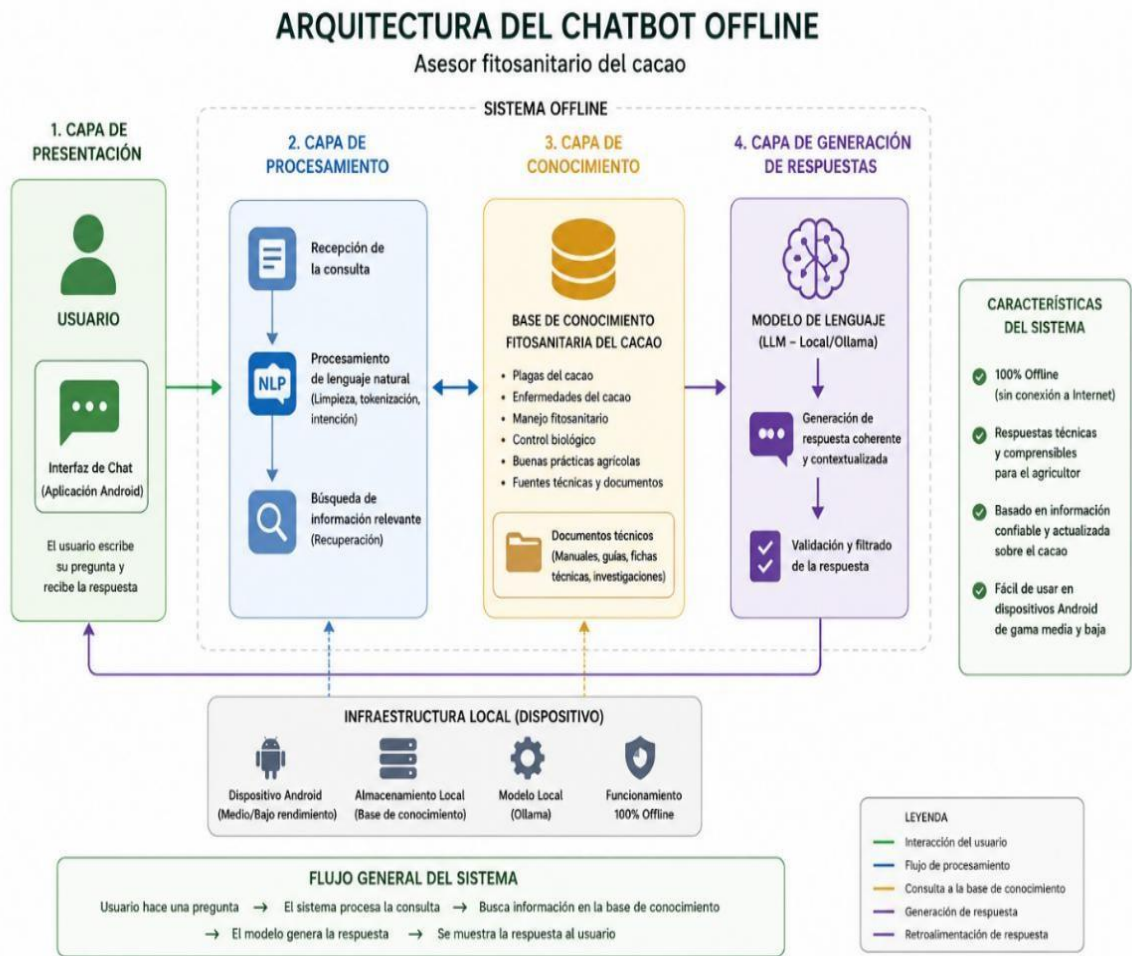


Ilustración 13 Captura de archivos del proyecto

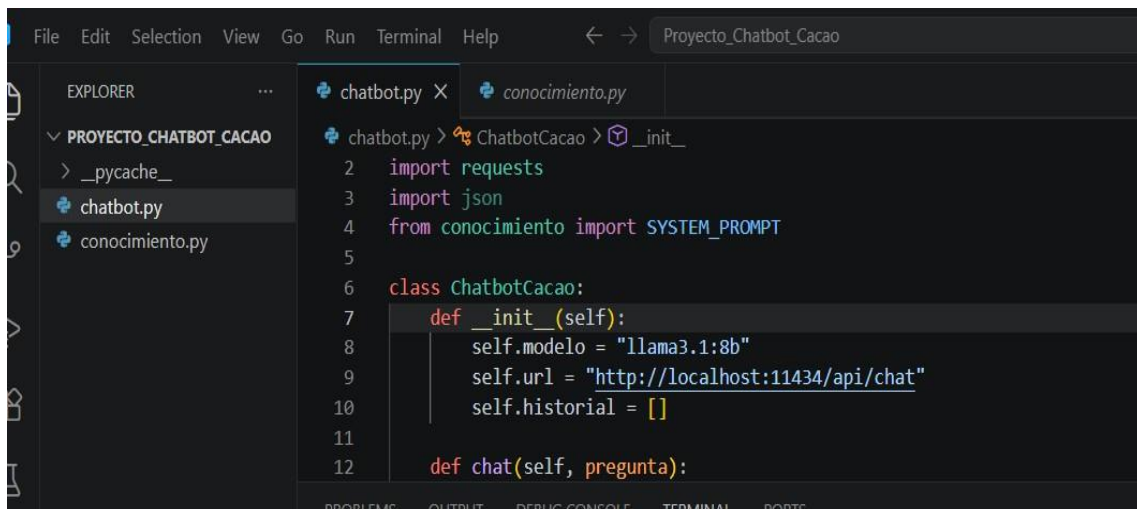
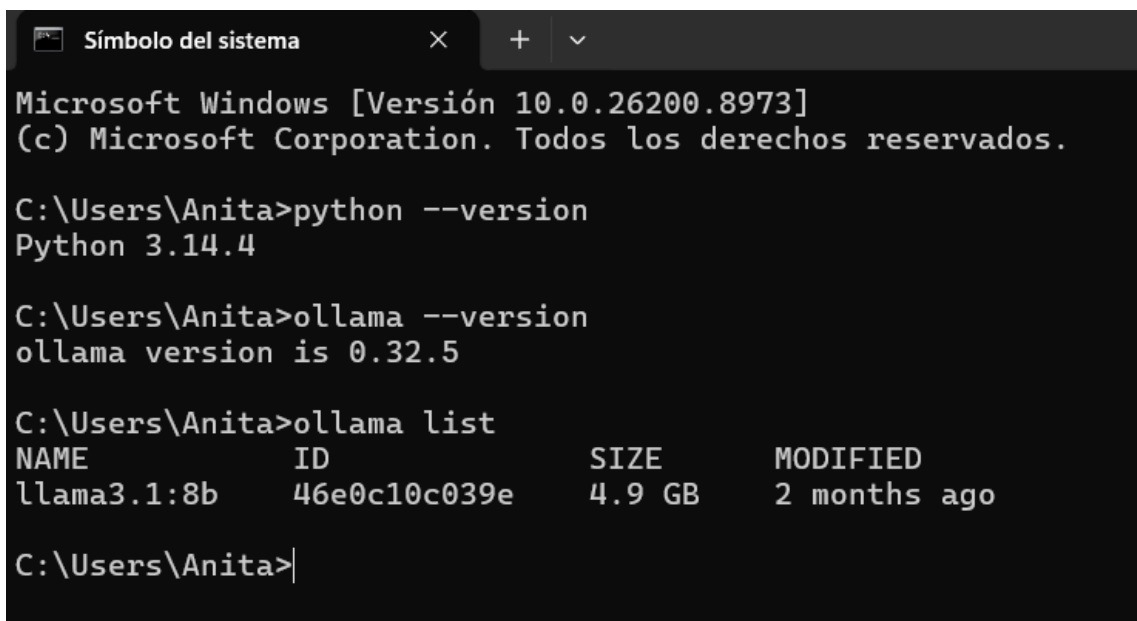


Ilustración 14 Verificación de instalación y configuración de herramientas de desarrollo



4.5.2 Sprint 2: Recolección de información

4.5.2.1 Objetivo del sprint

Recolectar información técnica relacionada con plagas, enfermedades y manejo fitosanitario del cacao. Organizar y depurar la información obtenida para construir una base de conocimiento como soporte al chatbot.

4.5.2.2 Historias de usuario del Sprint 2

4.5.2.2.1 Historia de usuario HU-02: Recolección de información técnica sobre cacao

Tabla 15 *Historia de usuarios: Recolección de información sobre cacao*

HISTORIA DE USUARIO			
Id de historia:	HU-02	Título:	Recolección de información técnica sobre cacao
Prioridad:	Alta	Usuario:	Usuario del sistema
Como:	Usuario del sistema		
Quiero:	Recopilar información sobre plagas, enfermedades y manejo fitosanitario		
Para:	Contar con una base técnica confiable para alimentar el chatbot		
Criterios de aceptación:	La información debe ser obtenida, organizada y validada para su posterior uso en la base de conocimiento.		

4.5.2.3 Sprint Backlog

Tabla 16 *Sprint backlog del sprint 2*

ID	Tarea	Estado
SB-07	Revisar bibliografías sobre plagas y enfermedades del cacao	Completado
SB-08	Realizar entrevistas y recopilar información con expertos	Completado
SB-09	Identificar síntomas, tratamiento y recomendaciones	Completado
SB-10	Organizar el contenido por categorías temáticas	Completado
SB-11	Redactar de manera preliminar el contenido técnico	Completado

4.5.2.4 Sprint Review

Tabla 17 *Sprint review del sprint 2*

Funcionalidad evaluada	Resultado	Estado
Recolección de información	Se obtuvo información técnica sobre fitosanidad del cacao	Aprobado
Organización del contenido	La información fue clasificada por temas relevantes	Aprobado
Redacción preliminar	Se elaboró contenido base para alimentar el chatbot	Aprobado
Validación inicial	La información fue revisada por el tutor y el ingeniero de apoyo	Aprobado

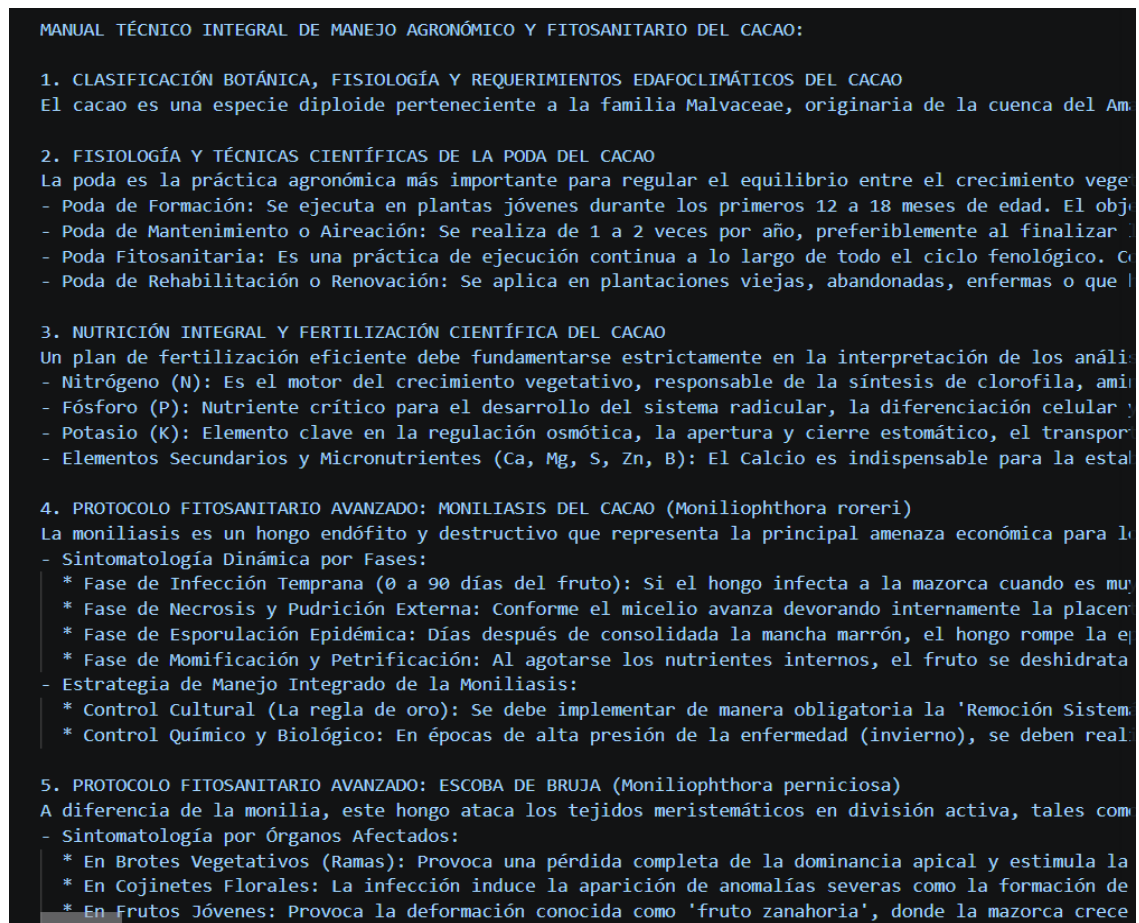
4.5.2.5 Sprint Retrospective

Tabla 18 *Sprint retrospective del sprint 2*

Aspecto evaluado	Resultado
¿Qué funcionó bien?	La recolección de información permitió reunir contenido técnico útil y permite para el proyecto
¿Qué dificultades se presentaron?	Hubo necesidad de depurar información repetida o poco clara encontrada en distintas fuentes
¿Cómo se solucionaron?	Se seleccionó únicamente la información más relevante y se organizó por temas
¿Qué se mejorará en el siguiente sprint?	Se profundizará en la estructuración del contenido para la base del conocimiento del chatbot

4.5.2.6 Evidencia del sprint 2

Ilustración 15 *Base de conocimiento sobre plagas y enfermedades del cacao*



4.5.3 Sprint 3: Diseño y estructuración de la base de conocimiento

4.5.3.1 Objetivo del sprint

Diseñar y estructurar la base de conocimiento del chatbot a partir de la información técnica recopilada. Clasificar el contenido de manera organizada para facilitar su consulta, procesamiento e integración al sistema.

4.5.3.2 Historias de usuario del Sprint 3

4.5.3.2.1 Historia de usuario HU-03: Organización de la base de conocimiento

Tabla 19 *Historias de usuarios: Organización de la base de conocimiento*

HISTORIA DE USUARIO			
Id de historia:	HU-03	Título:	Organización de la base de conocimiento
Prioridad:	Alta	Usuario:	Usuario del sistema
Como:	Usuario del sistema		
Quiero:	Organizar la información técnica recolectada en una base de conocimiento		
Para:	Facilitar el acceso y uso del contenido por parte del chatbot		
Criterios de aceptación:	La base de conocimiento debe estar clasificada por temas, validada y lista para su integración en el sistema		

4.5.3.3 Sprint Backlog

Tabla 20 *Sprint backlog de sprint 3*

ID	Tarea	Estado
SB-12	Clasificar la información recolectada por categorías	Completado
SB-13	Redactar contenidos técnicos de forma clara y ordenada	Completado
SB-14	Validar la coherencia de la información	Completado
SB-15	Estructurar la base de conocimiento del chatbot	Completado
SB-16	Preparar el contenido para su futura integración	Completado

4.5.3.4 Sprint Review

Tabla 21 *Sprint review del sprint 3*

Funcionalidad evaluada	Resultado	Estado
Clasificación de información	El contenido fue organizado por temas específicos	Aprobado
Redacción técnica	Se redactó la información de forma clara y comprensible	Aprobado
Estructura de la base de conocimiento	La base quedó organizada y lista para su uso	Aprobado
Preparación para integración	El contenido quedó preparado para el siguiente proceso	Aprobado

4.5.3.5 Sprint Retrospective

Tabla 22 *Sprint retrospective del sprint 3*

Aspecto evaluado	Resultado
¿Qué funcionó bien?	La organización del contenido permitió dar una mejor forma a la base de conocimiento
¿Qué dificultades se presentaron?	Se requirió ajustar la redacción de algunos apartados para mantener coherencia técnica
¿Cómo se solucionaron?	Se revisó y de puro la información hasta lograr la estructura más clara
¿Qué se mejorará en el siguiente sprint?	Se avanzará en la integración de la base de conocimiento al chatbot

4.5.3.6 Evidencia del sprint 3

Ilustración 16 Estructura temática de la base de conocimiento organizada por categorías - enfermedades

```
# =====  
# 1. ENFERMEDADES FUNGICAS (y un oomiceto) DEL CACAO  
# =====  
  
_moniliasis = _d(  
    "Moniliasis (Moniliophthora roreri)",  
    "Mazorcas, en cualquier etapa de desarrollo",  
    "Mancha aceitosa cafe claro que crece y se cubre de una masa "  
    "polvorienta blanca o crema (las esporas del hongo); el interior "  
    "de la mazorca se pudre por completo.",  
    [  
        "Cosecha oportuna cada 8-15 dias y elimina y entierra las mazorcas enfe  
        "Aplica fungicidas cupricos (hidroxido u oxiclورو de cobre) cada 15 c  
        "Refuerza con Trichoderma spp. como control biologico.",  
    ],  
)  
  
_escoba_bruja = _d(  
    "Escoba de bruja (Moniliophthora perniciosa)",  
    "Brotos vegetativos, flores y frutos pequenos",  
    "Crecimiento anormal de brotes en forma de escoba; mazorcas "  
    "deformadas tipo zanahoria; en epoca lluviosa aparecen setas "  
    "rosadas sobre las escobas secas.",  
    [  
        "Poda fitosanitaria eliminando escobas verdes y secas, cada 3 meses en  
        "Sella los cortes de poda con pasta bordelesa.",  
        "Retira y destruye las escobas secas del lote; no las dejes caer y quec  
    ],  
)  
  
_pudricion_negra = _d(  
    "Pudricion negra (Phytophthora spp.)",  
    "Mazorcas, tronco, raices y cojines florales",  
    "Mancha negra o cafe oscura con halo acuoso que cubre toda la "  
    "mazorca en 7-10 dias; en tronco, cancro oscuro con exudado "  
    "gomoso (mal del machete de la corteza).",
```

Ilustración 17 Estructura temática de la base de conocimiento organizada por categorías – plagas

```
# =====
# 2. PLAGAS DEL CACAO
# =====

_chinche = _d(
    "Monalonion o chinche del cacao (Monalonion dissimulatum)",
    "Brotes tiernos, flores y frutos juvenes",
    "Puntos necroticos negros en frutos, deformacion de mazorcas y "
    "muerte de brotes apicales por succion de savia.",
    [
        "Poda para reducir el exceso de sombra y elimina malezas hospederas.",
        "Aplica imidacloprid o thiamethoxam al inicio de la infestacion.",
        "Conserva parasitoides naturales como control biologico; umbral de acci
    ],
)

_trips = _d(
    "Trips (Frankliniella spp. y Selenothrips rubrocinctus)",
    "Hojas juvenes, flores y frutos en desarrollo",
    "Raspado del tejido con apariencia plateada o bronceada en "
    "hojas; cicatrices corchosas cafe en la superficie del fruto; "
    "aborto floral.",
    [
        "Asegura riego en epoca seca (las condiciones secas favorecen la plaga)
        "Aplica spinosad o abamectina si el dano supera el umbral.",
        "Refuerza con control biologico usando Amblyseius spp.; para confirmarl
    ],
)

_barrenador = _d(
    "Barrenador del tronco (Xylopsocus capucinus)",
    "Tronco y ramas gruesas",
    "Orificios circulares de 2-4 mm en la corteza y aserrin fino en "
    "la base del arbol; galerias internas que debilitan la madera.",
    [
        "Mantén la planta vigorosa con buena nutricion (las plantas debilitadas
        "Aplica insecticida sistémico en inyeccion al tronco si el dano es acti
```

Ilustración 18 Estructura temática de la base de conocimiento organizada por categorías - deficiencias nutricionales

```
# =====  
# 3. DEFICIENCIAS NUTRICIONALES  
# =====  
  
_nitrogeno = _d(  
    "Deficiencia de Nitrogeno (N)",  
    "Follaje general",  
    "Amarillamiento generalizado que comienza por las hojas mas "  
    "viejas, crecimiento reducido y hojas pequenas; reduce el numero "  
    "de flores y frutos.",  
    [  
        "Aplica urea (46% N) o nitrato de amonio al suelo, 100-150 g por planta "  
        "Como refuerzo rapido, aplica foliar con solucion de urea al 1%.",  
        "Revisa que no sea en realidad deficiencia de azufre: esta ultima suele "  
        "Nunca suspendas la fertilizacion por varios meses como si fuera un tr  
    ],  
)  
  
_potasio = _d(  
    "Deficiencia de Potasio (K)",  
    "Bordes de las hojas y frutos",  
    "Necrosis marginal de las hojas (bordes quemados), hojas "  
    "rizadas y caída prematura de frutos; reduce calidad y tamaño de "  
    "las mazorcas.",  
    [  
        "Aplica cloruro de potasio o sulfato de potasio, 150-200 g por planta "  
        "Prioriza las plantas con mayor carga de frutos, donde la demanda de po  
        "Combina con sulfato de potasio si tambien sospechas deficiencia de az  
    ],  
)  
  
_magnesio = _d(  
    "Deficiencia de Magnesio (Mg)",  
    "Hojas maduras",  
    "Clorosis intervenal en hojas maduras: las venas quedan verdes "  
    "mientras el tejido entre ellas se amarilla. Muy comun en suelos "
```

4.5.4 Sprint 4: Integración y pruebas iniciales

4.5.4.1 Objetivo del sprint

Integrar la base de conocimiento al chatbot y realizar pruebas iniciales de funcionamiento, con el fin de verificar que el sistema responda correctamente a consultas técnicas básicas sobre fitosanidad del cacao y detectar posibles errores en la recuperación de información.

4.5.4.2 Historias de usuario del Sprint 4

4.5.4.2.1 Historia de usuario HU-04: Integración de la base de conocimiento

Tabla 23 *Historias de usuarios: Integración base de conocimiento*

HISTORIA DE USUARIO			
Id de historia:	HU-04	Título:	Integración de la base de conocimiento
Prioridad:	Alta	Usuario:	Usuario del sistema
Como:	Usuario del sistema		
Quiero:	Integrar la base de conocimiento al chatbot y probar su funcionamiento		
Para:	Verificar que el sistema responda correctamente a consultas técnicas		
Criterios de aceptación:	El chatbot no debe recuperar información de la base del conocimiento y responder de forma coherente en pruebas iniciales		

4.5.4.3 Sprint Backlog

Tabla 24 *Sprint backlog del sprint 4*

ID	Tarea	Estado
SB-17	Integrar la base del conocimiento del sistema	Completado
SB-18	Configurar el acceso a la información técnica	Completado
SB-19	Realizar pruebas iniciales de consulta	Completado
SB-20	Verificar la coherencia de las respuestas	Completado
SB-21	Ajustar errores detectados en la prueba	Completado

4.5.4.4 Sprint Review

Tabla 25 *Sprint Review del sprint 4*

Funcionalidad evaluada	Resultado	Estado
Integración de la base del conocimiento	Se incorporó correctamente al sistema	Aprobado

Funcionalidad evaluada	Resultado	Estado
Pruebas de consulta	El chatbot respondió consultas técnicas básicas	Aprobado
Coherencia de respuestas	Las respuestas fueron coherentes con el contenido cargado	Aprobado
Corrección de errores	Se realizaron ajustes menores para mejorar el comportamiento	Aprobado

4.5.4.5 Sprint Retrospective

Tabla 26 *Sprint retrospective del sprint 4*

Aspecto evaluado	Resultado
¿Qué funcionó bien?	La integración permitió comprobar el comportamiento inicial del chatbot con la base de conocimiento
¿Qué dificultades se presentaron?	Algunas respuestas requirieron ajustes para mejorar la precisión y claridad
¿Cómo se solucionaron?	Se corrigieron los parámetros de recuperación y mejoró la organización de ciertos contenidos
¿Qué se mejorará en el siguiente sprint?	Se enfocará en optimizar la calidad de las respuestas y validar el funcionamiento final del sistema

4.5.4.6 Evidencia del sprint 4

Ilustración 19 Respuesta inicial del chatbot ante consulta general sobre hongos versión sin ajustes de formato y comportamiento.

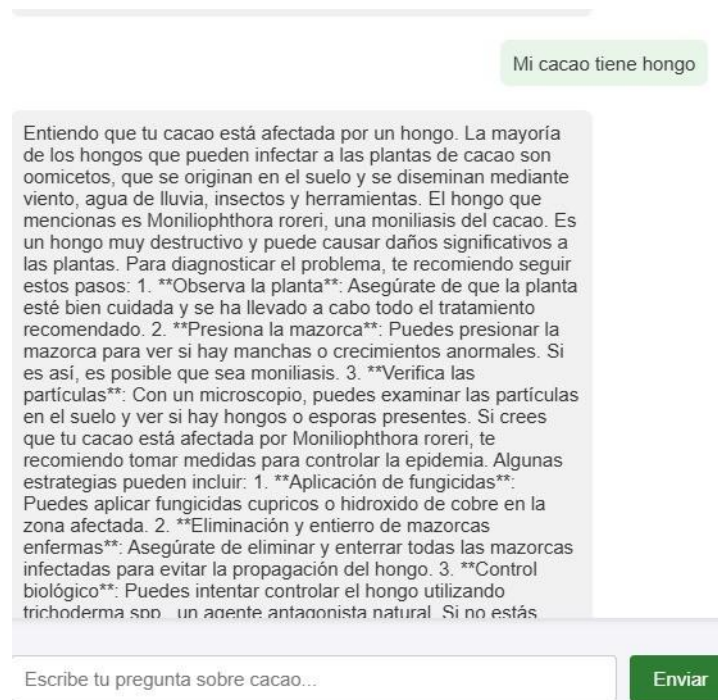
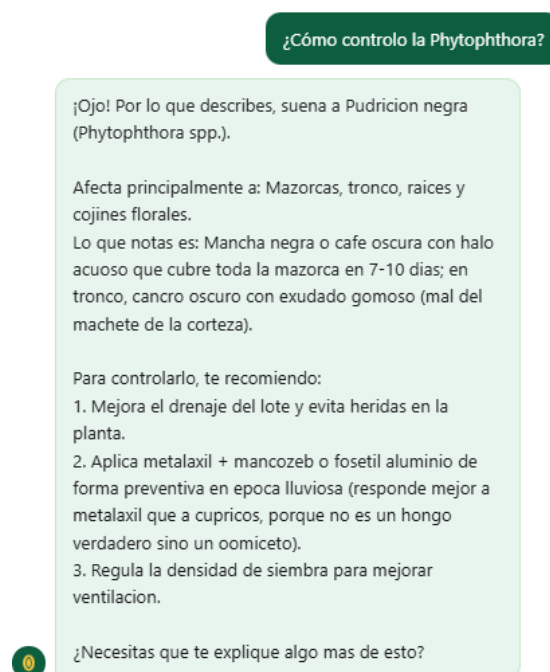


Ilustración 20 Respuesta corregida del chatbot tras ajustes en plantillas de respuesta y umbrales de confianza



4.5.5 Sprint 5: Optimización y validación del chatbot

4.5.5.1 Objetivo del sprint

Optimizar el funcionamiento del chatbot a partir de las pruebas realizadas en el sprint anterior. Ajustar la calidad de las respuestas, depurar posibles errores y validar que el sistema responda de manera coherente ante consultas técnicas.

4.5.5.2 Historias de usuario del Sprint 5

4.5.5.2.1 Historia de usuario HU-05: Optimización y validación del chatbot

Tabla 27 *Historias de usuarios: Optimización y validación*

HISTORIA DE USUARIO			
Id de historia:	HU-05	Título:	Optimización y validación del chatbot
Prioridad:	Alta	Usuario:	Usuario del sistema
Como:	Usuario del sistema		
Quiero:	Optimizar las respuestas del chatbot y corregir errores detectados		
Para:	Mejorar la precisión y coherencia del sistema		
Criterios de aceptación:	El chatbot debe presentar respuestas más claras, consistentes y alineadas con la base de conocimiento		

4.5.5.3 Sprint Backlog

Tabla 28 *Sprint backlog del sprint 5*

ID	Tarea	Estado
SB-22	Analizar las respuestas obtenidas en las pruebas	Completado
SB-23	corregir errores de interpretación detectados	Completado
SB-24	mejorar la redacción de algunas respuestas	Completado
SB-25	Ajustar parámetros del sistema	Completado
SB-26	realizar pruebas de validación final	Completado

4.5.5.4 Sprint Review

Tabla 29 *Sprint review del sprint 5*

Funcionalidad evaluada	Resultado	Estado
Análisis de respuestas	Se identificaron oportunidades de mejora	Aprobado
corrección de errores	Se realizaron ajustes en el comportamiento del chatbot	Aprobado
calidad de respuestas	Las respuestas mejoraron en claridad y coherencia	Aprobado
validación final	El sistema respondió correctamente en nuevas pruebas	Aprobado

4.5.5.5 Sprint Retrospective

Tabla 30 *Sprint retrospective del sprint 5*

Aspecto evaluado	Resultado
¿Qué funcionó bien?	La revisión de respuestas permitió identificar aspectos específicos a mejorar
¿Qué dificultades se presentaron?	Algunas consultas ambiguas generaban respuestas imprecisas
¿Cómo se solucionaron?	Se ajustaron criterios de respuesta y se depuró parte del contenido
¿Qué se mejorará en el siguiente sprint?	Se realizará el cierre técnico y la validación general del sistema

4.5.5.6 Evidencia del sprint 5

Ilustración 21 Métricas de evaluación del chatbot

Objetivo	Método	Resultado	Meta / Cumplimiento
Velocidad de respuesta	Tiempo promedio en 30 preg	60.5 seg	□ < 5 s (NO CUMPLE)
Precisión técnica	% respuestas correctas (□)	26/30 = 86.7%	□ > 85% (CUMPLE)
Utilidad de la recomendación	Puntaje utilidad (0-3) → %	2.80/3 = 93.3%	□ > 80% (CUMPLE)
Cumplimiento de estilo	% español y longitud correcta	28/30 = 93.3%	□ > 90% (CUMPLE)
Robustez (no invención)	% sin inventar enfermedades	29/30 = 96.7%	△ > 95% (PARCIAL)

4.5.6 Sprint 6: Validación final del sistema

4.5.6.1 Objetivo del sprint

Realizar la validación final del chatbot y documentar los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. Comprobar que el sistema cumpla con los objetivos planteados y que su funcionamiento sea adecuado para el uso previsto.

4.5.6.2 Historias de usuario del Sprint 6

4.5.6.2.1 Historia de usuario HU-06: Validación final del sistema

Tabla 31 *Historias de usuarios: Validación final del sistema*

HISTORIA DE USUARIO			
Id de historia:	HU-06	Título:	Validación final del sistema
Prioridad:	Alta	Usuario:	Usuario del sistema
Como:	Usuario del sistema		
Quiero:	Validar el funcionamiento final del chatbot		
Para:	Comprobar que el sistema cumple con los objetivos del proyecto		
Criterios de aceptación:	El chatbot debe estar probado, validado y documentado como producto final de desarrollo		

4.5.6.3 Sprint Backlog

Tabla 32 *Sprint backlog del sprint 6*

ID	Tarea	Estado
SB-27	Realizar pruebas finales del chatbot	Completado
SB-28	Verificar el cumplimiento de objetivos	Completado
SB-29	Documentar resultados del desarrollo	Completado
SB-30	Organizar evidencias del proyecto	Completado
SB-31	Preparar la versión final del sistema	Completado

4.5.6.4 Sprint Review

Tabla 33 *Sprint review del sprint 6*

Funcionalidad evaluada	Resultado	Estado
Pruebas finales	El chatbot funcionó de acuerdo con lo esperado	Aprobado
cumplimiento de objetivos	Se verificó que el sistema cumple con lo planteado	Aprobado
documentación final	Se organizó la información del desarrollo realizado	Aprobado
versión final del sistema	Se dejó una versión estable y lista para su presentación	Aprobado

4.5.6.5 Sprint Retrospective

Tabla 34 *Sprint retrospective del sprint 6*

Aspecto evaluado	Resultado
¿Qué funcionó bien?	La validación final confirmó que el sistema alcanzó el propósito del proyecto
¿Qué dificultades se presentaron?	Fue necesario revisar nuevamente algunos apartados para asegurar coherencia en la documentación

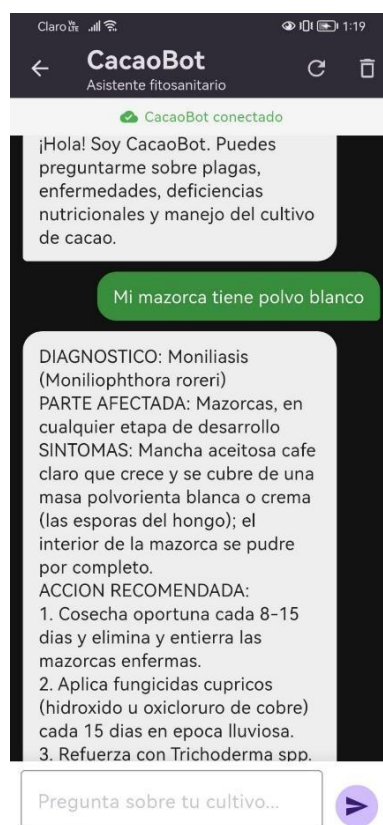
Aspecto evaluado	Resultado
¿Cómo se solucionaron?	Se ajustaron los detalles finales y se verificó cada parte del sistema
¿Qué se mejorará en el siguiente sprint?	Se podrá ampliar la base de conocimiento y mejorar la interacción en versiones posteriores

4.5.6.6 Evidencia del sprint 6

Ilustración 22 *Resultados de validación final del chatbot*

Caso	Categoría	Exitosas	Total	Efectividad
1	Saludo y lenguaje cotidiano	5	5	100%
2	Diagnóstico específico	7	7	100%
3	Preguntas de seguimiento	3	3	100%
4	Fuera de tema	4	4	100%
5	Lenguaje coloquial	5	5	100%

Ilustración 23 *Versión final del chatbot integrada en la aplicación móvil Android*



4.6 Arquitectura del sistema

La arquitectura del sistema fue diseñada bajo un enfoque modular, con el propósito de separar claramente cada una de las funciones principales del chatbot. En primer lugar, se cuenta con una capa de presentación, que corresponde a la interfaz mediante la cual el usuario realiza consultas y visualiza las respuestas generadas por el sistema. Esta capa permite una interacción sencilla y accesible, facilitando el uso del chatbot por parte de los usuarios interesados en obtener información técnica sobre el cultivo de cacao.

Por otra parte, el sistema cuenta con una capa de procesamiento y una base de conocimientos especializada donde se almacena y organiza la información relacionada con plagas, enfermedades y manejo fitosanitario del cacao. Al recibir una consulta, el

sistema identifica el contenido relevante, procesa la información disponible y construye una respuesta coherente a partir del modelo de lenguaje implementado.

4.7 Resultado final de la propuesta

Como resultado de la propuesta, se creó un chatbot enfocado en suministrar información técnica acerca de plagas, enfermedades y manejo fitosanitario del cacao. La aplicación fue basada en un conocimiento organizado y aprobado, lo cual le permitió incorporar información fidedigna y relacionada con las consultas. Esto contribuyó a dar respuesta al usuario de una forma clara y sistemática. Por consiguiente, se consolidó la propuesta como un recurso tecnológico accesible para ayudar a los usuarios en su búsqueda rápida de información especializada en agricultura.

Además, la evaluación de la funcionalidad del sistema demostró que la estructura utilizada permite procesar consultas y responder basándose en el material disponible. Así se comprobó que el desarrollo de la solución se ajusta al objetivo del proyecto, presentándole al usuario un chatbot capaz de guiarlo con la información técnicamente precisa y fortalecimiento, así, la disponibilidad del conocimiento y reducir el tiempo de su búsqueda.

CAPÍTULO V

5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Introducción

El presente capítulo se expone y analizan los resultados obtenidos durante el proceso de validación del sistema chatbot orientado a fitosanidad del cultivo de cacao. Para ello, se consideran las pruebas de funcionamiento realizadas al sistema, así como la información recolectada mediante los instrumentos aplicados a los usuarios y al especialista del área. El análisis permite determinar el comportamiento del chatbot, su nivel de respuesta y su utilidad como herramienta de apoyo técnico en el contexto de la Granja Experimental Uleam El Carmen.

5.2 Presentación y monitoreo de resultados

5.2.1 Planificación de la evaluación

Para evaluar el desempeño de CacaoBot se planificaron 2 tipos de evaluación: pruebas técnicas iterativas de tiempo de respuesta y efectividad de clasificación de consultas, y validación de campo mediante encuestas y entrevistas. Las pruebas técnicas se ejecutaron en 4 rondas sucesivas conforme al sistema fue optimizado, empleando un conjunto de preguntas representativas de los distintos tipos de interacción esperados (saludo, diagnóstico específico, seguimiento, lenguaje coloquial y consultas fuera de dominio).

Tabla 35 *Planificación de evaluación*

Componente	Detalle
Sistema evaluado	CacaoBot — Módulo de asistencia conversacional fitosanitaria

Componente	Detalle
Arquitectura	Flask + Ollama (llama3.2:1b) con emparejamiento determinístico de palabras clave
Base de conocimiento	Conocimiento.py — 32 entradas estructuradas en el diccionario DIAGNOSTICOS
Rondas de prueba técnica	4 rondas iterativas (12, 24, 24 y 24 preguntas respectivamente)
Categorías evaluadas	Saludo y lenguaje cotidiano, Diagnóstico específico, Preguntas de seguimiento, Lenguaje coloquial, Fuera de tema
Criterio de éxito	Efectividad general $\geq 70\%$ y tiempo de respuesta ≤ 10 s por consulta (según objetivo Cap. I)

5.2.2 Ejecución del monitoreo

5.2.2.1 Caso prueba 1

La fase inicial, fue evaluada sobre un conjunto de 12 casos de prueba, El sistema demostró un comportamiento preliminar satisfactorio al alcanzar un 83.3% de efectividad (10/12 aciertos). No obstante, el análisis de la latencia reveló picos de demora de hasta 48 segundos en la ejecución de la primera consulta, atribuibles a la carga inicial de los modelos de embeddings En el entorno de ejecución local sin conexión a internet. Asimismo, se detectaron fallos en la discriminación de consultas externas al dominio agrícola.

Ilustración 24 *Tiempos de respuestas 1*

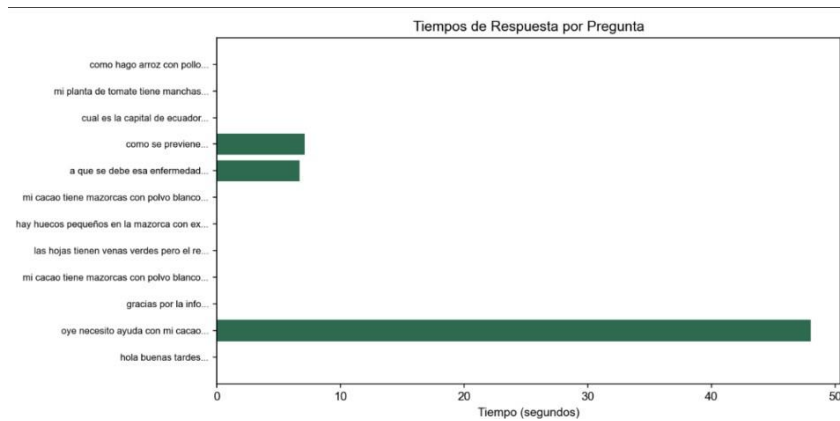
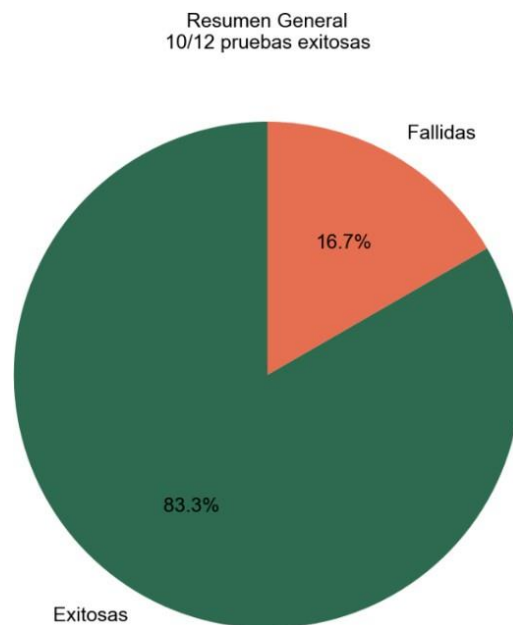


Ilustración 25 *Distribución de resultados exitosos- fallidos 1*



5.2.2.2 Caso prueba 2 y 3

Con el objeto de someter al asistente a un estrés conversacional mayor, el corpus de prueba se duplicó a 24 reactivos incorporando variantes de lenguaje coloquial. Como consecuencia, en la segunda iteración la efectividad descendió temporalmente al 66.7%, evidenciando limitaciones en la parametrización de los umbrales de coincidencia semántica. Tras implementar las correcciones pertinentes en el código backend de Python,

la tercera interacción reflejó una recuperación parcial del rendimiento, situando en la efectividad global en el 78%.

Ilustración 26 *Distribución de resultados exitosos- fallidos caso2*

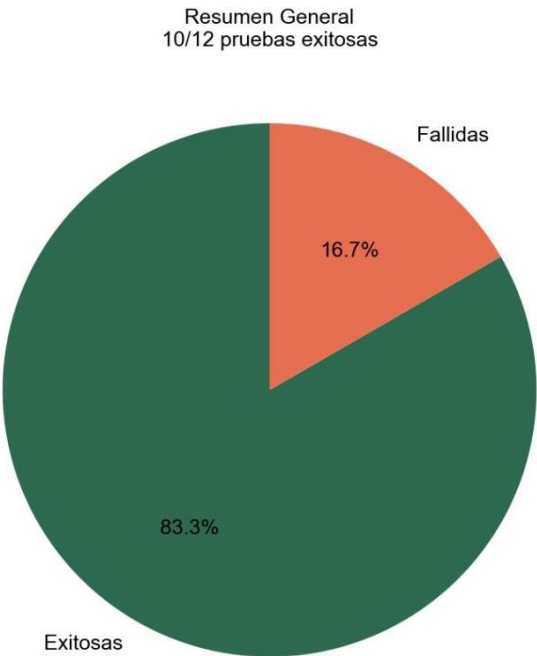
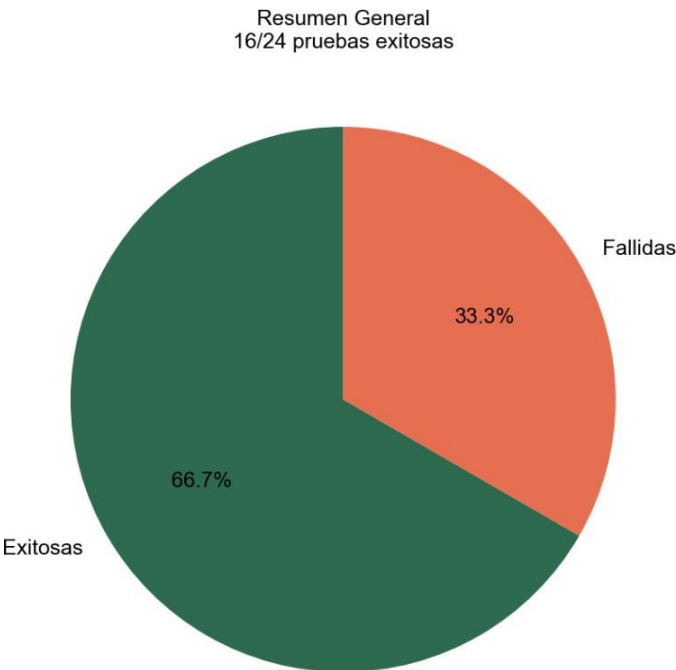


Ilustración 27 *Distribución de resultados exitosos- fallidos caso 3*



5.2.2.3 Caso prueba 4 final

En la cuarta y última ronda de preguntas, se realizó la depuración completa del motor local y se optimizaron los flujos conversacionales. Como resultado, el sistema alcanzó un rendimiento perfecto, logrando el 100% de efectividad con 24 respuestas correctas de 24 consultas realizadas.

Ilustración 28 *Distribución de resultados exitosos- fallidos caso 4*

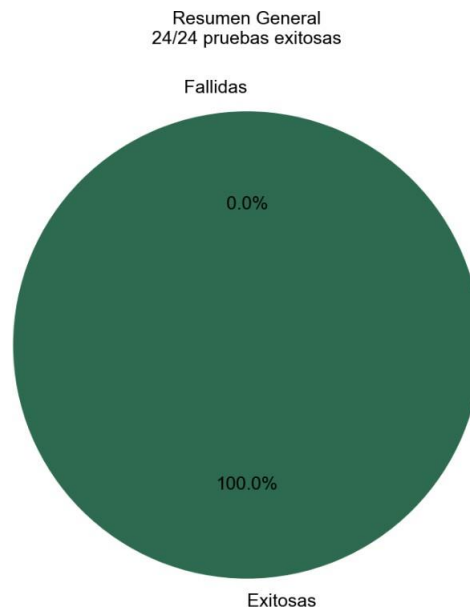


Ilustración 29 *Efectividad por categoría de prueba*

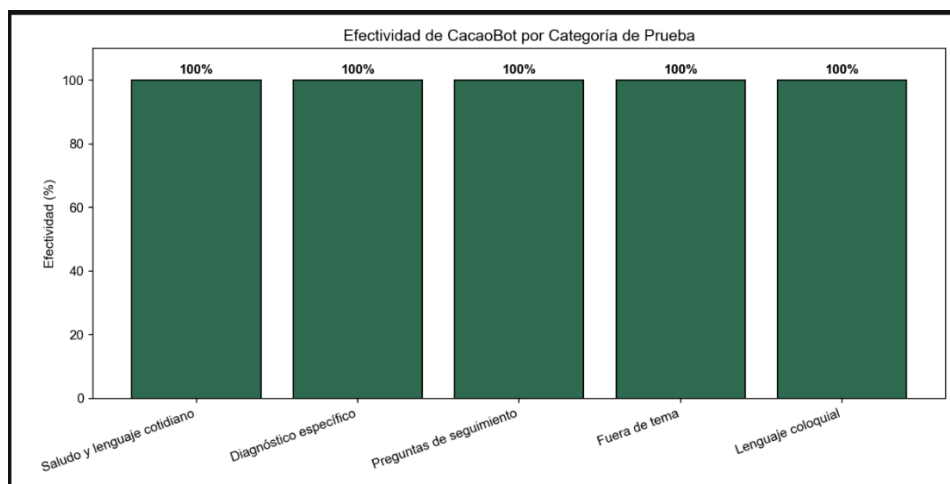
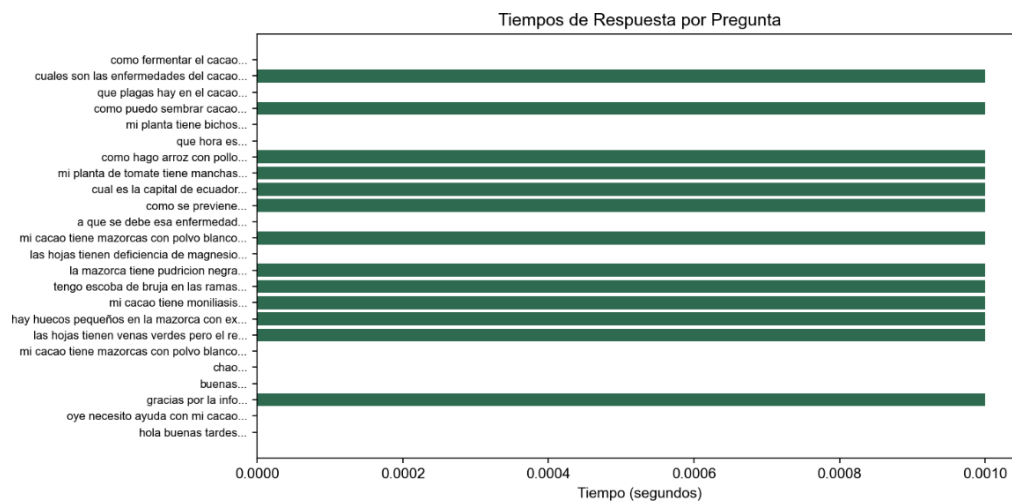


Ilustración 30 *Tiempos de respuesta por pregunta*



5.3 Interpretación de los resultados

En la primera prueba el chatbot fue probado usando menos datos relacionados con el manejo del cacao, lo que significa que la base de conocimientos utilizada para la prueba fue insuficiente. Como resultado en la etapa inicial de la evaluación el chatbot demostró una eficiencia del 83.3%, lo que significa que de 12 preguntas de prueba 10 fueron respondidas correctamente. Se puede decir que a pesar del buen desempeño en la mayoría de las situaciones hubo ciertas limitaciones relacionadas con la falta de información.

Más adelante en el segundo y tercer test realizado en 24 casos reactivos y que utilizaron diferentes formas del lenguaje coloquial se encontró una efectividad global del 78% aunque en algún momento su efectividad bajo al 66.7%. Esto demuestra que a pesar de la dificultad de comprender el habla informal el chatbot tuvo una funcionalidad suficiente para responder inmediatamente las preguntas y así eliminar la necesidad de utilizar a un especialista que costaría mucho dinero.

Por último, en la cuarta prueba realizada después de la depuración y la optimización completa de los flujos conversacionales el sistema demostró una efectividad del 100% en 24 casos. Los resultados demuestran la mejora total en la calidad de las

respuestas que elevan la conciencia de las personas sobre la enfermedad y las medidas requeridas para manejarla.

5.4 Cumplimiento de los objetivos

El desarrollo del proyecto permitió satisfacer a cabalidad los propósitos de investigación al consolidar, mediante un robusto backend en python y un riguroso proceso de cuatro interacciones experimentales, un asistente conversacional offline plenamente operativo que garantiza la precisión en el diagnóstico fitosanitario dentro de la granja experimental Uleam El Carmen, cumpliendo con el diseño del chatbot con PLN y demostrando independencia tecnológica de servicios en la nube.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El análisis del uso del procesamiento del lenguaje natural (PNL) y de los sistemas de diálogo desarrollados a través de la inteligencia artificial ha demostrado que estas tecnologías sirven como una base adecuada para el desarrollo de chatbots en el campo de la agricultura ya que garantizan una correcta comprensión de las consultas y la generación de respuestas técnicas coherentes para demostrar su aplicabilidad como una herramienta de consulta en la industria.

La situación fitosanitaria de los cultivos de *Theobroma cacao* en la Granja Experimental de la ULEAM ha identificado la necesidad de una herramienta de consulta para abordar los problemas relacionados con plagas, enfermedades y la gestión de los cultivos incluyendo la Moniliasis, el Brote de la Bruja y el Manejo Integrado de Plagas.

El diseño de la arquitectura del chatbot que consiste en un diseño modular, la categorización de una base de conocimientos en (enfermedades, plagas, deficiencias nutricionales) y un flujo de conversación ha ayudado a identificar la solución técnica adecuada para la consulta fitosanitaria.

El desarrollo del prototipo funcional del chatbot basado en las herramientas de PNL (Ollama, Python) y un modelo de lenguaje local (llama3.2:1b) ha demostrado que es posible la provisión fuera de línea de la respuesta técnica precisa y ayuda a reducir los costos de acceso a información especial.

Las pruebas de rendimiento del chatbot basadas en 4 rondas de pruebas técnicas mostraron el progreso hacia la eficiencia de las respuestas alcanzando el 100% de precisión en la última ronda demostrando la adecuación del sistema a los requerimientos

6.2 Recomendaciones

Se recomienda que el equipo de mantenimiento del sistema actualice frecuentemente la base de conocimiento del chatbot con información actualizada sobre la plantación del cacao con el fin de aumentar la precisión de las respuestas proporcionadas por el sistema y abordar los problemas fitosanitarios emergentes.

Se sugiere que los especialistas y técnicos agrícolas realicen pruebas de validación utilizando un mayor número de usuarios y especialistas en cacao con el fin de recolectar una retroalimentación más amplia que les ayude a detectar y corregir errores y aumentar la precisión de las respuestas del sistema.

Se recomienda que el equipo de desarrollo siga mejorando el diseño y la interfaz de interacción del chatbot para hacerlo más eficiente, amigable para el usuario y preparado para los futuros cambios en los requerimientos del sector agrícola.

Se recomienda que la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí fomente el uso del chatbot como una herramienta de asistencia en el trabajo de la Granja Experimental y los programas de capacitación para estudiantes y productores con el fin de mejorar la conexión entre la ciencia y el sector productivo.

Finalmente se recomienda que se realicen futuras investigaciones para explorar la posibilidad de combinar el chatbot con la visión por computadora o sensores IoT para hacer de él un sistema de control fitosanitario más integral y automatizado.

BIBLIOGRAFÍA

- Allen, Summer L., Robayo, Lenin Alejandro, Martin, Carla D., & Ganem, José Lopez. (2024). *Productivity, Soil Health, and Tree Diversity in Dynamic Cacao Agroforestry Systems in Ecuador*. Land, Guamán13(7). <https://doi.org/10.3390/land13070959>
- Anzures Villarreal, Alberto. (2022). *Diseño e implementación de una arquitectura de Chatbot* [Universidad Autónoma Metropolitana]. <https://doi.org/10.24275/uami.79407x729>
- Anzures Villarreal, Alberto. (2023). *Natural language processing (Computer science) Application software Software de aplicación Procesamiento de lenguaje natural (Computación)*.
- Bustamante, Danilo. E., Motilal, Lambert. A., Calderon, Martha. S., Mahabir, Amrita., & Oliva, Manuel. (2022). Genetic diversity and population structure of fine aroma cacao (*Theobroma cacao* L.) from north Peru revealed by single nucleotide polymorphism (SNP) markers. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.895056>
- Navarro-Cabrera, Jorge Raúl, Beraún-Barrantes, José Guillermo, Cárdenas-García, Ángel, & Lozano-Carranza, Carlos Mauricio. (2026, January 20). Application of deep learning in the phytosanitary detection of cocoa using computer vision. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10561944>.
- Castro Maldonado, John Jairo, Gómez Macho, Leidy Katherine, & Camargo Casallas, Esperanza. (2023). La investigación aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27, 140–174. <https://doi.org/10.14483/22487638.19171>

- Cobos Mora, Fernando, Montero Flores, Pedro, Gómez Villalva, Juan, & Pérez Almeida, Iris. (2024). Eficiencia de agentes antagónicos para el control de *moniliophthora roreri* en el cultivo de cacao. *Magazine de Las Ciencias: Revista de Investigación e Innovación*, 9(2), 16–29. <https://doi.org/10.33262/rmc.v9i2.3100>
- Rivera-Fernández, R., Valarezo-Beltron, Omar., Vera-Macías, Luis., & Enrique Chavarría-Párraga Ángel Monserrate Guzmán-Cedeño, J. (2014). *Efecto de la poda fitosanitaria sobre la enfermedad escoba de bruja en el cultivo de cacao / The phytosanitary pruning effect on the witches' broom disease in the cocoa farming* (Vol. 9).
- Delso Vicente, Alberto Tomás, Carvajal Camperos, Marisol, & Corral De La Mata, Daniel Ángel. (2025). The Evolution of Natural Language Processing and its Influence on Artificial Intelligence: A Review and Future Research Directions. *European Public and Social Innovation Review*, 10, 1–23. <https://doi.org/10.31637/epsir-2025-782>
- Deresa, Ebisa Mirete, & Diriba, Tamiru Fayisa. (2023). Phytochemicals as alternative fungicides for controlling plant diseases: A comprehensive review of their efficacy, commercial representatives, advantages, challenges for adoption, and possible solutions. *Heliyon*, 9(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13810>
- Duarte, D. D., & Guerrero, R. (2024). *La encuesta como instrumento de recolección de datos, confiabilidad y validez en investigación científica. Vol. 3 Núm. 2* (2024). <https://educaciontributaria.com.py/revista/index.php/rcetca/article/view/70/104>
- Estuardo, C., Vargas, C., & Domian, C. A. (2014). *INIAP-Estación Experimental Central Amazónica*.
- Figuerola Sacoto, Stalin. (2021). *Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca "Diseño y desarrollo de un chatbot usando redes neuronales recurrentes y procesamiento de lenguaje natural*. Flores Masias, Edward Jose, Livia Segovia, Jose Hector, Casique,

Alfredo G, & Dávila Díaz, María Elena. (2023). Sentiment analysis with artificial intelligence to improve the teaching-learning process in the virtual classroom. *Publicaciones de La Facultad de Educación y Humanidades del Campus de Melilla*, 53(2), 201–216. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v53i2.26825>

Guamán Villa, Milton Aurelio, Jaramillo Aguilar, Edwin Edison, & Bernal Morales, Jhon Fernando. (2022a). Análisis sistemático sobre la eficiencia comunicativa entre chatbots basados en reglas y modelos de lenguaje natural. *Universitas*, (42), 167–192. <https://doi.org/10.17163/uni.n42.2025.07>

Guamán Villa, Milton Aurelio, Jaramillo Aguilar, Edwin Edison, & Bernal Morales, Jhon Fernando. (2022b). Control biológico de la mazorca negra (*Phytophthora Palmivora* L.) En el cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 5(3), 149–154. <https://doi.org/10.62452/54qhgb79>

Hernández García, Ricardo Alejandro, Mejia Gracia, Carlos Alberto, Aguilera Rueda, Víctor José, Domínguez Domínguez, Carlos Fernando, & Corona Morales, Luis Eduardo. (2025). Modelos de inteligencia artificial generativa y grandes modelos de lenguaje(LLM): Análisis sistemático basado en metodología PRISMA de evolución, rendimiento y aplicaciones (2020-2025). *Arandu UTIC*, 12(3), 3123–3134. <https://doi.org/10.69639/arandu.v12i3.1543>

Ibarra-Sáiz, María Soledad, González-Elorza, Andrea, & Rodríguez Gómez, Gregorio. (2023). Aportaciones metodológicas para el uso de la entrevista semiestructurada en la investigación educativa a partir de un estudio de caso múltiple. *Revista de Investigación Educativa*, 41(2), 501–522. <https://doi.org/10.6018/rie.546401>

Izquierdo, Joseph A., Jaramillo, Jefferson Freddy, Loja, Nancy Magaly, & Mazon-Olivo, Bertha. (2025). *Integrated Technology Adoption Model in Agriculture. Case Study: AI*

and IoT Applied to Cocoa Production. 46. <https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n03p38>

Sangacha-Tapia, Lady Mariuxi, Celi, Ricardo Javier, Acosta-Guzmán, Iván Leonel, & Varela-Tapia, Eleanor Alexandra. (2024). Inteligencia Artificial Aplicada a Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) con Python y Machine Learning. In *Inteligencia Artificial Aplicada a Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) con Python y Machine Learning*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.1.88>

López Velasquez, Anaylen Beatriz, Goncalves de Sousa, Albino, & Braco Vera, Oditza Nacrina. (2023). Aplicación de chatbots de inteligencia artificial para la mejora de la atención al paciente. *Mundo FESC*, 13(27), 286–304. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1488>

Matosas-López, Luis, Gómez-García, Melchor, & Boumadan, Moussa. (2025). Applications, benefits, challenges, and areas of development in the use of AI-chatbots in education: A systematic literature review. *Digital Education Review*, 47, 44–64. <https://doi.org/10.1344/der.2025.47.44-61>

Mohd Yattoo, Abdul, Niamat Ali, Mohammad, Ahmad Baba, Zahoor, & Hassan, Bashir. (2021). *Sustainable management of diseases and pests in crops by vermicompost and vermicompost tea. A review*. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00657-w/Published>

Muñoz Guillena, Rafael. (2025). *Procesamiento del lenguaje natural como eje central de la inteligencia artificial generativa Rafael Muñoz Guillena*.

Navarro-Cabrera, Jorge Raúl, Beraún-Barrantes, José Guillermo, Cárdenas-García, Ángel, & Lozano-Carranza, Carlos Mauricio. (2025). Deep Learning–Driven Computer Vision for Early and Automatic Detection of Cacao Pests and Diseases. *Salud, Ciencia y Tecnología - Serie de Conferencias*, 4, 1762. <https://doi.org/10.56294/sctconf20251762>

- Ochoa-Pachas, Jorge, & Yunkor-Romero, Yvan. (2020). *El estudio descriptivo en la investigación científica The descriptive study in scientific research*. <http://revistas.autonoma.edu.pe/index.php/AJP/article/view/224>
- Ordóñez Palma, María José, & Gutiérrez García, Jimmy Leonardo. (2023). Prototipos de procesamiento de lenguaje natural bajo el modelo de técnicas de aprendizaje automático. *Journal TechInnovation*, 2(2), 34–43. <https://doi.org/10.47230/journal.techinnovation.v2.n2.2023.34-43>
- Ordoñez-Pacheco, Ángel Fernando. (2025). Metodología académica con aplicación a las investigaciones sociales: enfoques, tipos, métodos y diseños. *Sociedad & Tecnología*, 8, 335–357. <https://doi.org/10.51247/st.v8i2.484>
- Pachas-Santos, Luis Alberto, Calderón-Vilca, Hugo David, & Cárdenas-Mariño, Flor C. (2023). Chatbot based on Deep Learning for Recommending Relevant Products. *Computacion y Sistemas*, 27(2), 511–523. <https://doi.org/10.13053/CYS-27-2-4119>
- Paredes Andrade, Nelly, Monteros-Altamirano, Álvaro, Lima Tandazo, Luis, Caicedo Vargas, Carlos, Bastidas Muñoz, Servio, Tinoco Jaramillo, Leider, Fernández Anchundia, Fabián, Vargas Tierras, Yadira, Pico Rosado, Jimmy, Subía García, Cristian, Burbano Cachiguango, Armando, Chanaluiza Choloquina, Alexandra, Sotomayor Akopyan, Dennis, Díaz Martínez, Alejandra, Intriago Intriago, José, Chancosa, Cristina, Andrade, Ana, & Enríquez, Geovanny. (2022). *Manual del cultivo de cacao sostenible para la Amazonía ecuatoriana* (1era Ed. 2022).
- Pontes, Danielle Pompeu Noronha, & Maricato, João de Melo. (2025). Using sentiment analysis to differentiate bots and humans in the dissemination of scientific publications on COVID-19 on social media X: a study with ChatGPT 3.5 and Gemini 1.5 Flash. *Biblios*, (Esp). <https://doi.org/10.5195/biblios.2025.1297>

- Sánchez y Sánchez, Carlos Luis, & Hernández Olvera, Katheryn. (2024). La encuesta como técnica de investigación en la Ciencia Política. *Revista Mexicana de Opinión Pública*. <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484911e.2024.37.88492>
- Perdomo Vela, Sandro. (2014) *Control químico y biológico de las principales enfermedades en el cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en el sector Jacintillo, provincia de Leoncio Prado*.
- Solís Hidalgo, Zoila Karina, Peñaherrera Villafuerte, Sofía Lorena, & Vera Coello, Danilo Isaac. (2021). *Las enfermedades del cacao y las buenas prácticas agronómicas para su manejo*. INIAP, Estación Experimental Tropical Pichilingue. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5747>
- Tarrillo Saldaña, Oscar, Mejía Huamán, Jhonner, Dávila Mego, José Stalin, Chilón Camacho, William Martín, Pintado Castillo, Cesar Augusto, Tapia Idrogo, Carlos Evitt, & Velez Escobar, Sol Beatriz. (2024). Metodología de la investigación una mirada Global Ejemplos prácticos. In *Metodología de la investigación una mirada Global Ejemplos prácticos*. CID-Centro de Investigación y Desarrollo. https://doi.org/10.37811/cli_w1078
- Tinoco-Jaramillo, Leider, Vargas-Tierras, Yadira, Habibi, N., Caicedo, C., Chanaluisa, A., Paredes-Arcos, F., Viera, W., Almeida, M., & Vásquez-Castillo, W. (2024). Agroforestry Systems of Cocoa (*Theobroma cacao* L.) in the Ecuadorian Amazon. *Forests*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/f15010195>
- Valle Taiman, Augusta Cecilia. (2022). *Pontificia Universidad Católica del Perú La Investigación Descriptiva con Enfoque Cualitativo en Educación*. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/182854>
- Vega, A. A., Zambrano, F. D., Cartuche, J. J., & Hernández, D. L. (2025). Desarrollo de un chatbot inteligente con LLM para diagnóstico médico de la enfermedad pulmonar

obstructiva crónica. *Espacios*, *46*(06), 196–207. <https://doi.org/10.48082/espacios-a25v46n06p17>

Vega, C. A., Torres-Bazurto, J., Barrientos-Fuentes, J. C., Magnitskiy, S., & Balaguera-López, H. E. (2021). Effect of organic fertilization and pruning on cacao yield in Cundinamarca, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad y Divulgación Científica*, *24*(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n2.2021.1818>

Vizcaíno Cabezas, D., & Betancourt, R. (2022). Guía de buenas prácticas agrícolas para cacao. Resolución técnica N° 0183 Inocuidad de alimentos. AGROCALIDAD. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2022/08/Gu%C3%ADa-de-BPA-para-cacao-jul.pdf>

Puma Quilumba, William Geovanny. (2023). *Implementación de un chatbot como estrategia de apoyo en el servicio de soporte bibliotecario de la Universidad Técnica del Norte aplicando técnicas de procesamiento de lenguaje natural*. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.1488>

Adamopoulou, E., & Moussiades, L. (2020). Chatbots: History, technology, and applications. *Machine Learning With Applications*, 2, 100006. <https://doi.org/10.1016/j.mlwa.2020.100006>

Ríos, A. G. N., López, A. R. J., & Contreras, D. F. Q. (2025). Uso de Chatbots en la enseñanza de Educación Superior ecuatoriana: una revisión sistemática de los modelos de estudios. *ASCE MAGAZINE*, 4(3), 2431-2453. <https://doi.org/10.70577/asce/2431.2453/2025>

Garzón-Quiroz, M., Del Campo-Saltos, G., & Loor-Ávila, B. (2025). Análisis sistemático sobre la eficiencia comunicativa entre chatbots basados en reglas y modelos de lenguaje natural. *Universitas*, 42, 167-192. <https://doi.org/10.17163/uni.n42.2025.07>

ANEXOS

Anexo 1 *Asignación de tutor*

Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
Periodo 2025-2 - Notificación de tutor asignado - SOFTWARE 2024 - NS - (EL CARMEN)
Estimad@ Docente y Estudiante Uleam
En cumplimiento de lo establecido en la Ley, el Reglamento de Régimen Académico y las disposiciones estatutarias de la Uleam, por medio de la presente se oficializa la dirección y tutoría en el desarrollo del Trabajo de Integración curricular / Trabajo de Titulación del siguiente estudiante: Tema: SISTEMA CHATBOT CON PLN DE FITOSANIDAD DEL CULTIVO THEOBROMA CACAO EN LA GRANJA EXPERIMENTAL ULEAM EL CARMEN Estado de aprobación: Aprobado Tipo de titulación: Trabajo de Integración Curricular Tipo de proyecto: Trabajo de Integración Curricular / Trabajo de titulación se articula con proyectos y programas de Investigación. Apellidos y nombres del tutor asignado: REASCOS PINCHAO RAUL SAED Apellidos y nombres del estudiante: CEDEÑO ZAMBRANO ANA MICHELLI Carrera: SOFTWARE 2024 - NS - (EL CARMEN) Periodo de Inducción: Periodo 2025-2
Sírvasen cumplir con lo dispuesto en el Manual de Procedimientos de TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO: TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR Y UNIDAD DE TITULACIÓN https://departamentos.uleam.edu.ec/gestion-aseguramiento-calidad/files/2020/06/PAT-04-Titulacion-de-Estudiantes-de-grado-UIC-y-UT.pdf
Particular que se informa para los fines consiguientes.
Atentamente,
Comisión Académica y Responsable de Titulación.

Anexo 2 Fotografía 1



Anexo 3 Generación de reporte de pruebas al chatbot

Reporte de Evaluación - CacaoBot

Fecha: 31/07/2026 01:57

Versión: CacaoBot v4.0 - Asistente Fitosanitario del Cacao Ecuatoriano

Resumen Ejecutivo

24 Total Pruebas	24 Exitosas	100.0% Efectividad	0.00s Tiempo Prom.
----------------------------	-----------------------	------------------------------	------------------------------

Gráficas de Resultados

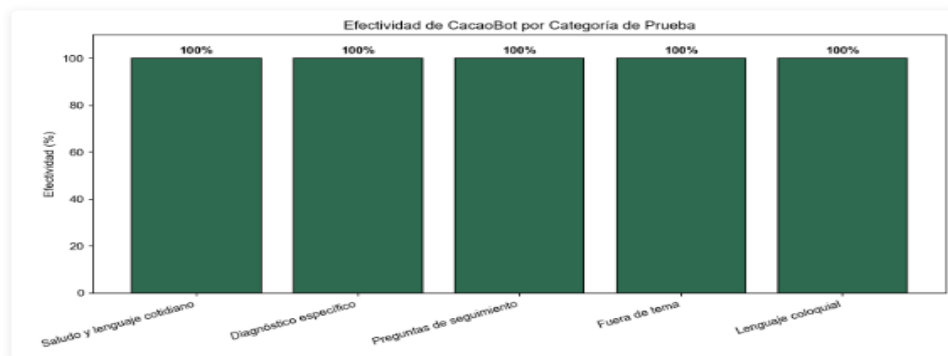
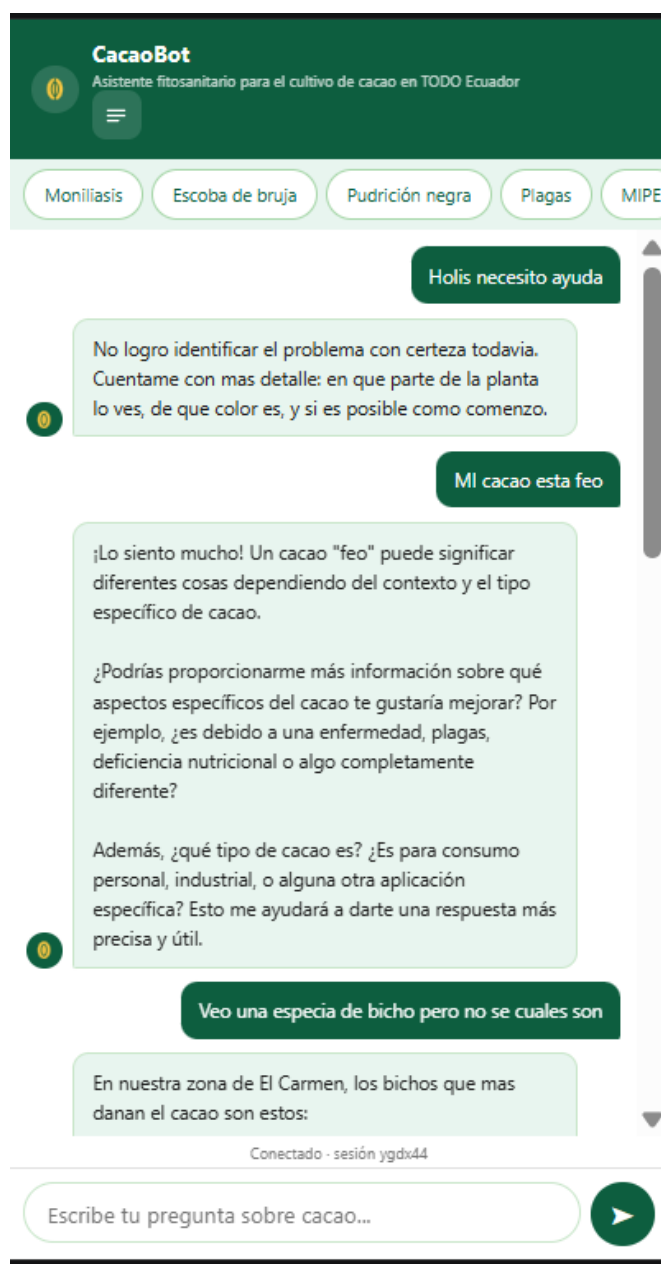


Figura 1: Efectividad por categoría de prueba

Anexo 4 Prueba Demo



Anexo 5 *Fotografía 2*



Anexo 6 Certificado de compilatio



Compilatio Magister+ | ULEAM-ECU

CEDEÑO ZAMBRANO ANA MICHELLI Compilatio 2026 08 03

ID : 13962e80d9d80ec1103c6ff104a43d525a5a6828

Nombre del fichero : CEDEÑO ZAMBRANO ANA MICHELLI Compilatio 2026 08 03.txt

Tamaño del archivo original : 3,02 MB

Número de palabras : 13.829

Depositante : RAUL REASCOS PINCHAO

Fecha de depósito : 3 de agosto de 2026

Tipo de carga : interface

fecha de fin de análisis : 3 de agosto de 2026

7%

Textos sospechosos

 **Resumen** (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

 **Similitudes**

<1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



 **Detección de IA**

3%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



 **Idiomas no reconocidos**

3%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.

Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

 **Textos entre comillas**

0%

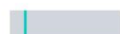
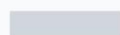
 **Similitudes**

<1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente principal detectada

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	 Documento de otro usuario #7eb447  Viene de de otro grupo	<1%	
3	 tesis_Jhon_Garcia #c387cd  Viene de de mi grupo	<1%	

94

GLOSARIO

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Ciencia y práctica dedicada a la prevención, diagnóstico y control de enfermedades, plagas y otros factores que afectan la salud vegetal.

MIP (Manejo Integrado de Plagas)

Estrategia de control que combina métodos biológicos, culturales, físicos y químicos para mantener las poblaciones de plagas por debajo de umbrales de daño económico, minimizando el impacto ambiental.

offline

Modalidad de funcionamiento de un sistema sin requerir conexión a internet.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Lenguaje de programación de alto nivel, interpretado y multipropósito, ampliamente utilizado en inteligencia artificial y ciencia de datos.

scrum

Marco de trabajo ágil para el desarrollo de software organizado en ciclos cortos llamados sprints.

sprint

Período de tiempo fijo (generalmente de una a cuatro semanas) en el que se desarrolla un conjunto de tareas dentro de la metodología Scrum.

Procesamiento de Lenguaje Natural

Rama de la inteligencia artificial que estudia la interacción entre computadoras y el lenguaje humano. Permite que los sistemas comprendan, interpreten y generen texto en lenguaje natural.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Sistema de software diseñado para simular conversaciones con usuarios humanos mediante texto.

Theobroma cacao

Nombre científico del árbol de cacao, planta tropical cuyo fruto es la mazorca.

fúngicas

Relativas a los hongos o causadas por ellos, especialmente en el contexto de enfermedades que afectan a las plantas.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Síntoma o daño en tejidos vegetales caracterizado por el oscurecimiento, marchitez o secamiento de partes de la planta debido a enfermedades o condiciones adversas.

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

Conjunto de textos o documentos utilizados para entrenar o alimentar un sistema de procesamiento de lenguaje natural.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

(Large Language Model / Modelo de Lenguaje de Gran Escala)

Modelo de inteligencia artificial entrenado con grandes volúmenes de texto para generar y comprender lenguaje natural.

